

PROTOCOLO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE FAUNA ICTIOLÓGICA EN RÍOS VADEABLES

Enero de 2019

Agencia Vasca del Agua / Uraren Euskal Agentzia

Código: RW_FAUNA ICTIOLÓGICA_URA_v_2.0





1. APLICABILIDAD

Este protocolo corresponde al muestreo de fauna ictiológica de las masas de agua de la categoría ríos, siendo aplicable para la obtención de muestras para la clasificación del estado ecológico o del potencial ecológico, en cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua.

Con la información recopilada mediante este protocolo se obtienen datos válidos para el cálculo de las métricas e índices siguientes:

- Composición de especies: especies nativas y especies introducidas
- European Fish Index, EFI+ (EFI+ Consortium, 2009)
- Índice CFI (Agencia Vasca del Agua, 2015)

Así mismo se podrá utilizar este protocolo de muestreo para obtener información sobre composición y abundancia de peces que permita el cálculo de otros indicadores.

2. OBJETO

La Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua, DMA) en el epígrafe 1.1.1 de su anexo V y el Real Decreto 907/2007 en su artículo 27 establecen que entre los elementos de calidad para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficial de la categoría ríos se encuentra la caracterización de la composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica.

Este elemento de calidad se considera relevante en la evaluación del estado o potencial ecológico de los ríos puesto que la comunidad de peces de ríos integra la información relativa a niveles tróficos inferiores, y refleja el estado de calidad del conjunto del ecosistema fluvial. La gran longevidad de los peces (hasta 20 años o más) les permite ser indicadores de afecciones e impactos históricos, incluso cuando las presiones causantes ya han desaparecido. Además, su mayor tamaño y movilidad les permite jugar un papel preponderante en los ecosistemas, al influir en el flujo de energía y en el transporte de sustancias y elementos.

La Agencia Vasca del Agua pretende mediante este documento y para masas de ríos vadeables presentes en la Comunidad Autónoma del País Vasco los siguientes objetivos:

- establecer un protocolo de muestreo de peces mediante la **pesca eléctrica**;
- establecer un protocolo de **identificación y recogida de datos** biométricos y poblacionales;
- proporcionar datos válidos a los indicadores de calidad de **composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica**.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA

La normativa de referencia de este protocolo es la que se enumera a continuación:

- 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 por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.



- Real Decreto 907/2007 de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Orden ARM/2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.
- Directiva 2014/101/UE de la Comisión, de 30 de octubre de 2014, que modifica la 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 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

A su vez, este protocolo se ha redactado teniendo en cuenta las siguientes normas, de acuerdo con el epígrafe 1.3.6 del anexo V de la Directiva 2000/60/CE y sus modificaciones:

- UNE-EN 14011: 2003. Muestreo de peces con electricidad.
- UNE-EN 14996: 2007. Calidad del agua. Guía para el aseguramiento de la calidad de las evaluaciones biológicas y ecológicas en el medio ambiente acuático.
- UNE-EN 14962: 2007. Calidad del agua. Líneas directrices sobre el campo de aplicación y la selección de métodos de muestreo de peces.

Además, se debe considerar como material de referencia de este protocolo los siguientes documentos:

- Protocolo de Desinfección y Limpieza para evitar la dispersión de la plaga del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). Confederación Hidrográfica del Ebro. Comisaría de Aguas. Marzo 2011.
- Tesoro taxonómico español TAXAGUA v.2 (MAPAMA, 2013).
- ML-R-FI-2015. Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Septiembre 2015.

4. ALCANCE

Este protocolo proporciona un procedimiento de muestreo mediante sistemas eléctricos para la evaluación de las comunidades de peces en arroyos y ríos vadeables con objeto de clasificar el estado ecológico mediante la caracterización de la composición, abundancia y estructura de edades de una comunidad dada de peces en una **estación de muestreo** (*survey site*).

La metodología de este protocolo se presenta **adaptada** a los ríos de Comunidad Autónoma del País Vasco, y a los objetivos y condicionantes de un programa de seguimiento del estado ecológico de los ríos basado en el establecimiento de estaciones de muestreo representativas de cada una de las masas de agua a seguimiento.

En el caso de otros objetivos de muestreo, y si se considera necesario, este protocolo de muestreo podrá adaptarse, por ejemplo, para el seguimiento de especies alóctonas, evaluación del grado de conservación de especies amenazadas o vulnerables, determinación de impactos, etc.

La práctica de la pesca eléctrica ha de realizarse por personal de muestreo suficientemente cualificado, tanto por su seguridad como por la de las poblaciones de peces.

Si se realiza de forma adecuada, el muestreo mediante pesca eléctrica está considerado inocuo para los peces. No obstante, pueden infligirse daños irreparables a los peces expuestos a la



electricidad; por lo que es imprescindible primar el bienestar de los peces siempre que sea posible y evitar daños durante su manipulación.

Las referencias fundamentales de procedimiento para el muestreo de peces son la norma UNE-EN 14011 de octubre 2003 (versión oficial de la Norma Europea EN 14011 de marzo de 2013); y el protocolo ML-R-FI-2015 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. En caso de necesidad de ampliación de información habrán de consultarse dichos documentos o aquéllos más novedosos que los actualicen o completen.

5. MATERIAL Y EQUIPOS

Los principales componentes de los **equipos de pesca eléctrica** son:

- Fuente de energía eléctrica. Puede ser un generador eléctrico adosado al propio convertidor (tipo “mochila”); o un equipo autónomo depositado en la orilla, bien constituido por un motor de combustión o bien por baterías recargables.
- Unidad de control o convertidor de corriente. Esta unidad es la que regula el tipo, frecuencia y voltaje de la corriente de salida. El convertidor obtiene la diferencia de potencial a partir del generador eléctrico y puede aplicar tanto corriente continua (CC) como corriente continua pulsante (CCP), que es menos lesiva para la fauna. La corriente alterna (CA) no se utilizará por resultar dañina para los peces.
- Electrodo. El cátodo es fijo y se deposita en contacto con el lecho del río, donde actúa de masa del campo eléctrico. El ánodo, conectado al convertidor mediante un cable eléctrico enrollable, consiste en una pértiga con un aro metálico en su extremo; lo maneja el muestreador jefe de grupo para llevar la electricidad a los diferentes puntos del río y así cerrar el campo eléctrico.
- Cables e interruptores de seguridad.

Además del equipo eléctrico se debe disponer de **equipo complementario para el muestreo**:

- Para delimitar zona de muestreo: redes de bloqueo; cuerdas y boyas para fijar las redes de bloqueo;
- Para capturar y manejar ejemplares en la zona de muestreo:
 - Redes sacaderas para capturar los peces. Deben estar provistas de asas con materiales no conductores y con mallas exentas de nudos en las redes.
 - Cubos de goma o plástico (10 L) para trasladar los peces a los contenedores;
 - Contenedores o depósitos de almacenamiento temporal de los peces capturados. Deben tener un tamaño suficiente para facilitar el bienestar de los peces depositados en ellos, depende del número y tamaño de los peces, en general de 40-50 litros; y pueden estar asistidos mediante aireadores. También pueden ser contenedores de rejilla que permitan el paso del agua a su través una vez introducidos y anclados en el cauce fluvial. Estos contenedores serán de materiales no conductores de la electricidad (plástico o goma) y se situarán fuera del área del campo eléctrico.
- Para obtención de datos de campo:
 - cinta métrica y/o telémetro para cuantificar el área de muestreo;
 - cinta lastrada o regla para medir profundidad;
 - sonda con sensores de conductividad y temperatura.



Los equipos y reactivos necesarios para la **manipulación de peces, conservación, identificación y desinfección** son:

- Anestésico (fenoxietanol, aceite de clavo, etc.) para permitir el manejo.
- Oxigenador. A emplear cuando no sea posible mantener a los peces en contenedores de rejilla en el río, o si su densidad es alta.
- Ictiómetro (superficie con escala métrica incorporada para medir la longitud de los peces) de 1 mm. de precisión.
- Calibre o pie de rey para el registro de la longitud de peces pequeños (<10 cm).
- Balanza digital para el registro del peso de individuos, con precisión 0,1 g. para peces pequeños, y de 1 g. para el resto.
- Estadillos de campo.
- Claves de identificación.
- Cámara fotográfica.
- Solución desinfectante para los equipos de trabajo y la indumentaria (vadeadores, botas, etc.). Se puede elaborar con 5 mg de lejía (NaClO) por litro de agua.
- Material para recoger y etiquetar especímenes que haya que llevar a laboratorio (bolsas de plástico o botes herméticos, etiquetas, rotulador, etc.).
- Nevera, para transporte de especímenes.

6. PREPARACIÓN DEL MUESTREO

La pesca eléctrica tiene que ser realizada previa autorización administrativa del órgano ambiental competente. El personal encargado del muestreo atenderá a los requerimientos especificados en la correspondiente autorización.

6.1. ÉPOCA DE MUESTREO

La época de muestreo está condicionada al conocimiento del comportamiento y estrategias vitales de las especies objeto de estudio.

La toma de muestras de fauna de peces se realizará con una frecuencia anual (que podrá ser mayor si el programa de seguimiento así lo aconseja) y se desarrollará al final de la época de crecimiento, cuando los ejemplares juveniles son de un tamaño lo suficientemente grande como para ser capturados mediante la pesca eléctrica.

En cualquier caso, la pesca eléctrica no debe llevarse a cabo a temperaturas inferiores a 5°C, debido a la reducida actividad de los peces y a la baja eficacia del muestreo. Al mismo tiempo, se evitará el muestreo después de fuertes avenidas y en época de lluvias.

Se procurará que los muestreos que se realicen en una misma estación de muestreo se lleven a cabo en la misma época del año y bajo condiciones de caudal similares. Todos los muestreos deben realizarse en las horas diurnas.

La época óptima para el muestreo es desde poco después del comienzo del verano hasta mediados de otoño, periodo con caudales poco fluctuantes y temperatura adecuada en el que los peces tienden a permanecer en la misma área y los alevines ya tienen suficiente tamaño para ser capturados.



En el caso de las estaciones de muestreo caracterizadas con predominio de salmónidos el muestreo preferentemente se realizará en los meses de julio y agosto; y el resto de estaciones de muestreo en los meses de septiembre y octubre. El muestreo podrá adelantarse a estas fechas en el caso de cauces que experimenten fuerte estrés hídrico.

Esta selección de épocas de muestro permite alterar lo menos posible los periodos de reproducción de ciprínidos (abril a agosto); y evitar condiciones de estrés hídrico en tramos altos al final del estiaje (tramos de salmónidos), y situaciones de alto caudal en tramos bajos (tramos de ciprínidos y de transición a estuario).

En estaciones de muestreo asociadas a tramos de pesca deportiva, se recomienda el muestreo fuera de los períodos hábiles de pesca de las distintas especies con aprovechamiento piscícola.

Siempre se procurará realizar una coordinación con otras redes y/o programas de seguimiento con el fin de no duplicar esfuerzo de muestreo, y de no someter a las poblaciones de peces a una presión extra por la ejecución de pesca eléctrica.

6.2. **ÁREA DE MUESTREO**

En el caso de programas de seguimiento del estado ecológico y con objeto de garantizar la repetibilidad, el esfuerzo de pesca, el equipo de pesca y los protocolos empleados deben ser, en la medida de lo posible, idénticos en cada muestreo de una misma estación.

En los programas de seguimiento del estado ecológico se establecen estaciones de muestreo ('survey site') a partir de criterios de representatividad del tramo de estudio, de la masa de agua, o por algún otro interés específico. Dentro de estas estaciones de muestro se establecen área de muestreo ('sampling site') para cada uno de los elementos de calidad objeto de estudio.

Para la pesca eléctrica el área de muestreo puede no coincidir exactamente con las áreas de muestreo de otros elementos de calidad, y podrá desplazarse arriba o abajo siempre y cuando no se vulneren los criterios de representatividad de los datos a obtener.

El área de muestreo será vadeable, preferentemente, y permitirá que el muestreo se realice a pie, ya sea dentro del cauce (vadeo) o desde las orillas, debido a las dificultades de realizar estimas de abundancias de peces en tramos no vadeables.

En el área de muestreo deben incluirse los mesohábitats donde se distribuyan las especies de peces dominantes; de este modo, como mínimo habrá de contar con una secuencia de facies lítica y léntica, donde procurar que estén presentes aguas rápidas, tablas y pozas. Preferentemente se seleccionarán sectores del río con vegetación de ribera y diversidad en cuanto a morfología de la orilla se refiere, ya que estas dos variables aportan heterogeneidad de hábitats, constituyen refugios y proporcionan sombra a los peces. Se evitará incluir singularidades tales como puntos de vertido, afluentes permanentes o represamientos.

Los resultados de estimas de abundancia están condicionados por las dimensiones y características del área de muestreo, por lo que la estrategia del muestreo dependerá de dichas dimensiones. La longitud del área de muestreo se establecerá en función de la anchura húmeda media del río.

Para **anchuras inferiores a 5 m.**, el área de muestreo se establece con una longitud de 100 m, con un mínimo de 125 m²; y para **anchuras de 5 a 15 m.**, el área de muestreo presentará una longitud mínima de 80-100 m, y habrá de incluir mesohábitats características de la masa de agua (aguas rápidas, tablas y pozas).

En aguas vadeables, se realiza un único pase de pesca a lo largo de toda superficie de muestreo. Los operadores se desplazan hacia aguas arriba, de forma que el aumento de turbidez en el agua provocado al vadear no afecte a la eficacia del muestreo y para que sus movimientos no afecten



a los peces que se encuentran aguas arriba de la zona que está siendo vadeada. El desplazamiento debe ser lento, cubriendo el hábitat con movimientos de barrido del ánodo e intentando provocar que los peces abandonen sus escondites. Los ejemplares capturados se recogen con redes sacaderas y se guardan en cubos de plástico llenos de agua antes de su traslado a los contenedores de estabulación.

En el caso de ríos cuya **anchura supere los 15 m**, la secuencia rápido-tabla-pozas suele ocupar longitudes superiores a los 100 m por lo que, para obtener una muestra representativa en términos de composición y abundancia, será necesario muestrear varias áreas que cubran los distintos mesohábitats presentes.

En **aguas parcialmente vadeables**, en zonas de profundidad media que no supere los 75 cm, pero donde las pozas y zonas de fuerte corriente no presenten condiciones adecuadas, la pesca eléctrica se limitará a las orillas y aquellas secciones o sectores vadeables. Para ello será necesario tomar referencias de la superficie efectiva de pesca con el fin de realizar adecuadamente las posteriores mediciones del hábitat.

No es objeto de este documento hacer referencia expresa al modo de proceder en el caso de aguas no vadeables, zonas de profundidad media superior a 75 cm. donde la seguridad del personal de muestreo está comprometida este tipo de ríos. No obstante, habrá de tenerse en cuenta que en estos casos deberá usarse la pesca eléctrica desde embarcación y orillas combinada con técnicas pasivas de pesca, como redes y nasas.

En ausencia de límites naturales o cuando las condiciones así lo requieran se podrá delimitar el área de muestreo con redes de bloqueo (luz <2 cm) que cubran toda la anchura del cauce. No obstante, se preferirá la elección de barreras naturales como elementos de delimitación del área de muestreo, frente al uso de redes de bloqueo, para evitar daños a los peces.

La localización del área de muestreo debe identificarse utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o empleando referencias con respecto a señales o elemento fijos.

En campo serán objeto de registro los siguientes datos relativos al área de muestreo:

- **Punto de muestreo:** nombre o código del punto de muestreo con sus coordenadas de localización geográfica (ETRS89).
- **Condiciones de realización del muestreo:** meteorología, conductividad y temperatura del agua, corriente eléctrica aplicada (intensidad y tipo), y duración del muestreo.
- **Área de muestreo:**
 - croquis del área de muestro con indicación de sus límites;
 - medidas de la longitud total y la anchura media del segmento fluvial muestreado, y se calculará la superficie total sobre la que se ha realizado la pesca; en ríos no vadeables en toda su anchura, se utilizará la anchura de pesca efectiva para calcular la superficie de muestreo, además de registrar la anchura media fluvial;
 - evaluación de las profundidades media y máxima, y regímenes de velocidad del agua;
 - caracterización del sustrato e identificación del sustrato dominante; secuencia y porcentaje de mesohábitats (pozas, rápidos y tablas) y presencia de vegetación acuática.



6.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Debido al tipo de muestreo es relevante el establecimiento de procedimientos de trabajo que contemplen medidas de seguridad del personal de muestreo, asegurándose en particular que el equipo de seguridad personal incluya el empleo de prendas resistentes al agua y no conductoras de electricidad, en especial para que cualquier parte de los operadores susceptible de entrar en contacto con el campo eléctrico quede protegida.

Se preparará un plan de seguridad que identifique y cubra los riesgos derivados de la práctica de la pesca eléctrica (shock eléctrico, incendio, o inhalación de gases en el caso del uso de generadores de combustión). El personal de trabajo tendrá formación al respecto en Prevención de Riesgos Laborales.

Serán de aplicación las siguientes medidas de seguridad:

- Evitar realizar pesca eléctrica con caudales elevados y en tramos de fuerte corriente.
- No se puede practicar la pesca eléctrica cuando llueve y con tormenta eléctrica.
- La pesca siempre se realizará por un mínimo de dos personas.
- Los equipos eléctricos de pesca (generador, convertidor, cables, ánodo y cátodo) se almacenarán desconectados, secos y limpios. Se identificarán desperfectos (cables pelados, interruptores rotos) y se repararán antes del inicio de la pesca. Durante la pesca, el generador se mantendrá en un espacio libre de vegetación y a la sombra, evitando cualquier posibilidad de que se caiga al agua. No se moverá estando en marcha. Se tendrá disponible un extintor cerca del mismo.
- El generador se pondrá en marcha cuando el cátodo se encuentre en el agua, listo para empezar la pesca y todo el personal haya sido avisado.
- Se utilizarán ánodos con pulsadores de seguridad que interrumpen el campo eléctrico cuando deja de accionarse el pulsador.
- El grupo de trabajo (personal de muestreo) a cargo de la pesca eléctrica vestirá vadeadores aislantes y/o botas altas de pescador. Se evitará introducir las manos desnudas dentro del agua y tocar las partes metálicas de los electrodos, a menos que el equipo esté desconectado. Durante la práctica de la pesca será obligatorio el uso de guantes largos de protección eléctrica. Y es aconsejable el uso de chaleco salvavidas para zonas no totalmente vadeables.
- Todos los recipientes y contenedores usados para depositar los peces serán de plástico o goma.

Todo el material usado en campo deberá estar convenientemente limpio y/o desinfectado antes de acceder a otra estación de control para evitar la dispersión de propágulos o individuos de especies invasoras (mejillón cebra, afanomicosis, etc.) para lo que se seguirán los protocolos establecidos por el Organismo de cuenca competente.



7. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO Y REGISTRO DE DATOS

El equipo de pesca eléctrica debe revisarse en el lugar de muestreo una vez que esté completamente montado y antes de conectarlo a la corriente eléctrica, prestando especial atención a que los enchufes y tomas estén correctamente conectados y las conexiones totalmente herméticas.

Cuando se trabaje desde la orilla, el generador y los dispositivos de control estarán en condiciones estables, con objeto de prevenir su posible caída al agua. La unidad de control no debe transportarse mientras tenga corriente, salvo que esté especialmente diseñada para ello (dispositivo de tipo mochila). El generador no debe moverse mientras esté en funcionamiento.

Se evitará en lo posible acceder al cauce previamente a los trabajos de muestreo, para evitar el pisoteo del lecho y la fuga de ejemplares.

Al inicio del muestreo se realizará el ajuste de los parámetros de generación de corriente eléctrica.

- Se registrarán en la ficha de campo la temperatura y la conductividad del agua¹, con el fin de ver si estos parámetros van a ser condicionantes para su ejecución. Adicionalmente se podrán registrar también el pH y el oxígeno disuelto.
- La selección del tipo de corriente, corriente continua pulsante (CCP) o corriente continua (CC), dependerá de la conductividad del agua, de las dimensiones de la masa de agua y de las especies de peces previstas.
 - En el caso de CCP la frecuencia de pulsos será inferior a 60 Hz.
 - En el caso de CC se usarán intensidades inferiores a 2 A, preferentemente.
- En cuanto al voltaje, va a depender de la conductividad del agua, de modo que a menor conductividad será necesario un mayor voltaje, y viceversa. Para aguas de conductividad media (250-350 $\mu\text{S}/\text{cm}$), el voltaje empleado oscilará entre 700 y 400 V.

Los ejemplares capturados se almacenan en contenedores o depósitos temporales llenos de agua de río, localizados a la sombra. También se pueden almacenar en recipientes con rejillas u orificios, y colocarlos dentro del agua para permitir el flujo de agua y que funcionen a modo de vivarios; en este caso, habrán de estar fuera del campo eléctrico. En situaciones de altas temperaturas, se garantizará la disponibilidad de oxígeno mediante la instalación de aireadores.

Para facilitar las labores de identificación y de obtención de datos biológicos es conveniente usar un producto anestésico que relaje a los peces. Es importante controlar la dosis y el tiempo de exposición al anestésico, para evitar daños a los ejemplares.

Los ejemplares capturados se identificarán hasta nivel de especie, de acuerdo con el estándar ID-TAX de la Dirección General del Agua. Si existen dudas en la identificación de alguna especie, se conservará algún ejemplar para su examen en el laboratorio.

Se realizará un recuento del número de ejemplares capturados por especie, se medirán sus parámetros biológicos y se registrarán dichos datos. Si el número de individuos de una especie es elevado, será suficiente con caracterizar una submuestra de 30 ejemplares que integre individuos de todas las clases de edad presentes, los cuales se medirán y examinarán; mientras que el resto serán sólo contabilizados.

¹ temperaturas extremas condicionan el comportamiento de los peces (si $<5\text{ }^{\circ}\text{C}$ se reduce su actividad; con valores muy altos se reduce drásticamente la disponibilidad de oxígeno); y altas conductividades hacen la pesca muy ineficaz



Serán objeto de registro los siguientes datos asociados a los **parámetros biológicos de los ejemplares capturados**:

- especie y número de ejemplares capturados
- longitud furcal (mm); opcionalmente, se registrará también la longitud total (mm)
- estado sanitario y anomalías externas
- opcionalmente se registrará el peso individualizado (g); así como otros como el sexo, la madurez y la existencia de parásitos.

Las capturas de los ejemplares de cada una de las especies identificadas se extrapolarán al área de muestreo como capturas por área del tramo muestreado (abundancia) y para cada uno de los taxones identificados. Los resultados se expresarán como individuos / 100 m².

De producirse ejemplares muertos durante la ejecución de la pesca eléctrica, se registrará el dato.

Los ejemplares ya manipulados se introducen en otro contenedor con agua fresca. El uso de contenedores con rejillas u orificios, de modo que la corriente de agua circule a través, ayuda a la recuperación de los peces previa a su suelta.

Una vez finalizada la pesca en el tramo, se procederá a devolver los peces al río, asegurándose que están recuperados de la anestesia; para ello se elegirá una zona de corriente moderada cerca de la orilla y se evitará la suelta en tramos de fuerte corriente.