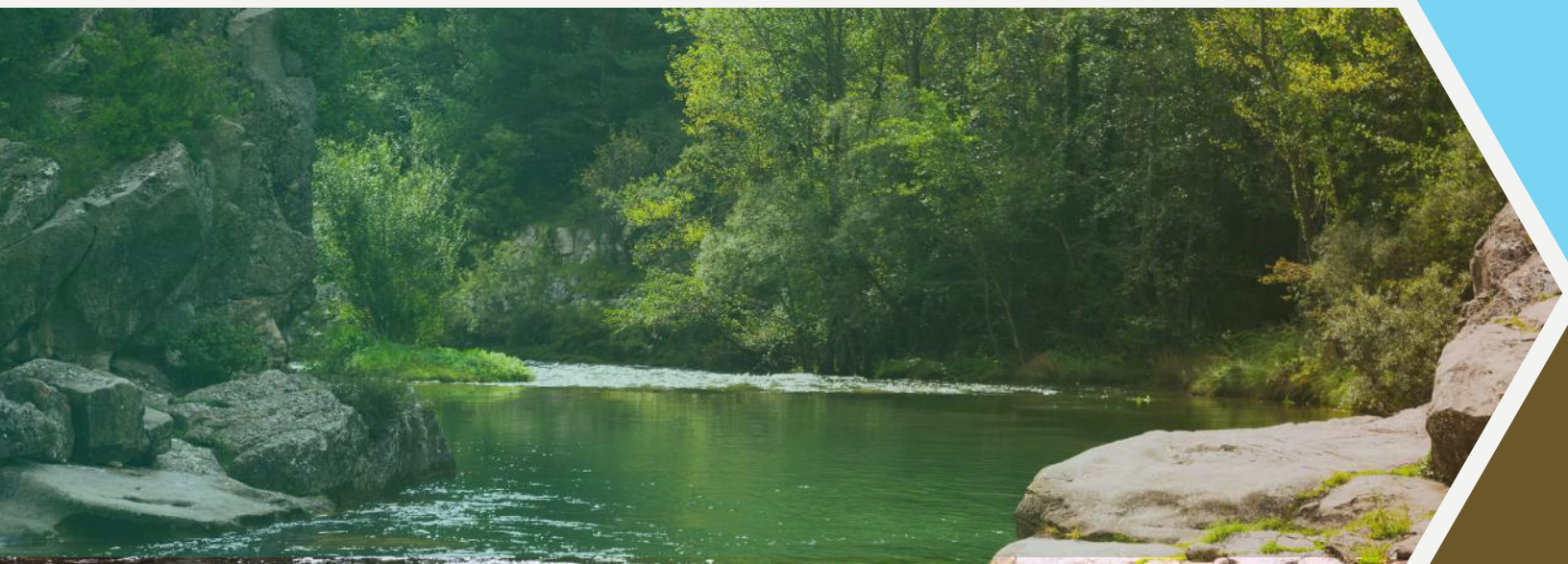


# Protocolo para el monitoreo ecosistémico de **cuerpos lóticos** **(ríos y arroyos)** en Áreas Naturales Protegidas

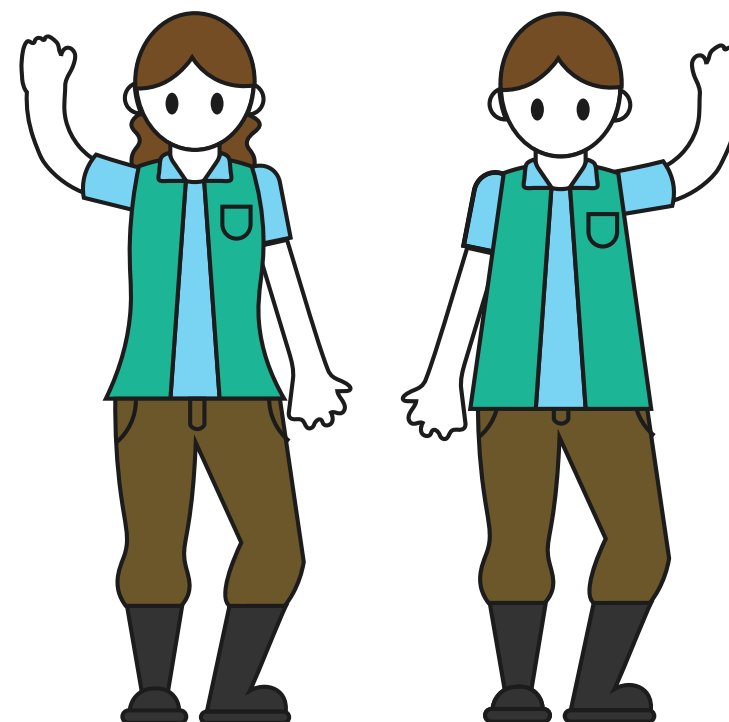


México, 2022

Francisco Javier Botello López  
Catalina Vázquez Camacho  
Fernando Mayani Parás  
Marisol Eliut Vega Orihuela  
Sharon Patricia Morales Díaz



Protocolo para el  
monitoreo ecosistémico de  
**cuerpos lóticos**  
**(ríos y arroyos)**  
en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022



**Primera edición digital:** 17 de octubre del 2022

**Fotografías:** “Montaña, río con rocas” [fotografía], por Bearfotos, Freepik.com (<https://www.freepik.es/>)

**Diseño e ilustraciones:**

Claire Pérez Lemus  
[claire.pl1999@gmail.com](mailto:claire.pl1999@gmail.com)

Mariana Inurriagarro Nevarez  
[madamedestler@gmail.com](mailto:madamedestler@gmail.com)

Iraís Gayoso Gutiérrez  
[iraisgayoso@gmail.com](mailto:iraisgayoso@gmail.com)

**Coordinación, edición técnica y científica:**

Francisco Javier Botello López  
Catalina Vázquez Camacho  
Fernando Mayani Parás  
Marisol Eliut Vega Orihuela  
Sharon Patricia Morales Díaz

**Forma de citar:**

Botello, F., Vázquez-Camacho, C., Mayani-Parás, F., Vega-Orihuela, M. E., y Morales-Díaz, S. (2022). *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de cuerpos lóticos (ríos y arroyos) en Áreas Naturales Protegidas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Conservación Biológica y Desarrollo Social. A. C.

**D. R. © 2022 CONSERVACIÓN BIOLÓGICA Y DESARROLLO SOCIAL, A. C.**

Calle Nueve, No. 52, Int. 4, Colonia Espartaco, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, 04870.

Correo electrónico: [contacto@conbiodes.com](mailto:contacto@conbiodes.com)

Sitio web: <https://www.conbiodes.com/>

ISBN: en trámite

Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Impreso en México - Printed in Mexico

Prohibida su venta o actividad lucrativa con el material que en esta guía gratuita aparece, mediante cualquier medio impreso o electrónico


Protocolo para el  
monitoreo ecosistémico de  
**cuerpos lóticos**  
**(ríos y arroyos)**  
en Áreas Naturales Protegidas

México, 2022

# Contenido

Introducción	9
Indicadores que requieren trabajo de campo	13
<b>Indicador 1</b> 	
*Parámetros fisicoquímicos del agua	<b>15</b>
Medición de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad	17
Medición de sólidos disueltos totales	18
Hoja de registro	86
<b>Indicador 2</b> 	
*Características físicas del cuerpo de agua	<b>21</b>
Hoja de registro	87
<b>Indicador 3</b> 	
*Rompimiento de la continuidad del cauce natural en las cuencas hidrográficas	<b>27</b>
Hoja de registro	88
<b>Indicador 4</b> 	
Composición de microalgas bentónicas	<b>31</b>
Hoja de registro	89
<b>Indicador 5</b> 	
*Cobertura de las comunidades de macrófitas	<b>37</b>
Cuerpo de agua no profundos	39
Cuerpo de agua profundo	41
Cuerpo de agua de difícil acceso	42
Cuerpos con aguas turbias, profundas y no aptas para el buceo	42
Hoja de registro	90

<b>Indicador 6</b> 	<b>45</b>
*Diversidad de macroinvertebrados acuáticos	
Hoja de registro	91
<b>Indicador 7</b> 	<b>51</b>
*Composición de la comunidad íctica	
Uso de redes	53
Uso de trampas	54
Hoja de registro	92
<b>Indicador 8</b> 	<b>57</b>
Diversidad de anfibios y reptiles	
Trampas nasa	60
Captura directa	61
Parcelas	61
Transectos de banda fija	62
Hoja de registro	93
<b>Indicador 9</b> 	<b>65</b>
Presencia de aves acuáticas	
Censo por área	67
Puntos de conteo de dos bandas	67
Hoja de registro	94
<b>Indicador 10</b> 	<b>71</b>
Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto	
Hoja de registro	95
<b>Indicador 11</b> 	<b>75</b>
*Composición de la vegetación riparia	
Hoja de registro	96

<b>Indicador 12</b> 	<b>79</b>
*Número de impactos generados por el humano	
Hojas de registro	
Número de impactos generados por el humano	97
Presión de turismo	98
Recomendaciones	99
Agradecimientos	101

# Introducción

---

El siguiente protocolo de aguas subterráneas (acuíferos y cenotes) es un producto del proyecto “Monitoreo ecosistémico para contribuir a la evaluación de la efectividad de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP)”. Está basado en un análisis exhaustivo de 822 documentos sobre los objetos de interés para el monitoreo y conservación de ANP, y de 400 documentos adicionales que describen programas y protocolos de monitoreo a nivel nacional e internacional. Se tomó como referencia el concepto de evaluación de la integridad ecológica, ya que permite medir el impacto de las acciones de conservación y conocer su efectividad sobre los procesos ecológicos que mantienen a la biodiversidad<sup>1</sup>.

Es importante diferenciar entre el monitoreo de la integridad ecológica y el monitoreo biológico; este último se enfoca en un objeto de conservación seleccionado para un área en particular y los indicadores que se le atribuyen. En el caso de la integridad ecológica (se entiende como el mantenimiento de los componentes bióticos, abióticos y sus interacciones), su monitoreo está ligado al funcionamiento de los ecosistemas, que estos mantengan su salud y proporcionen servicios ecosistémicos<sup>2</sup>. Su evaluación se compone de tres elementos fundamentales de los ecosistemas: composición, estructura y función<sup>3</sup> y también se consideran las amenazas (fenómenos naturales) y presiones (perturbaciones humanas), ambas tienen influencia en el bienestar y funcionamiento de los ecosistemas; siendo elementos clave para la evaluación de la integridad ecológica<sup>4</sup>.

1 Herrera *et al.*, 2004

2 Komar *et al.*, 2014

3 Carrillo-García, 2018; Macías-Caballero *et al.*, 2014

4 Andrello *et al.*, 2021

Para poder evaluar el nivel de integridad ecológica, que a partir de este momento se mencionará como integridad ecosistémica, es necesario contar con indicadores que se incluyan en cada elemento fundamental (composición, estructura, función, presiones y amenazas). Estos indicadores fueron seleccionados a partir de análisis previos de integridad ecosistémica, posteriormente revisados, retroalimentados por los directores y las directoras, técnicos y técnicas de ANP. Además, con el objetivo de fortalecer estos indicadores se realizaron reuniones con expertas y expertos de cada ecosistema, para su validación y selección de indicadores prioritarios (identificados con un asterisco [\*] en los protocolos), en función de su costo-efectividad en términos de recursos (humanos y/o económicos), la información clave que brindan sobre el estado de conservación del ecosistema y que retomen esfuerzos de monitoreo de indicadores que ya se realizan dentro de las áreas naturales protegidas.

Con el objetivo de que la evaluación de la integridad ecosistémica se lleve a cabo en los distintos ecosistemas de las ANP del país con un método estandarizado y que permita comparar el estado del ecosistema entre las diferentes áreas, se realizaron protocolos de fácil entendimiento a un nivel técnico medio, de tal manera que pueda ser utilizado por profesionales de distintas áreas (biología, ingenierías, entre otras), así como también, por guardaparques, técnicos y pobladores locales que contribuyen a las tareas de monitoreo de las ANP.

Para facilitar la lectura, el entendimiento del protocolo y guiar la experiencia del lector, la estructura del protocolo está compuesta por distintos elementos clave como lo son:

- El índice que enlista los indicadores generales y prioritarios con su ícono y color representativo.
- La introducción que narra el desarrollo de los protocolos y sus objetivos.
- Una tabla resumen que contiene los indicadores a monitorear, el componente de integridad ecosistémica al que está relacionado, si corresponde o no a un indicador prioritario (\*), el tipo de muestreo recomendado, el equipo necesario y la frecuencia de monitoreo.
- Por cada indicador se presenta una descripción del método recomendado a utilizar para su monitoreo, así como la información necesaria a registrar en campo para su posterior análisis.
- La literatura consultada para el desarrollo de cada indicador para su consulta.
- Una sección de recomendaciones generales.
- Agradecimientos.
- Un anexo compuesto por los formatos de registro sugeridos.

Para la evaluación de la integridad ecosistémica de los **cuerpos de lóticos (ríos y arroyos)**, se presentan 12 indicadores a medir: ocho indicadores para composición, un indicador para estructura, un indicador para función y dos indicadores de perturbaciones y amenazas. De estos 12 indicadores, con un (\*) se indican nueve que se consideran prioritarios.

Con el objetivo de estandarizar la información obtenida a partir del monitoreo ecosistémico en las distintas ANP, se recomienda seguir las especificaciones de la metodología que se propone en el presente protocolo, sin embargo, el protocolo es lo suficientemente flexible para que cada una de las ANP lo adapte a las necesidades de su ecosistema y las capacidades operativas con las que cuenta.

En la metodología de cada indicador se incluyen los datos que se deberán registrar, para ello al final de la descripción de los indicadores (Anexo 1) se encuentran disponibles los formatos de registro para cada indicador. Es importante mencionar que para tener un control y dar seguimiento a los registros realizados, para cada uno de los indicadores es necesario obtener la siguiente información:

- Nombre de la persona que toma los datos.
- Estado del tiempo.
- Fecha de la toma de datos.
- Hora de la toma de datos.
- Lugar donde se realizará el monitoreo.

**Nota importante:** para todos los casos que sea necesario realiza colectas de organismos se deberá contar con los permisos de colecta correspondientes.

### Basado en:

- Carrillo-García, D. (2018). Indicadores para monitorear la integridad ecológica de los arrecifes de coral: el caso del caribe mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Herrera, B., y Corrales, L. (2004). Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas (No. 32172 caja (436)). PROARCA.
- Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. (2014). Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.
- Macías Caballero C., Contreras Martínez S., Martínez Ovando E., Alba López M. P., Cárdenas Hernández O. G., Alcántara Concepción P. C., García Contreras G., González Ceballos J., Monroy Gamboa A. G., Cruz Maldonado N. N., Salazar Dreja A., Torres González L. F. Cervantes Escobar A. y Cruz Nieto M. A. (2014). Diseño de protocolos de monitoreo para estimar la integridad ecológica en selvas y bosques de sitios prioritarios de la Alianza México REDD+. The Nature Conservancy. Reporte de Consultoría. México, D. F.
- Parrish, J. D., Braun, D. P. y Unnasch, R. S. (2003). ¿Estamos conservando lo que decimos ser? Medir la integridad ecológica dentro de las áreas protegidas. BioScience, 53 (9), 851-860.
- Olguín, S. A. Villela Gaytán, R. Flores (Coordinadores) (2018). Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. 272 pp.

Indicadores que requieren trabajo de campo				
Elemento de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo recomendado
Función	<b>1. *Parámetros fisicoquímicos del agua</b>	Sonda multiparamétrica de calidad del agua o sensores específicos por cada parámetro	GPS, formatos de registro impresos, sonda multiparamétrica, si no se tiene entonces sensor permanente temperatura, sensor permanente de pH, sensor permanente de salinidad, sensor permanente de concentración de oxígeno disuelto, botella Niskin, fibra de vidrio y medidor de TDS	Mensualmente, o de ser posible de manera semanal
Estructura	<b>2. *Características físicas del cuerpo de agua</b>	Medición de la sección transversal y método del flotador	GPS, formatos de registro impresos, cronómetro, flotador, estacas, cuerda y flexómetro	Cuatro veces al año (época de secas, lluvias y dos periodos de transición)
Perturbaciones y amenazas	<b>3. *Rompimiento de la continuidad del cauce natural en las cuencas hidrográficas</b>	Por medio de capas vectoriales disponibles conocer la ubicación de presas y caminos que atraviesan el cuerpo de agua. Verificación en campo	GPS, formatos de registro impresos	Anual
Composición	<b>4. Composición de microalgas bentónicas</b>	Cepillado de rocas	GPS, formatos de registro impresos, cepillo dental, bandeja plástica de color blanco, flexómetro, frascos para colecta de agua y hielera	Dos veces al año, en la época de lluvias y secas
	<b>5. *Cobertura de las comunidades de macrófitas (plantas acuáticas)</b>	Transectos	GPS, formatos de registro impresos, flexómetro, cámara fotográfica y espátula/rastrillo/draga	Cuatro veces al año, tomando en cuenta la época seca, lluviosa y las épocas de transición
	<b>6. *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos</b>	Uso de redes	GPS, formatos de registro impresos, red tipo "D" de 300 mm de diámetro y una luz de malla de 300 µm, recipiente de vidrio o plástico, bandeja de loza blanca, pinzas, frascos con alcohol y guía de campo	Dos veces al año, tomando en cuenta la época seca y la lluviosa. En caso de que se presente algún tipo de perturbación deberán hacerse recorridos y monitoreos del indicador
	<b>7. *Composición de la comunidad íctica</b>	Uso de redes y/o trampas	GPS, formatos de registro impresos, red de luz de malla de 0.5 cm, baldes y trampas para peces	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa



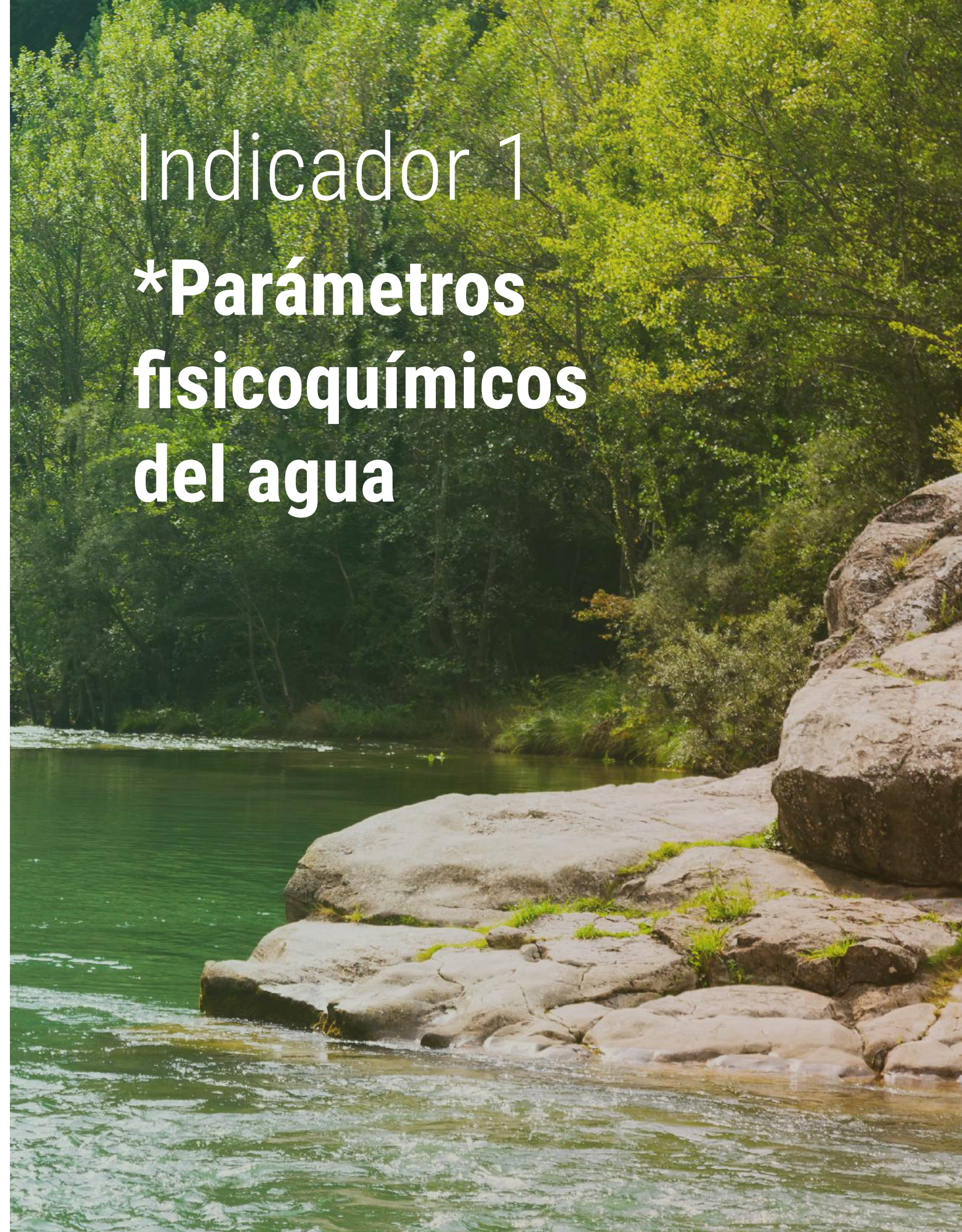
Elemento de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo recomendado
Composición	<b>8. Diversidad de anfibios y reptiles</b>	Trampas nasa, captura directa, parcelas cuadrangulares y/o transectos de banda	GPS, formatos de registro impresos, trampas nasa, redes con cabo de madera o metal, flexómetro, guantes para manejo de serpientes, ganchos herpetológicos, polainas de tela o de plástico, redes, mangas, bandejas de plástico y desinfectante (lejía al 4 %, formol al 40 %, etanol al 70 % u otros desinfectantes)	Cuatro veces al año, tomando en cuenta la época seca, lluviosa y las épocas de transición
	<b>9. Presencia de aves acuáticas</b>	Censo por área y/o puntos de conteo	GPS, formatos de registro impresos, binoculares, cronómetro, guía de campo, cinta métrica, cinta de plástico o listones y plumón	
	<b>10. *Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto</b>	Uso de redes, trampas nasa, captura directa, parcelas cuadrangulares y/o transectos de banda y censo por área o puntos de conteo	GPS, formatos de registro impresos, binoculares, cronómetro, guía de campo, cinta métrica, cinta de plástico o listones y plumón, cinta diamétrica de preferencia y flexómetro, red de luz de malla de 0.5 cm, baldes, trampas para peces y trampas nasa	Dos veces al año
	<b>11. *Composición de la vegetación riparia</b>	Parcelas	GPS, formatos de registro impreso	Dos veces al año durante la temporada seca y lluviosa
Perturbaciones y amenazas	<b>12. *Número de impactos generados por el humano</b>	Recorridos y/o sobrevuelos con drones y llenado de bitácoras	GPS, formatos de registro impresos, libreta de campo y drones	Mensual

Tabla 1. Indicadores que requieren trabajo de campo.

**Nota importante:** debido a que el objetivo de este protocolo es realizar un muestreo estandarizado, es de suma importancia que el esfuerzo de muestreo se mantenga para el caso particular de cada indicador. También, es importante mencionar que, el indicador de Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto se monitoreará simultáneamente, es decir, al estar efectuando el monitoreo de otros indicadores podrá detectar al mismo tiempo especies exóticas-invasoras.

# Indicador 1

## \*Parámetros fisicoquímicos del agua



Los parámetros fisicoquímicos que se miden son: la temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, y transparencia del agua (coeficiente de atenuación de luz). Sólo el último parámetro se mide con un disco de Secchi, el resto de los parámetros se miden con una sonda multiparamétrica o sondas específicas para cada parámetro. Las mediciones deberán hacerse al menos en cuatro puntos del cuerpo del agua.

**Nota:** es importante mencionar que antes de realizar las lecturas de los parámetros, la sonda o los sensores utilizados sean calibrados para obtener lecturas reales. Asimismo, la lectura de los parámetros deberá realizarse siempre a la misma hora del día.

## Medición de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad

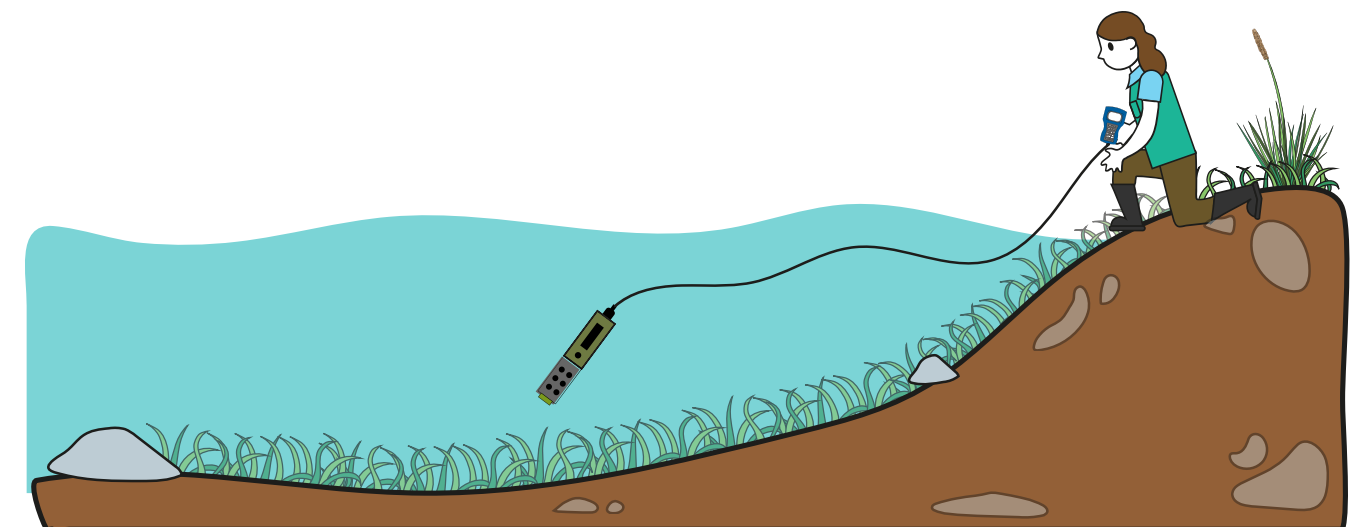
**1** Sumerja una sonda multiparamétrica o sondas específicas para cada parámetro hasta una profundidad cercana al fondo:

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- pH
- Salinidad

**2** Registre datos.

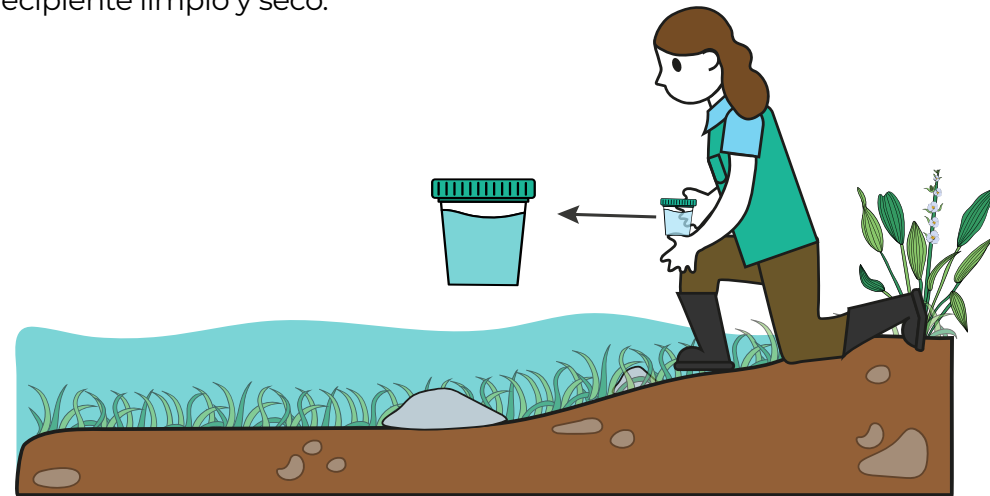
### Datos a registrar:

- Coordenadas de los puntos de toma de parámetros
- Valores de parámetros (temperatura (°C), oxígeno disuelto (PPM), pH y salinidad (UPS))
- Observaciones generales relacionadas con los cuerpos de agua (presencia de basura, residuos líquidos, infraestructura hidráulica, actividades humanas, presencia de especies exóticas-invasoras, entre otros)

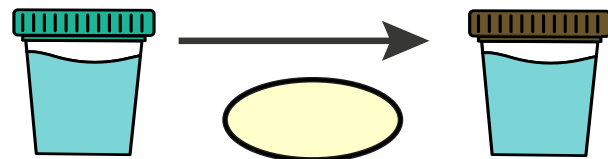


# Medición de sólidos disueltos totales

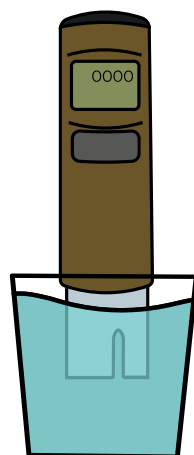
- 1 Tome una muestra de agua y almacénala en un recipiente limpio y seco.



- 2 Posteriormente filtre el agua de muestra hacia otro recipiente.



- 3 Sumerja el electrodo en la muestra filtrada, hasta el nivel indicado.



2 min.

- 4 Asegúrese que el equipo permanezca recto, sin tocar el fondo o las paredes del vaso.

- 5 Espere 2 minutos y registre el valor en "PPM".

- 6 Registre datos.

## Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de los puntos donde se tomen las muestras de agua
- Valores de la medición (PPM)
- Observaciones generales relacionadas con los cuerpos de agua (presencia de basura, residuos líquidos, infraestructura hidráulica, actividades humanas, presencia de especies exóticas-invasoras, entre otros)

## Basado en:

- Bartram, J. y Ballance (1996). Water quality monitoring. A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. First Edition. unep/who. Printed by Chapman and Hall. Gran Bretaña. 383 p.
- Bates, R. G., Roy, R. N., y Robinson, R. A. (1973). Buffer standards of tris (hydroxymethyl) methylglycine (Tricine) for the physiological range pH 7.2 to 8.5. Analytical chemistry, 45(9), 1663-1666.
- Beitinger, T. L., Bennett, W. A., y McCauley, R. W. (2000). Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature. Environmental biology of fishes, 58(3), 237-275.
- Congdon, V. M., Dunton, K. H., Brenner, J., Goodin, K. L. y Ames, K. W., (2018) Ecological Resilience Indicators for Seagrass Ecosystems. In: Ecological Resilience Indicators for Five Northern Gulf of Mexico Ecosystems. [https://www.natureserve.org/sites/default/files/projects/files/ecological\\_resilience\\_indicators\\_for\\_five\\_northern\\_gulf\\_of\\_mexico\\_ecosystems.pdf](https://www.natureserve.org/sites/default/files/projects/files/ecological_resilience_indicators_for_five_northern_gulf_of_mexico_ecosystems.pdf)
- Díaz, R. J. y Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. science, 321, no 5891, p. 926-929.
- Guerrero-Meseguer, L., Cox, T. E., Sanz-Lázaro, C., Schmid, S., Enzor, L. A., Major, K., ... y Cebrián, J. (2020). Does ocean acidification benefit seagrasses in a mesohaline environment? A mesocosm experiment in the northern Gulf of Mexico. Estuaries and Coasts, 43(6), 1377-1393.
- Lessard, J. L. (2006). Habitat Assessment and Physicochemical Parameters. En J. E. Flotemersch, J. B. Stribling y M. Paul (eds.) Concepts and Approaches for the Bioassessment of Nonwadeable Streams and Rivers. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, USA.
- Perera-Valderrama, S., S. Cerdeira-Estrada, R. Martell-Dubois, L. O. Rosique-de la Cruz, H. Caballero-Aragón y R. Ressler (coords.). (2020). Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15240.pdf>
- Repolho, T., Duarte, B., Dionísio, G., Paula, J. R., Lopes, A. R., Rosa, I. C., Grilo, T. F., Caçador, I., Calado, R. y Rosa, R. (2017). Seagrass ecophysiological performance under ocean warming and acidification. Scientific Reports 7: 41443.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjepor-bosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>

A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The river is surrounded by large, grey rocks on both banks. The water is clear and reflects the surrounding greenery. The background is filled with dense trees, creating a vibrant green backdrop.

## Indicador 2

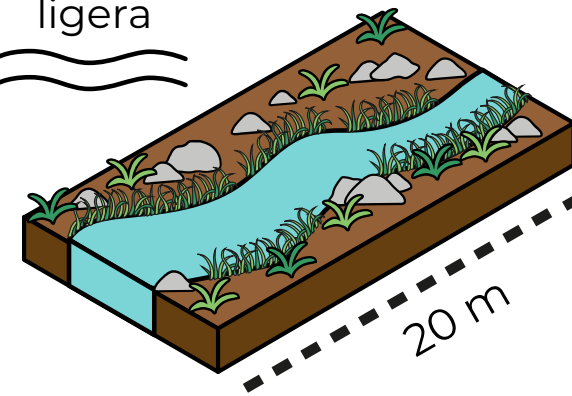
**\*Características físicas  
(profundidad, ancho y  
velocidad de corriente)  
del cuerpo de agua**

**Nota importante:** en caso de que cuerpo de agua mida más de 20 m utilice una cuerda marcada para medir el ancho.

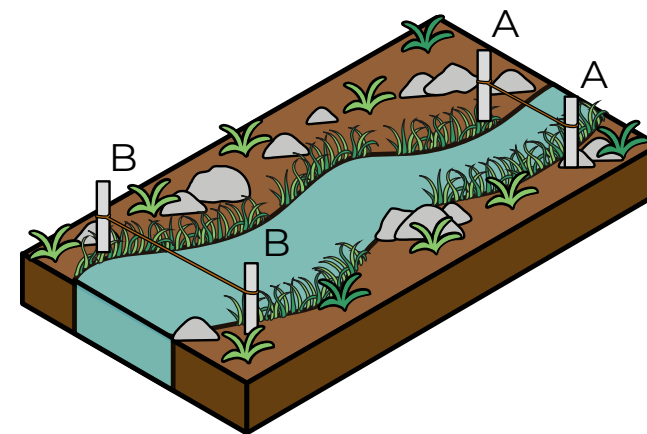
**1** Ubique un tramo de arroyo recto de una distancia de 20 metros (si se tienen distancias más largas, como de 50 o 100 m, la medición será más precisa, por lo que es recomendable utilizar distancias más largas si se tiene la oportunidad).

**2** Seleccione una zona con agua tranquila y sin plantas acuáticas para que el flotador se mueva con facilidad y regularidad.

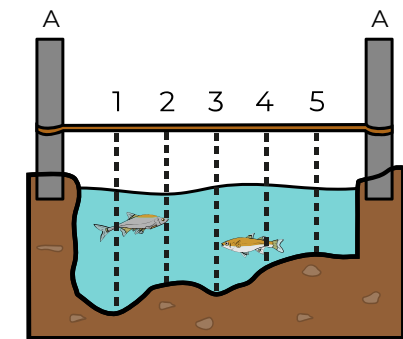
Corriente  
ligera



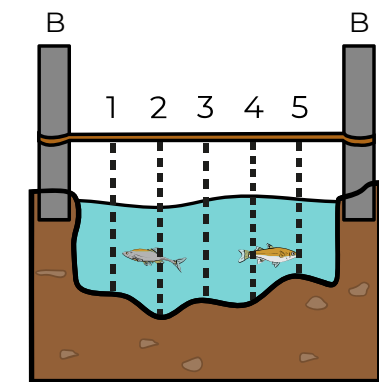
**3** Marque el tramo con estacas en ambos lados del río o arroyo, en el punto de inicio (AA) y tienda una línea con una cuerda entre las estacas. Haga lo mismo en el punto de término (BB).



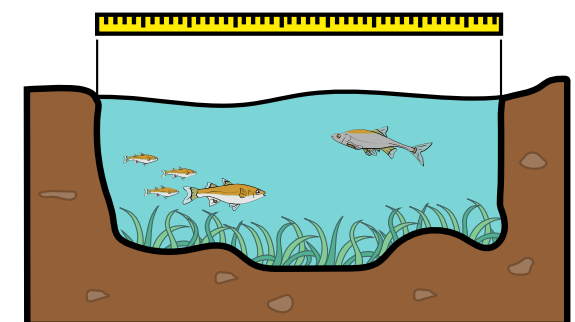
**4** Mida la profundidad del agua en 5 puntos a distancias iguales a través del arroyo en el punto AA.



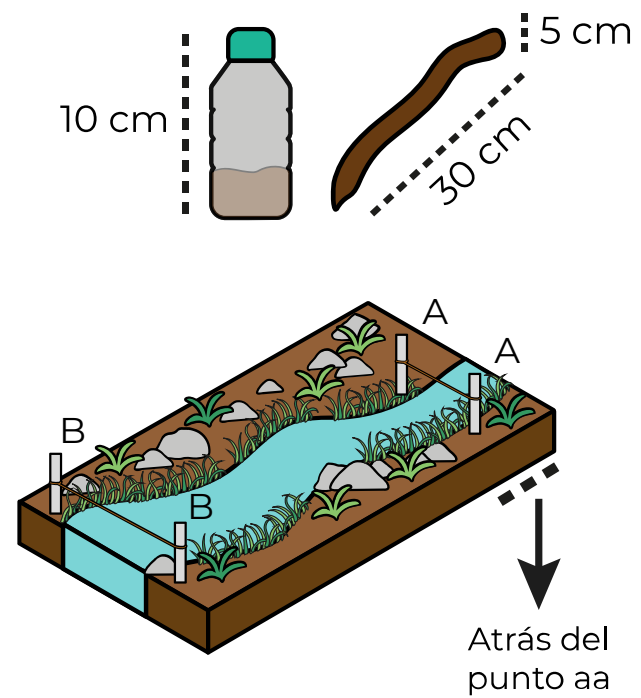
**5** Mida la profundidad del agua en 5 puntos a distancias iguales a través del arroyo en el punto BB.



**6** Mida el ancho del cuerpo de agua.



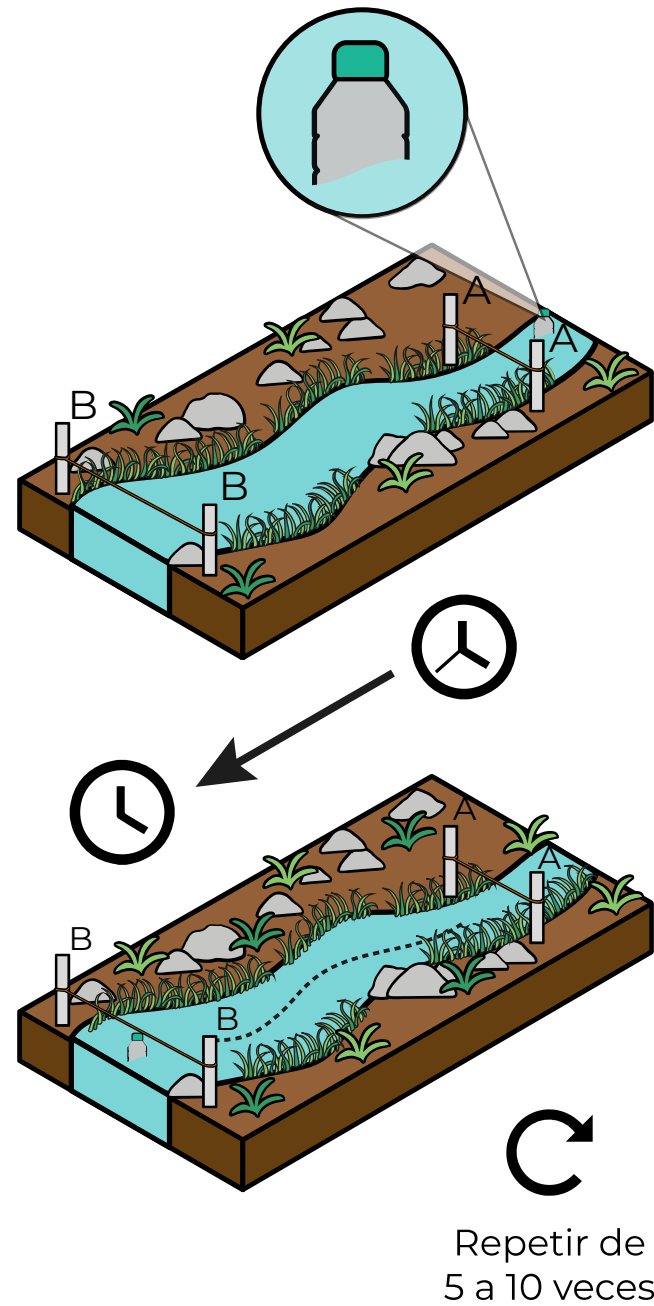
**7** Posteriormente, utilice su flotador (puede ser un trozo de madera o rama lisa de un árbol de unos 30 cm de longitud y 5 cm de anchura, o una botella pequeña bien cerrada de 10 cm de altura, que contenga agua o tierra para que flote con su parte superior justo encima de la superficie). Asegúrese de que el flotador tenga una cuerda amarrada para poder recuperarlo después del ejercicio. Ubíquese en el centro del cuerpo de agua unos metros arriba del punto aa.



**8** Suéltelo con cuidado en la corriente y empiece a tomar el tiempo cuando cruce la línea del punto aa.

**9** Mida el tiempo que tarda en recorrer la distancia del punto aa al bb, repita este proceso de 5 a 10 veces.

**10** Registre datos.



**Datos a registrar:**

- Coordenadas del punto aa y bb
- Ancho del cuerpo de agua (m)
- Profundidad de los 5 puntos de aa (m)
- Profundidad de los 5 puntos de bb (m)
- Tiempo de recorrido del punto aa al bb (m/s)
- Observaciones

**Basado en:**

- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder, y J. B. Stribling. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D. C.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>

A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The river is surrounded by large, grey rocks on both banks. The water is clear and reflects the surrounding greenery. The forest is dense with various types of trees, including tall evergreens and deciduous trees with vibrant green leaves. The overall atmosphere is peaceful and natural.

## Indicador 3

**\*Rompimiento de la continuidad del cauce natural en las cuencas hidrográficas**

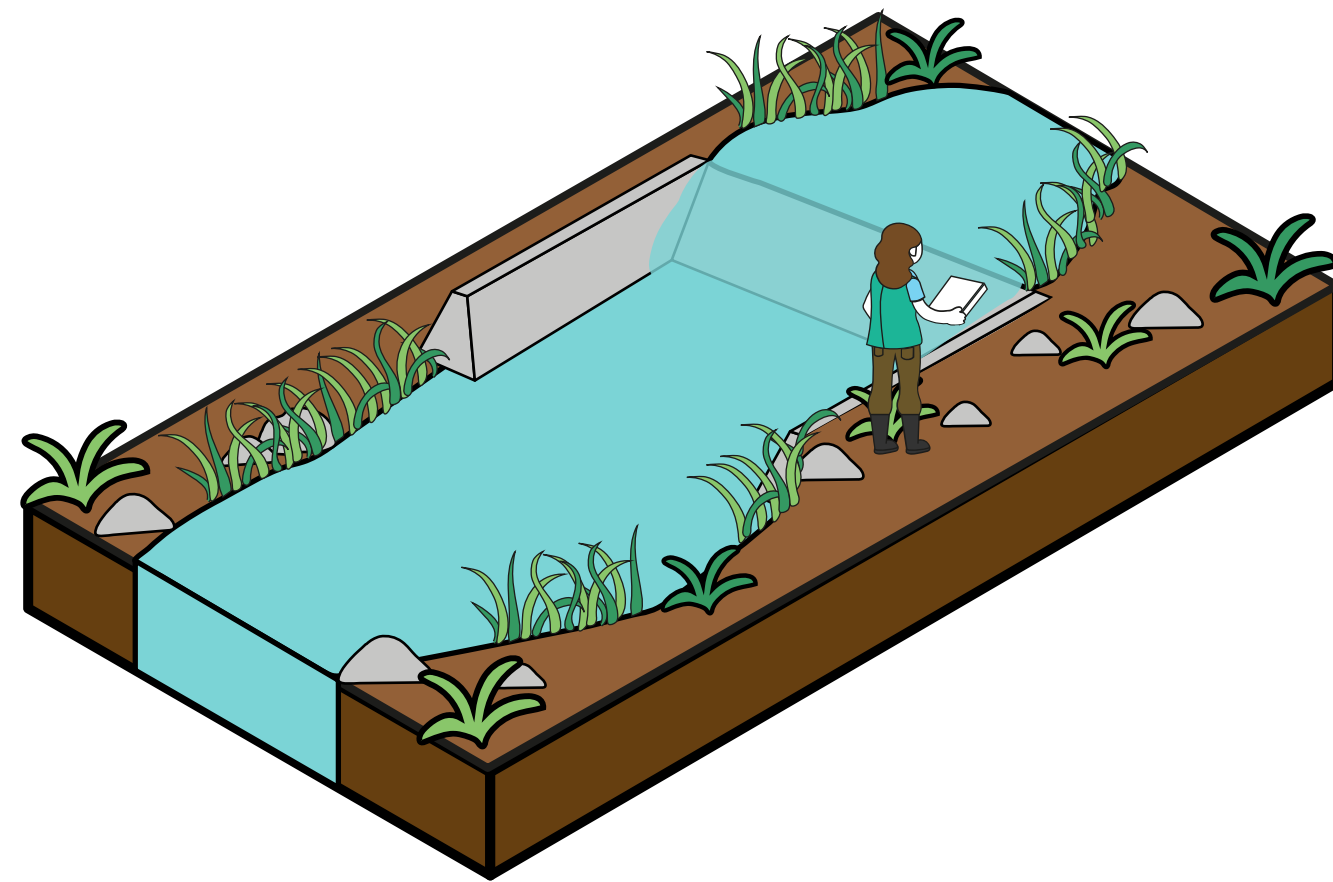


**1** A través de un recorrido paralelo a los cuerpos de agua, realice el registro de presas, infraestructura hidráulica, caminos que atraviesan el lecho de cuerpos de agua por medio del GPS.

**2** Registre datos.

#### Datos a registrar:

- Tipo de infraestructura
- Coordenada de la infraestructura que rompe la continuidad del cauce
- Observaciones





**Basado en:**

- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>

# Indicador 4

## Composición de microalgas bentónicas





**Nota importante:** debido a la complejidad de la determinación taxonómica de las algas bentónicas, se recomienda colaborar con laboratorios especializados de universidades locales o Asociaciones de la Sociedad Civil con las que se tengan alianzas. También se sugiere que, si la determinación taxonómica hasta nivel de especie no es posible, entonces se mencione el grupo o la familia a la que pertenecen los individuos observados.

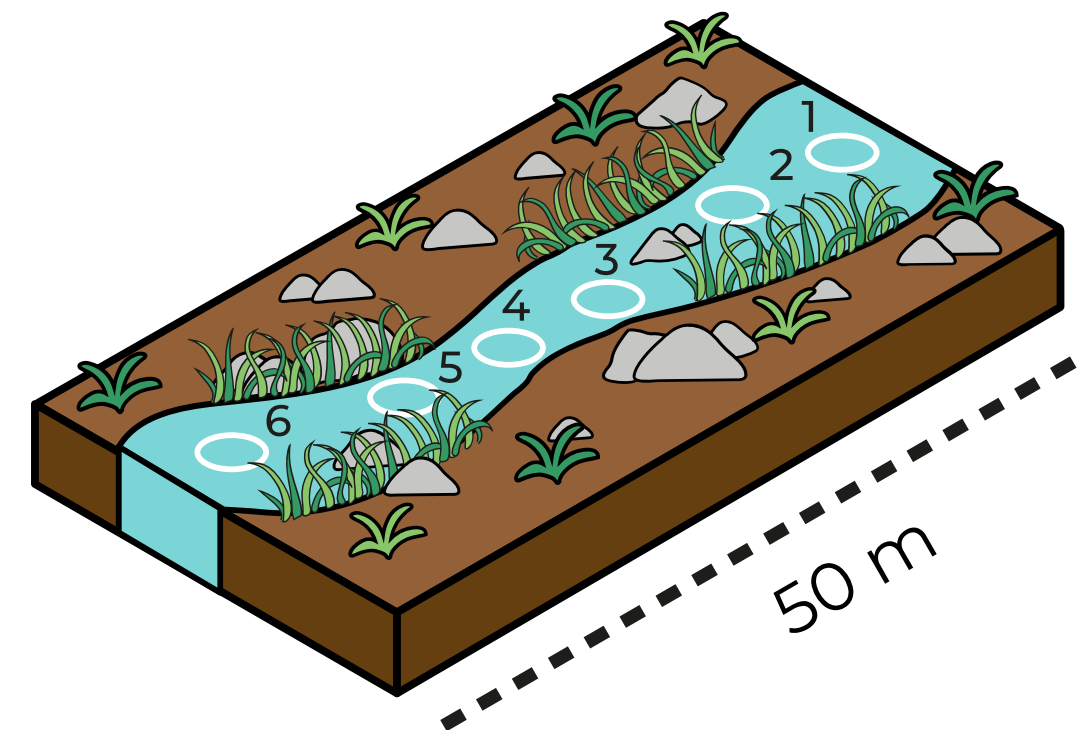
Para la medición de este indicador es importante que los puntos de muestreo sean representativos de los microhábitats que se pueden presentar, ya que permitirá obtener una caracterización más robusta de las microalgas bentónicas del cuerpo de agua. Estos puntos se deben encontrar en lugares soleados para que las rocas a muestrear tengan comunidades maduras de diatomeas. Las rocas por muestrear deben encontrarse no muy cerca de la orilla para evitar que puedan sufrir temporadas de sequía y que sean puntos

con escasa corriente, pero tampoco deben ser puntos con excesiva corriente.

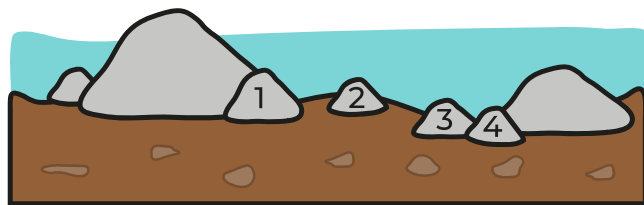
Finalmente, será importante que se mencionen las condiciones bajo las cuales se está realizando el monitoreo. Por ejemplo, si se presentan lluvias, si hay vientos fuertes, incremento de temperatura, presencia de corrientes fuertes o con distinta temperatura, entre otras condiciones.

**1** Establezca un transecto de 50 m a lo largo del río, dentro del cual se seleccionarán al menos seis puntos de muestreo.

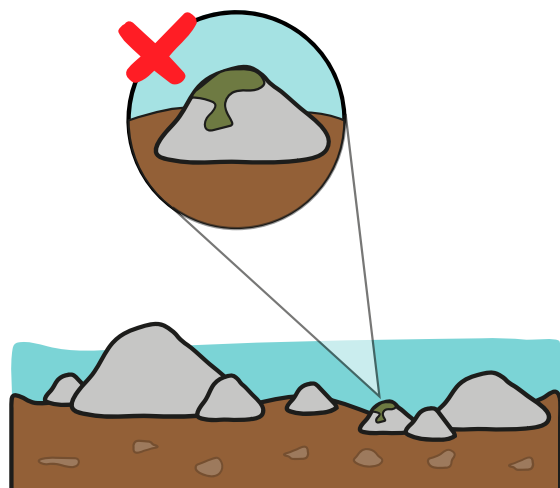
**2** Inicie el muestreo agua abajo para proceder a los siguientes puntos en dirección contracorriente, con el fin de minimizar los efectos de posible contaminación de las muestras.



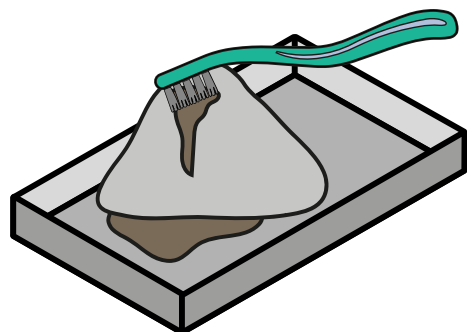
**3** En cada punto, tome cuatro rocas medianas que sean fáciles de manipular y que se encuentren completamente sumergidas en el agua.



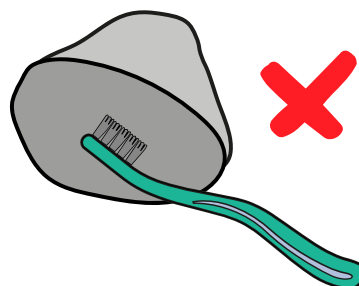
**4** Límpielas cuidadosamente de sedimentos orgánicos o detritos y asegúrese que no tengan algas recubriendo la roca.



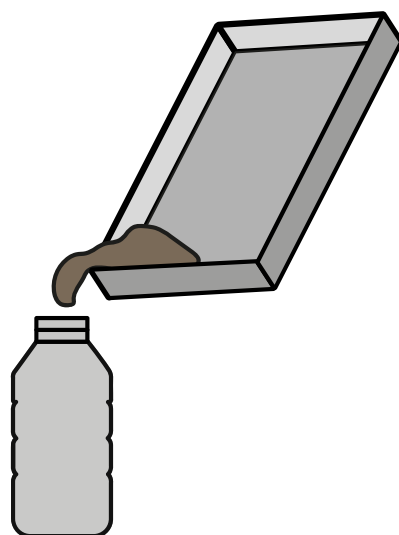
**5** Coloque las rocas en una bandeja plástica y, con un cepillo dental, límpielas cuidadosamente cepillando toda la parte superior de las rocas, ya que es el principal lugar de crecimiento de las diatomeas.



**6** La parte inferior, la cual se encuentra pegada al sustrato, no se debe limpiar al no estar en contacto directo con el agua y la luz.



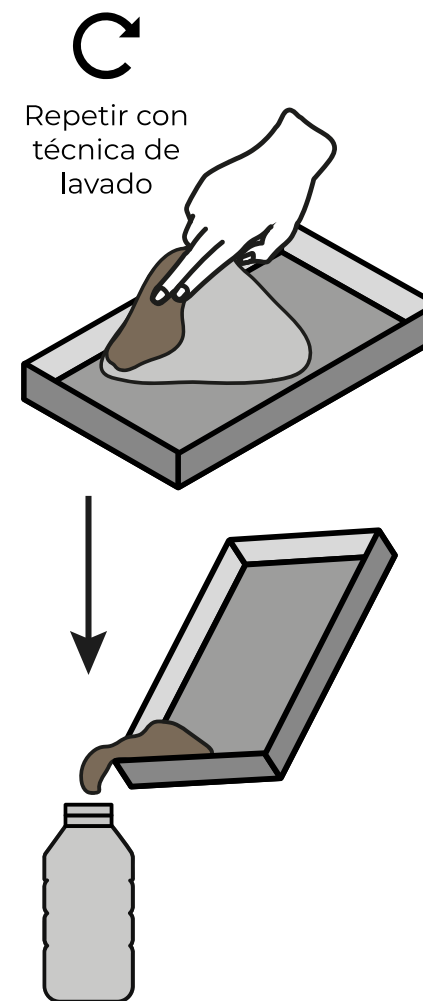
**7** Del producto obtenido del cepillado, tome una muestra pequeña de agua en un bote de plástico con tapón de rosca y repita este procedimiento para los seis puntos de muestreo, utilizando el mismo bote para almacenar el agua obtenida de los seis puntos.



**8** Etiquete el bote de plástico con el sitio de estudio e indicando el método utilizado.



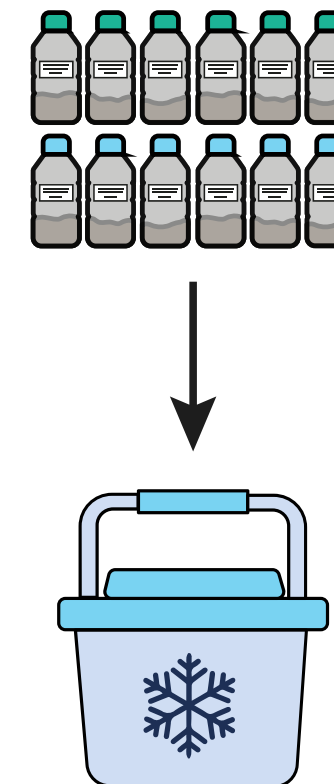
**9** Posteriormente, en los mismos seis puntos de muestreo tome distintas rocas y proceda a muestrear, pero realizando la técnica de lavado, la cual consiste en lavar las piedras manualmente y depositar el producto en otro bote de plástico.



**10** Después de coleccionar el agua de los seis puntos, rotule con el tipo de muestreo utilizado y el sitio de estudio.



**11** Almacene las muestras en una hielera para transportarlas al laboratorio y refrigere para evitar el crecimiento de otros microorganismos. Para el procesamiento de las muestras en laboratorio siga el método de Rivas *et al.*, (2010).



**12** Registre datos.

**Datos a registrar:**

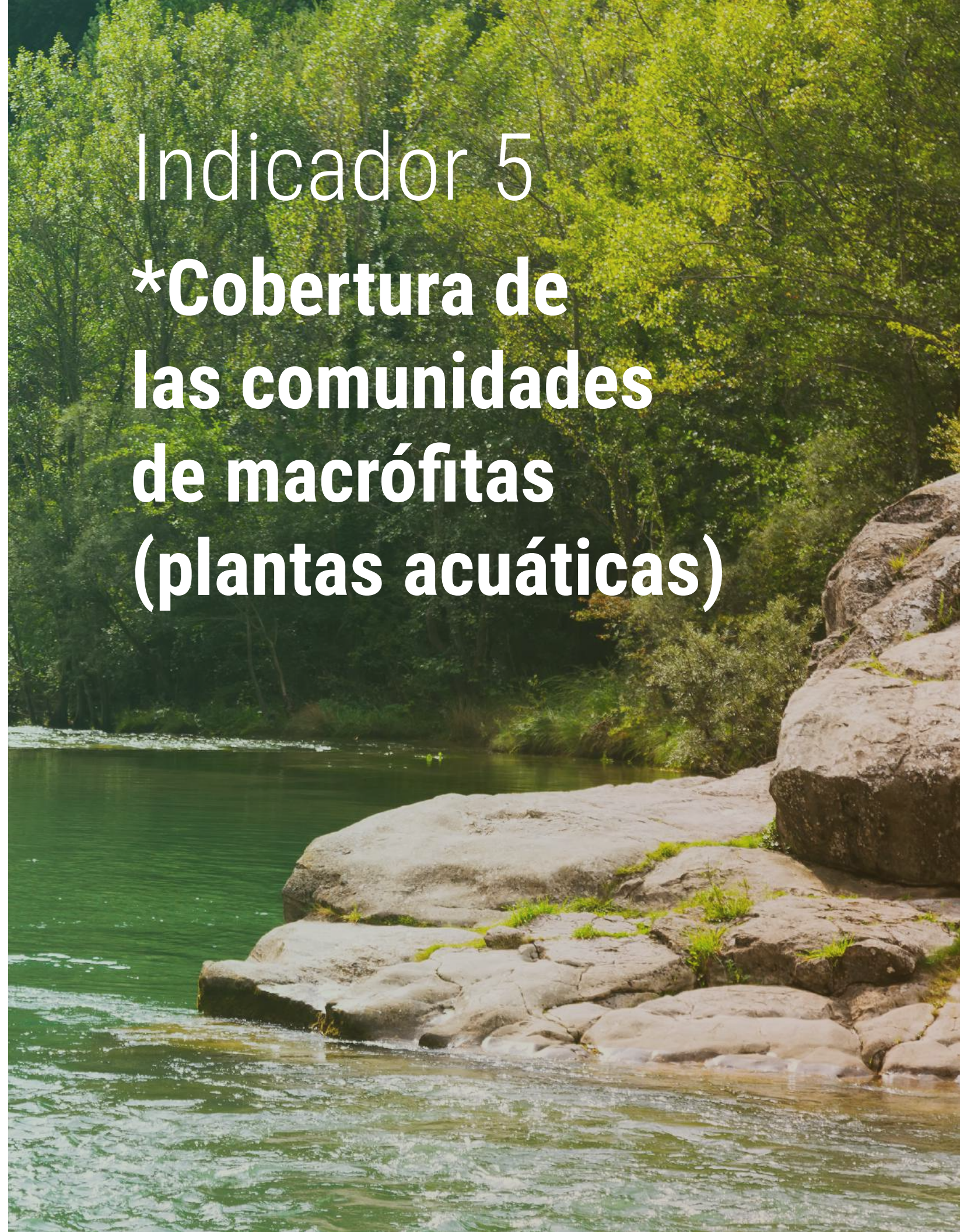
- Transecto
- Coordenadas del punto de estudio
- Grupo/familia/género o especie de los individuos observados
- Condiciones bajo las cuales se está realizando el monitoreo
- Microalga bentónica indicadora de contaminación/buena calidad del agua
- Observaciones

## Basado en:

- Salomoni, S. E., O. Rocha, G. Hermany, y E. A. Lobo (2011). Application of water quality biological indices using diatoms as bioindicators in the Gravataí river, R. S., Brazil. *Braz. J. Biol.*, 71: 949-959.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>
- Reid, M. A., J. C., Tibby, D., Penny y P. A., Gell (1995). The use of diatoms to assess past and present water quality. *Australian Journal of Ecology* 20: 57-64.
- Rimarachín, V. (2014). Perifiton. En: Samanez, I., Hidalgo Del Águila, M., Palma, C., Ortega, H., Correa, V., Arana, J., y Rimarachín, V. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.
- Rivas Flores, A. W., Gómez Orellana, R. E., Monterrosa Urías, A. J., Sermeño Chicas, J. M., y Springer, M. (2010). Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador (No. 579.85097284 R618). Universidad de El Salvador, San Salvador (El Salvador) OEA, Washington, D. C. (EUA).

# Indicador 5

## \*Cobertura de las comunidades de macrófitas (plantas acuáticas)



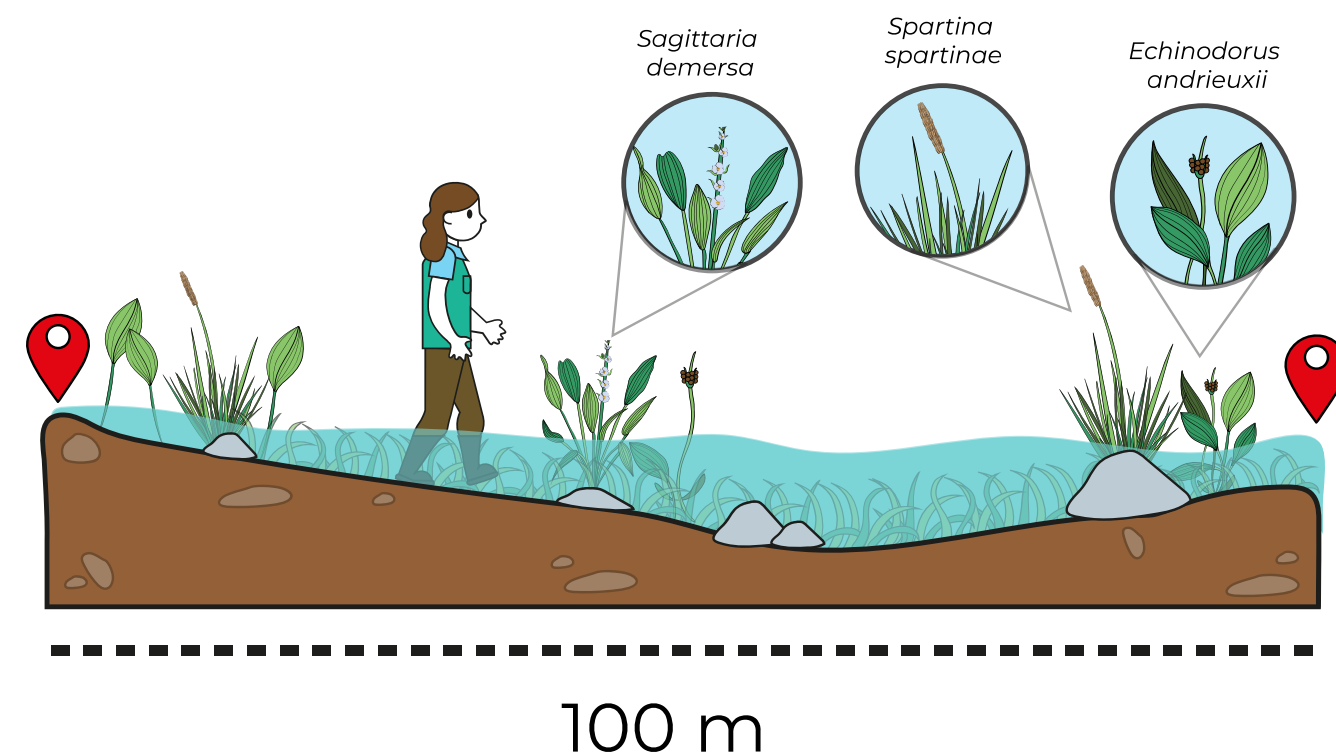
El punto de muestreo debe ser representativo de las características físicas y estructurales del cuerpo de agua. Se proporcionan tres opciones dependiendo de la accesibilidad al cuerpo de agua.

## Cuerpo de agua no profundos

En caso de que el cuerpo de agua no sea tan profundo y pueda ingresar a él por su propio pie:

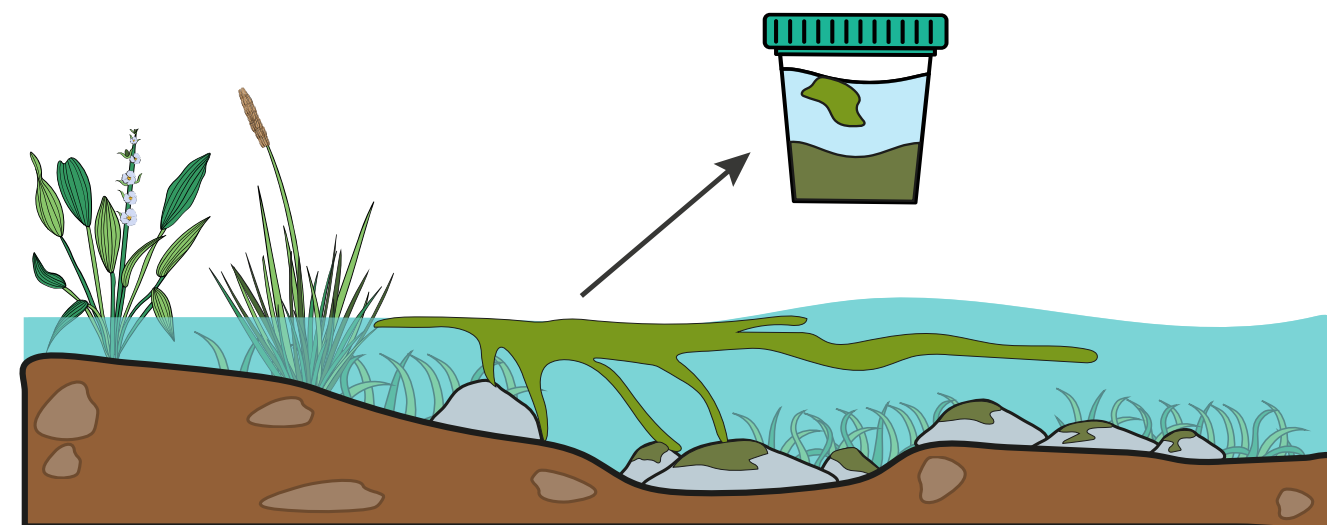
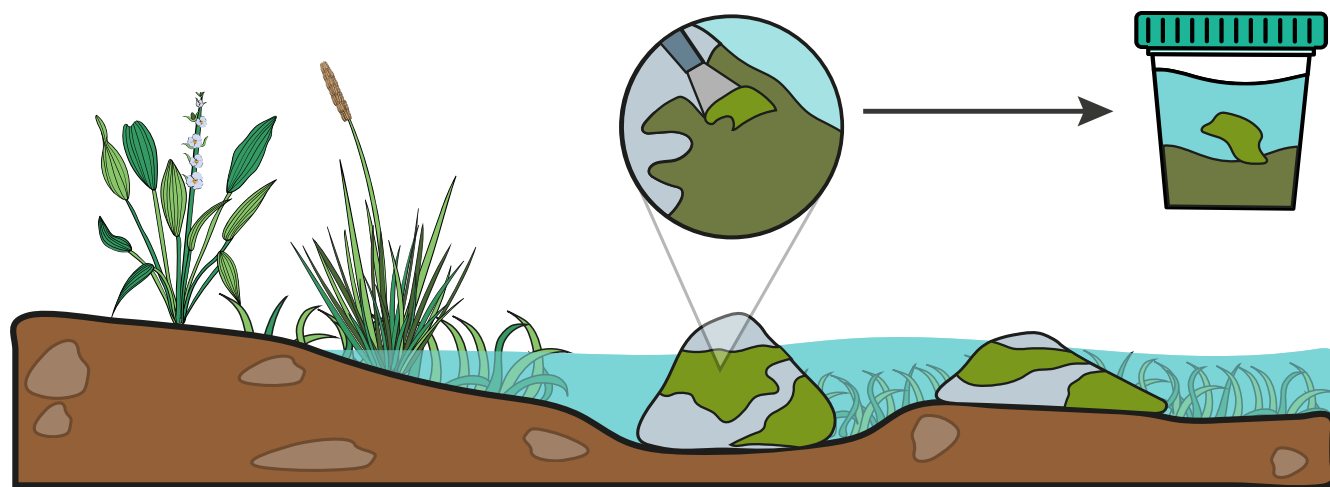
- 1 Establezca un transecto de 100 m de longitud.
- 2 Tome las coordenadas del inicio y final del transecto.
- 3 Recorra el transecto y observe cuidadosamente, pueden presentarse especies que no sea posible identificar *in situ* y por ello requerirían de una colecta para su posterior identificación.
- 4 Registre datos (página 43).

En caso de que no haya sido posible la identificación los taxones, deberá emplear técnicas de recolecta para su posterior determinación.



## I. Especies de pecton (se denomina pecton a los talos aplanados, laminares o esféricos sujetos a un sustrato)

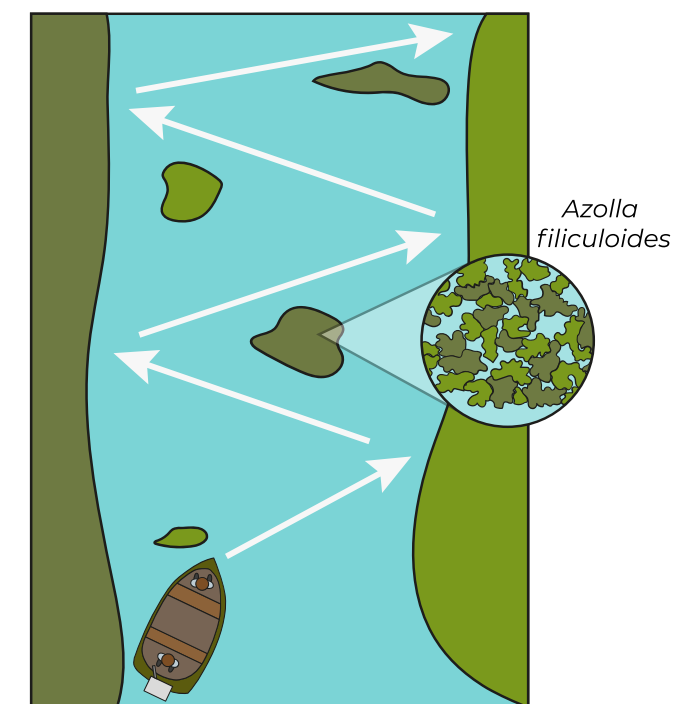
- 1 Con la ayuda de una pequeña espátula se separará la muestra del sustrato.
- 2 Posteriormente se introducirá la muestra en un recipiente de plástico y se conservará mediante la adición de formaldehído al 4 %.
- 3 Etiquete la muestra (fecha, localidad y nombre del colector) correctamente para su posterior determinación en laboratorio con un experto que colabore con el ANP.
- 4 Registre datos (página 43).



## Cuerpo de agua profundo

Si el muestreo se hace desde una embarcación:

- 1 Recorra el transecto de muestreo en zig-zag (de una orilla a otra) remontando siempre la corriente de aguas abajo a aguas arriba.
- 2 En casos específicos de ríos anchos (> 10 m) de igual modo será necesario recorrer ambas orillas.
- 3 En el curso del recorrido se identifican "in situ" los diferentes taxones y se estima su rango de cobertura en el tramo.
- 4 En el caso de que no pueda identificar con certeza algún taxón, recoja ejemplares lo más completos posible para su identificación en laboratorio.



## II. Especies de plocon (se denomina plocon a las algas filamentosas, fijadas al sustrato por la base, pero cuya biomasa se extiende a cierta distancia del fondo).

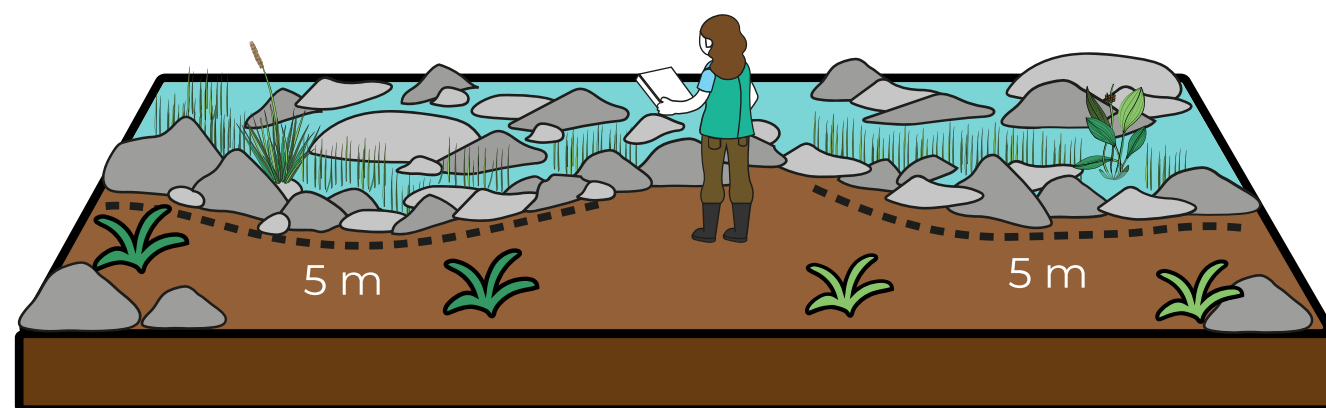
- 1 Se recogerán a mano o con la ayuda de un rastrillo o potera.
- 2 Se guardarán en bolsas de plástico herméticas, recipientes de plástico o cristal o pliegos de herbario.
- 3 Etiquete la muestra (fecha, localidad y nombre del colector) correctamente para su posterior determinación en laboratorio con un experto que colabore con el ANP.
- 4 Registre datos (página 43).

## Cuerpo de agua de difícil acceso

En cuerpos de agua donde sea imposible el acceso:

**1** El muestreo se realizará desde la orilla en puntos separados entre sí por 5 m, utilizando la draga o potera para extraer la vegetación con una cuerda de aproximadamente 2 m.

**2** Registre datos.

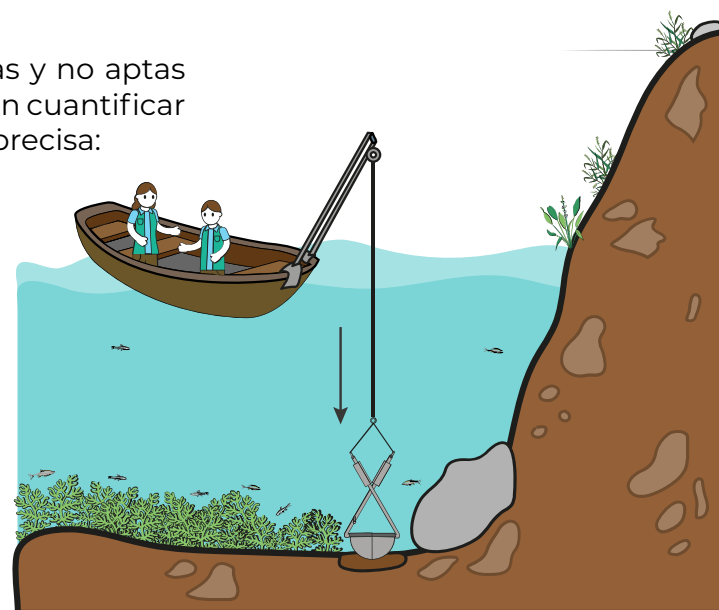


## Cuerpos con aguas turbias, profundas y no aptas para el buceo

En cuerpos con aguas turbias, profundas y no aptas para el buceo, y que además no se puedan cuantificar las coberturas de las especies de forma precisa:

**1** Deberá estimarse de forma indirecta a partir de las muestras obtenidas con draga, potera o rastrillo a lo largo de los transectos (tabla 2 y 3).

**2** Registre datos.



Clases de cobertura (%)
<0.1 % - presencia
0.1 < 1 % - raro
1 - < 5 %
5 - <10 %
10 - <20 %
20 - <30 %
30 - <40 %
40 - <50 %
50 - <60 %
60 - <70 %
70 - <80 %
80 - <90 %
90 - 100 %

Tabla 2. Clases de porcentaje de cobertura de macrófitos. Fuente: tomado de MAGRAMA, (2015).

Escala	Descriptor (presencia de vegetación en la potera o rastrillo)
1	Algunos fragmentos
2	Cantidades pequeñas
3	Cantidades medias
4	Abundante
5	Muy Abundante

Tabla 3. Porcentaje de cobertura de las especies.

### Datos a registrar:

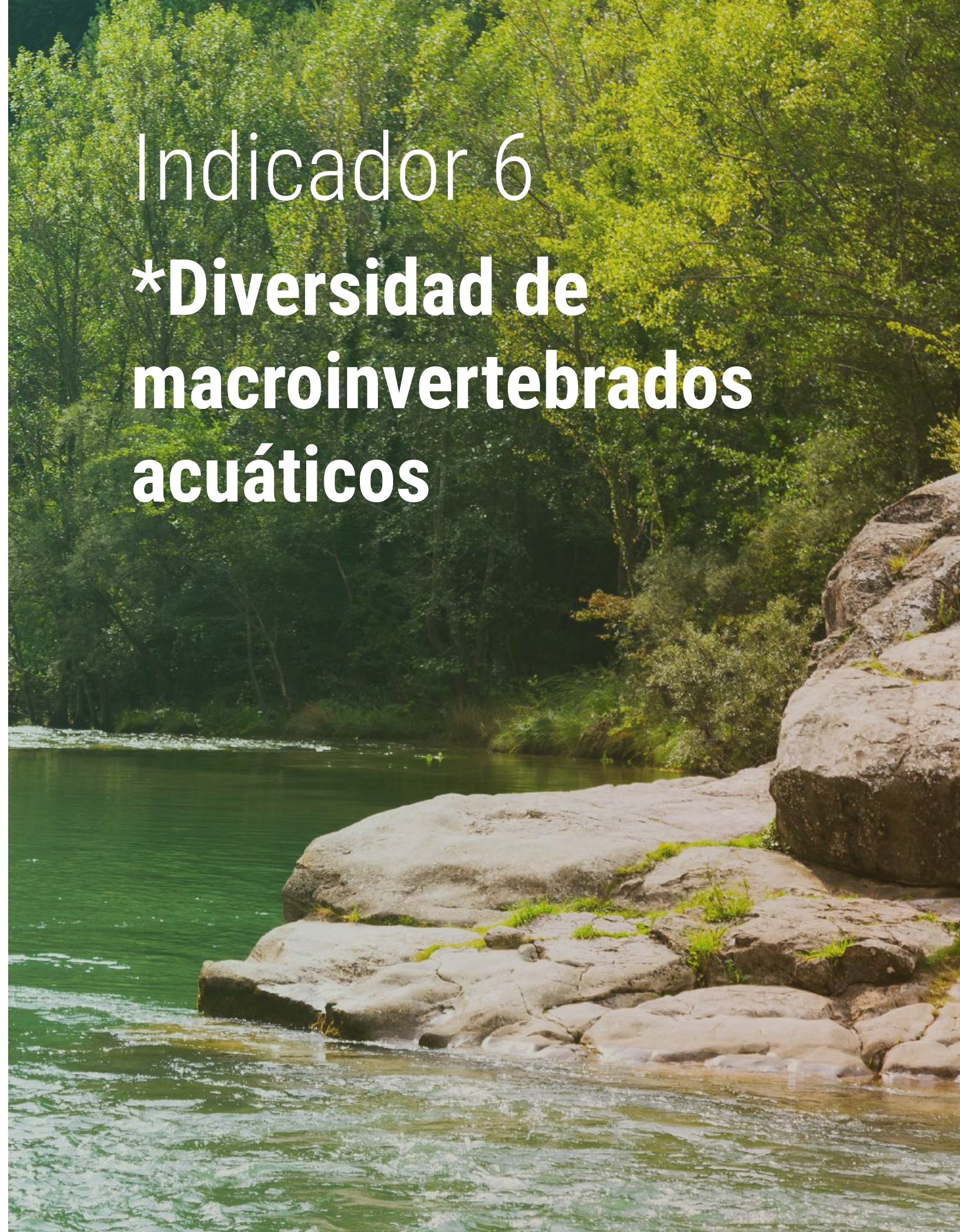
- Coordenadas
- Género, especie (en caso de conocerlo) o nombre común del individuo observado
- ID (muestras)
- Rango de cobertura (en porcentaje) de cada taxón en el tramo
- Rango de cobertura total (en porcentaje) de macrófitos en el tramo, que no podrá superar el 100 % (tabla 2 y 3)
- Observaciones

## Basado en:

- MAGRAMA. Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Madrid (2015). Available online: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ml\\_r\\_m\\_2015\\_protocolodemuestreoylaboratoriodemacrofitosenrios\\_def\\_tcm30-175290.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/ml_r_m_2015_protocolodemuestreoylaboratoriodemacrofitosenrios_def_tcm30-175290.pdf)
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>
- Jácome, E. T. (2014). Vegetación acuática y estado trófico de las lagunas andinas de San Pablo y Yahuarcocha, provincia de Imbabura, Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas, 35(1-2), 121-131.

# Indicador 6

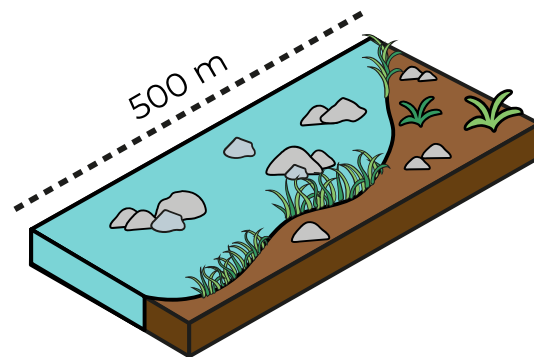
## \*Diversidad de macroinvertebrados acuáticos



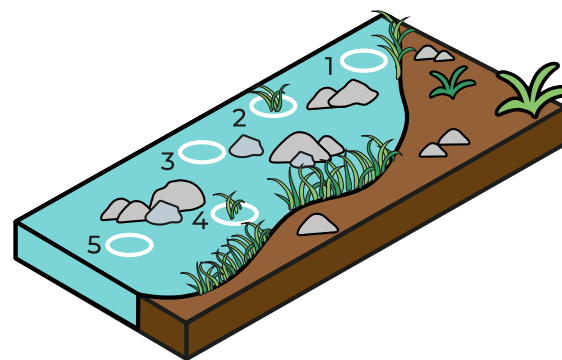




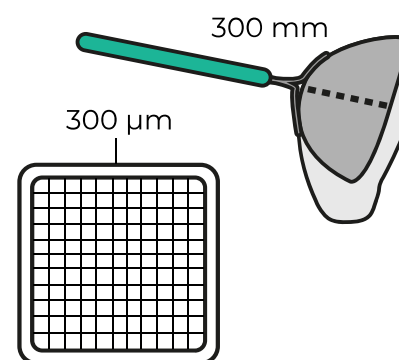
**1** Realice un recorrido de reconocimiento de la cuenca y seleccione un área que cubra por lo menos 500 m del cuerpo de agua.



**2** Ubique cinco puntos dentro del cuerpo de agua abarcando todos los microhábitats presentes (raíces sumergidas, cantos rodados, oquedades, restos leñosos, hojarasca y vegetación acuática); además de diferentes profundidades (fondo, nivel medio y superficie).



**3** Para realizar la colecta de los macroinvertebrados, utilice una red tipo "D" de 300 mm de diámetro y una luz de malla de 300  $\mu$ m.

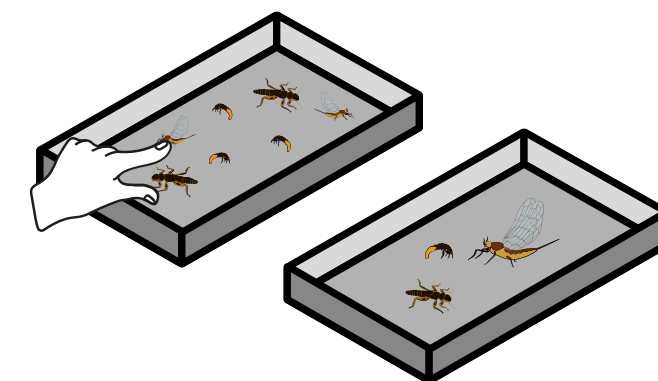


**4** Sostenga la red en la parte central de la corriente o donde el agua sea más correntosa.

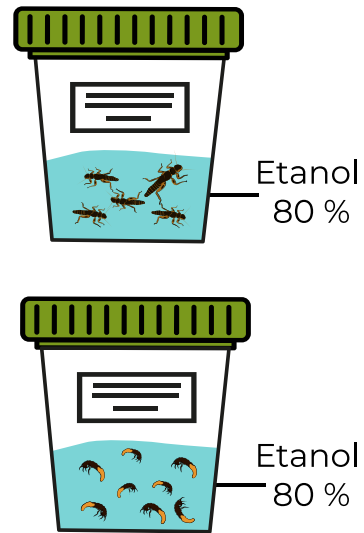
**5** Ubique la boca de la malla frente a la corriente y asiente la base en el fondo del cuerpo.



**6** Una vez que cuenta con el sedimento, póngalo en charolas de plástico blancas en las que irá separando manualmente a los macroinvertebrados acuáticos colectados.



**7** Deposite los macroinvertebrados en viales con solución de etanol al 80 % para su preservación y traslado a laboratorio. En dado caso de que no vaya a ser coleta definitiva, realice el conteo de los organismos, tome fotografías y libérelos de nuevo.



**8** Registre datos.

**Los macroinvertebrados que no pertenecen a estos tres grupos (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) se registrarán como INDIVIDUOS NO DETERMINADOS.**

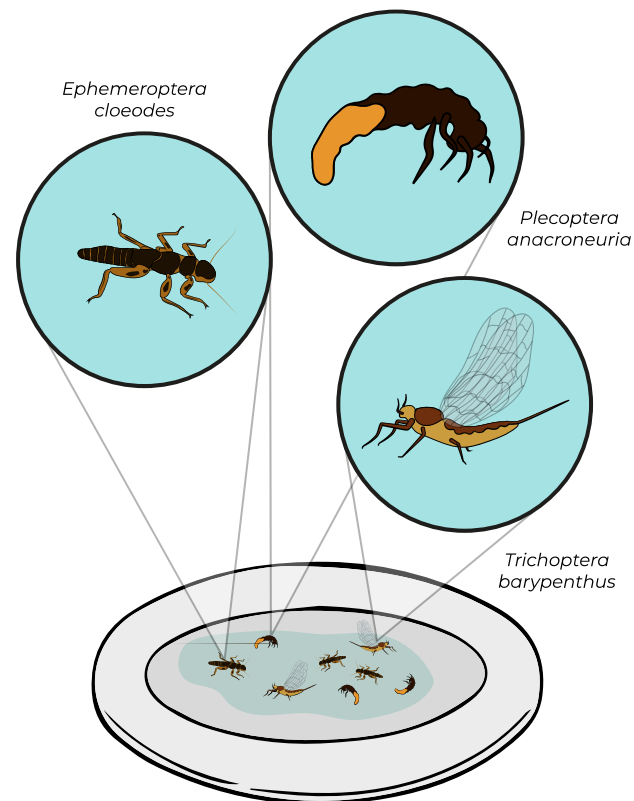
### Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo
- Grupos de macroinvertebrados identificados pertenecientes a *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*
- Número de individuos pertenecientes a *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*
- Número de individuos no determinados
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Observaciones

### Basado en:

- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. En IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería (Vol. 2, pp. 203-213).
- Carrera, C. y Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>
- Mauricio Torres, C. R. (2018). Insectos acuáticos como indicadores de la calidad de agua del río Huayobamba, San Marcos-Cajamarca.
- Merritt, R. W. Cummins, K. W. y Berg, M. B. (2008). An introduction to the aquatic insects of North America. EEUU: Kendall/Hunt Publishing Company.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeborbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>
- Thorp, J. H. y Covich, A. P. (Eds.) (2009). Ecología y clasificación de los invertebrados de agua dulce de América del Norte. Prensa académica.

- 8**
- Extraiga los macroinvertebrados de cada uno de los frascos, sin mezclarlos, y colóquelos en un recipiente plano y limpio (un plato pequeño o una tapa blanca), con un poco de alcohol o agua, para que los pueda distinguir mejor
  - Agrupe los individuos que se parecen entre sí, identifique los grupos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (guíese con la ilustración) y cuente cuántos individuos se encontraron de cada grupo. Si requiere mayor apoyo en su identificación se sugiere utilizar claves especializadas (p. ej. Merritt et al., (2008); Thorp y Covic. (1991)).
  - Eventualmente se puede usar un microscopio de disección para la identificación de los organismos.



A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The water is a vibrant green color, reflecting the surrounding foliage. Large, light-colored rocks are scattered along the banks, particularly on the right side. The background is filled with dense, tall trees, creating a sense of a deep, natural environment.

Indicador 7

**\*Composición de la  
comunidad íctica**



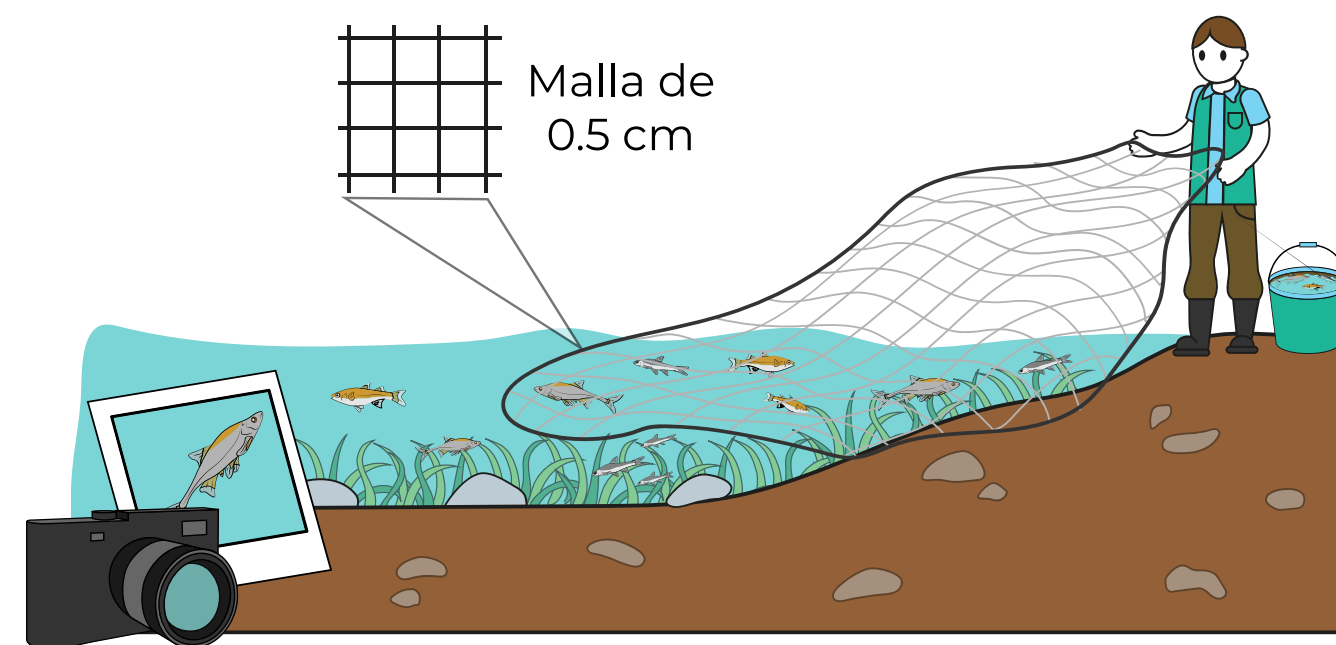
Para llevar a cabo el monitoreo de este indicador se proponen dos métodos de monitoreo; sin embargo, es recomendable que se retomen las artes de pesca locales para poder asegurar el éxito de la captura de los peces presentes y aprovechar las capacidades de los monitores locales.

De manera complementaria a estos métodos se recomienda que se realicen acercamientos con cooperativas pesqueras o grupos de pescadores para obtener información acerca de la composición de la comunidad íctica, identificar si han notado la disminución de peces o de sus tallas, si han observado enfermedades en los peces o incluso la presencia de especies exóticas, entre otras observaciones puntuales que puedan aportar los pescadores locales.

Ubique al menos tres puntos de muestreo dentro del sitio:

## Uso de redes

- 1 Con ayuda de una red de luz de malla de 0.5 cm, capture los peces desde la orilla del cuerpo de agua y almacénelos en baldes para su posterior registro.
- 2 En caso de ser posible, tome una fotografía de los individuos capturados, para su posterior identificación.
- 3 Registre datos.



# Uso de trampas

- 1 Instale 10 trampas para peces en los distintos puntos del cuerpo de agua.
- 2 Para ello, sumerja las trampas a una profundidad menor de 1.5 m durante 50 minutos.
- 3 Una vez transcurrido este tiempo, extraiga las trampas, almacene los peces en botes de agua y realice el conteo de individuos.
- 4 Registre datos.

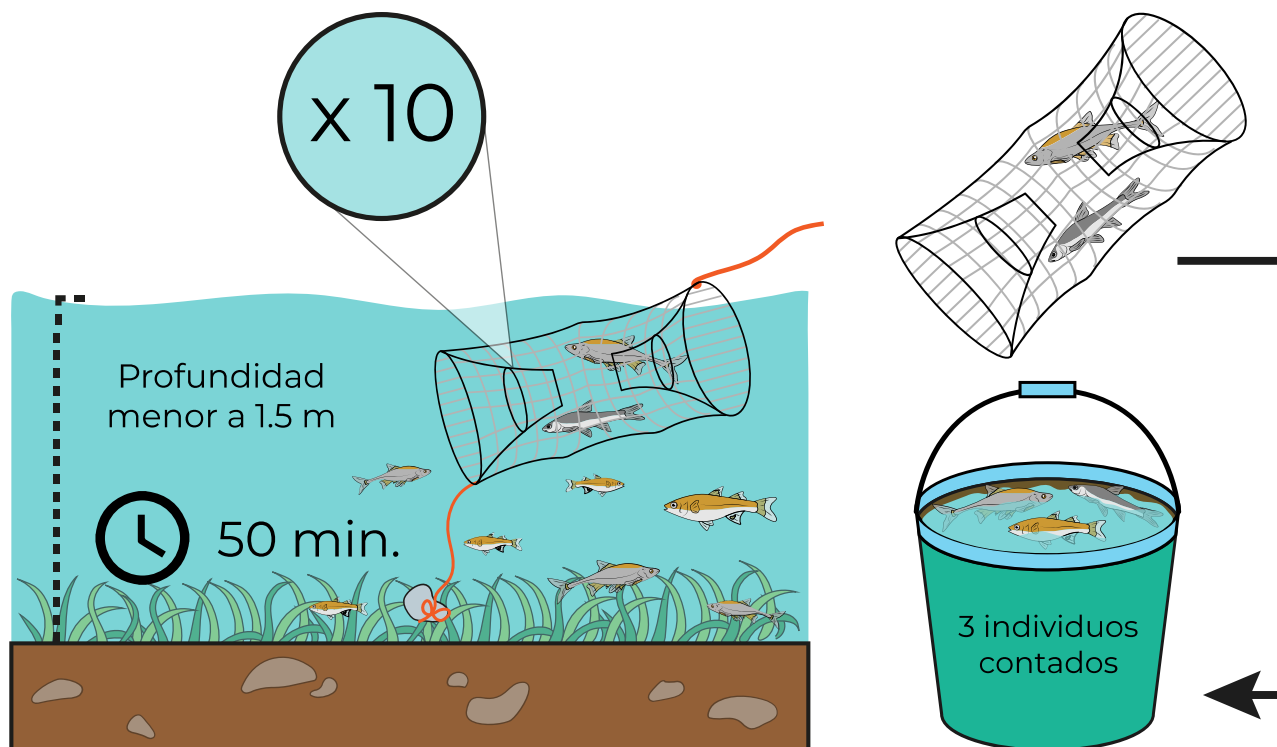
Una vez finalizado el registro y en caso de que no sean especies exóticas-invasoras libere los organismos *in situ*.


## Datos a registrar:

- Coordenadas de muestreo
- Tipo de método utilizado
- Nombre común o nombre científico en caso de conocerlo
- Indique si corresponde a una especie nativa, endémica o exótica-invasora
- Anote si observa algún tipo de enfermedad, malformaciones o lesión en el ejemplar
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo
- Comentarios relevantes compartidos por las personas pescadoras relacionadas con sus observaciones de la comunidad íctica
- Observaciones

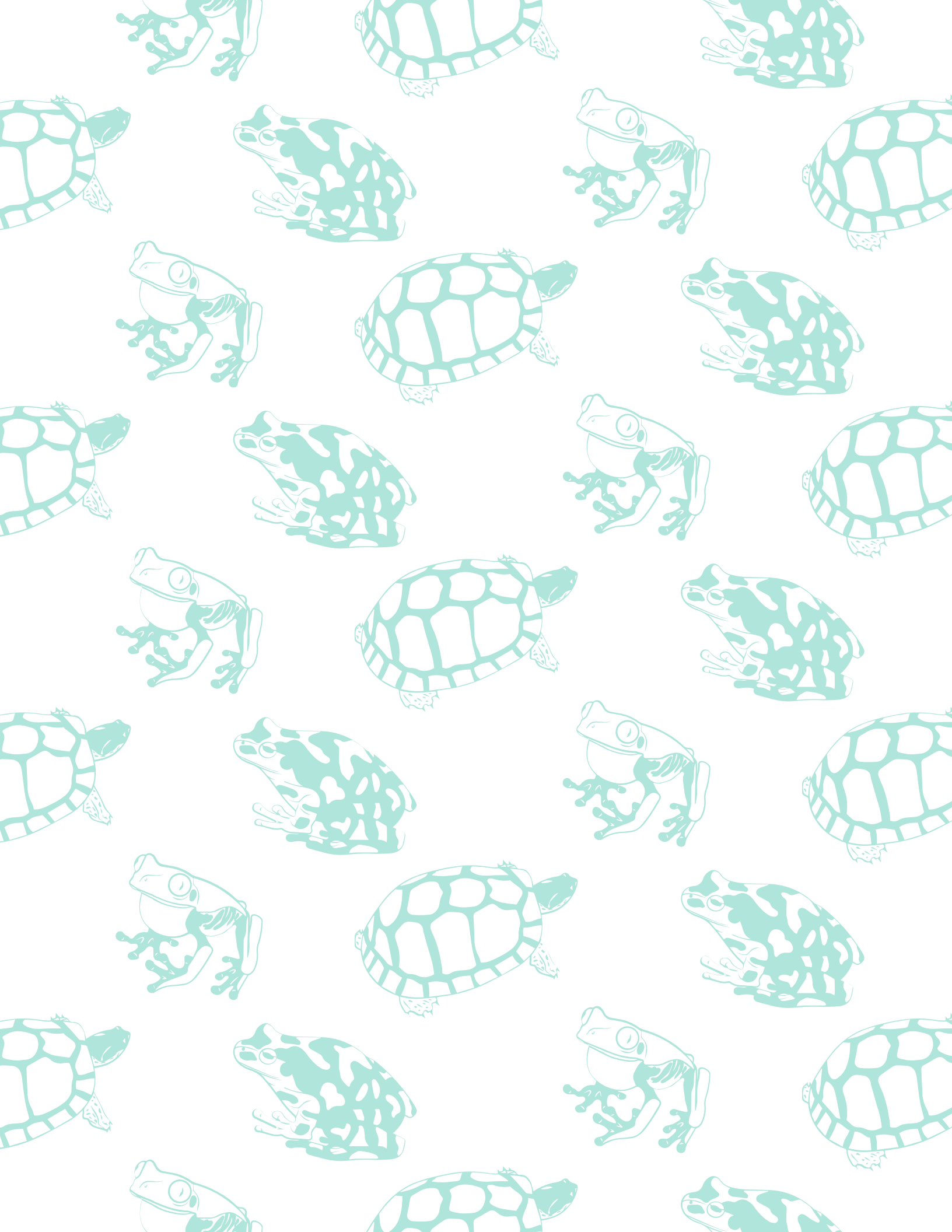
## Basado en:

- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>
- Vázquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., y Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. ContactoS, 60(4), 41-48. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-como-herramientas-para-determinar-la-calidad-del-agua.pdf>



A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The river is surrounded by large, grey rocks on both banks. The water is clear and reflects the surrounding greenery. The forest is dense with various types of trees, including tall evergreens and deciduous trees with vibrant green leaves. The overall atmosphere is peaceful and natural.

Indicador 8  
**Diversidad de  
anfibios y reptiles**

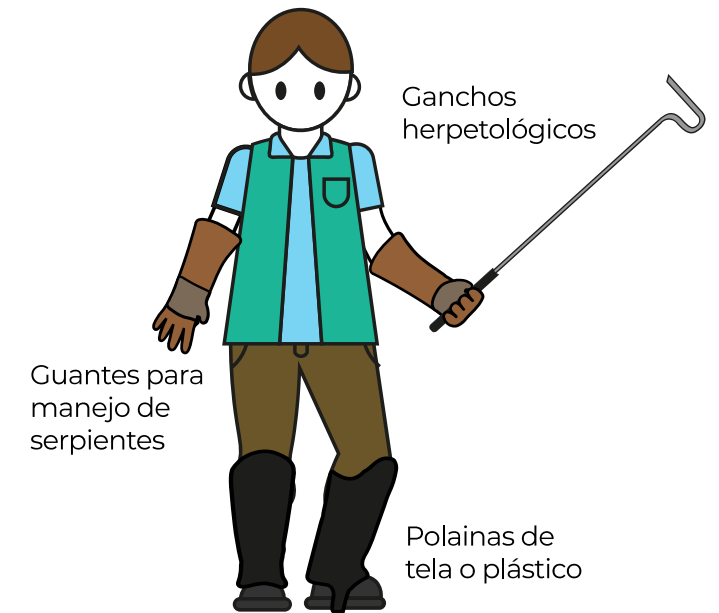
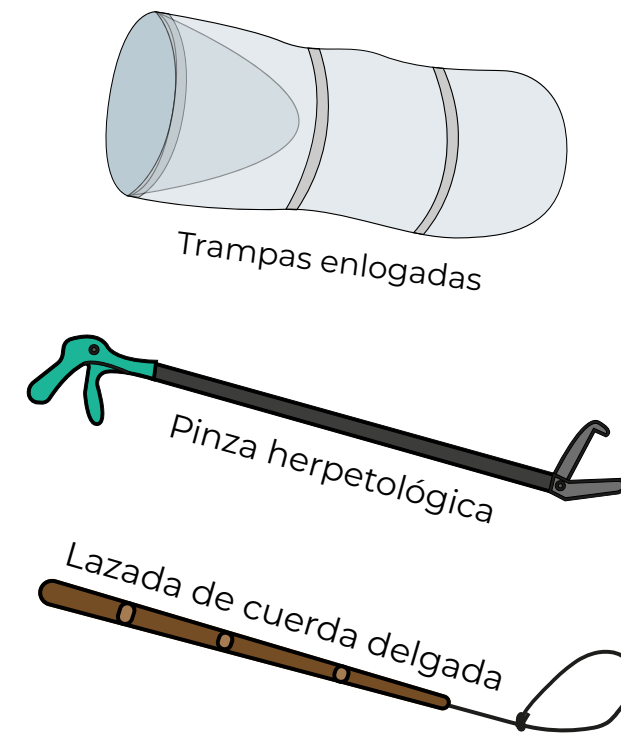


Antes de iniciar el monitoreo es muy importante que se cuente con el equipo de protección para reptiles (guantes para manejo de serpientes, ganchos herpetológicos y polainas de tela o de plástico) con el fin de evitar cualquier accidente que ponga en peligro la integridad del personal que realiza monitoreo. Para el caso específico de los anfibios, siempre se deberán utilizar guantes desechables para su manipulación. Si se aíslan los individuos deberá hacerse en bolsas de plástico no reutilizables y posteriormente se desinfectarán las manos.

Asimismo, es de vital importancia que, para evitar el contagio de enfermedades entre anfibios, el equipo de monitoreo (como redes, mangas, trampas, botas, bandejas)

sea desinfectado con lejía (4 %), formol al 40 %, etanol al 70 % u otros desinfectantes comerciales antes, durante y después de las capturas de los individuos. La desinfección debe hacerse en el campo para evitar la dispersión del patógeno, pero nunca cerca del medio acuático para evitar su contaminación.

Otra recomendación importante para el monitoreo es que, si la determinación taxonómica de los individuos observados no se puede llevar a cabo en campo, se utilice una cámara fotográfica que permita capturar las características particulares de cada individuo y posteriormente, se pueda hacer la determinación con apoyo de un experto o utilizando guías de identificación con las que no se contaban en campo.



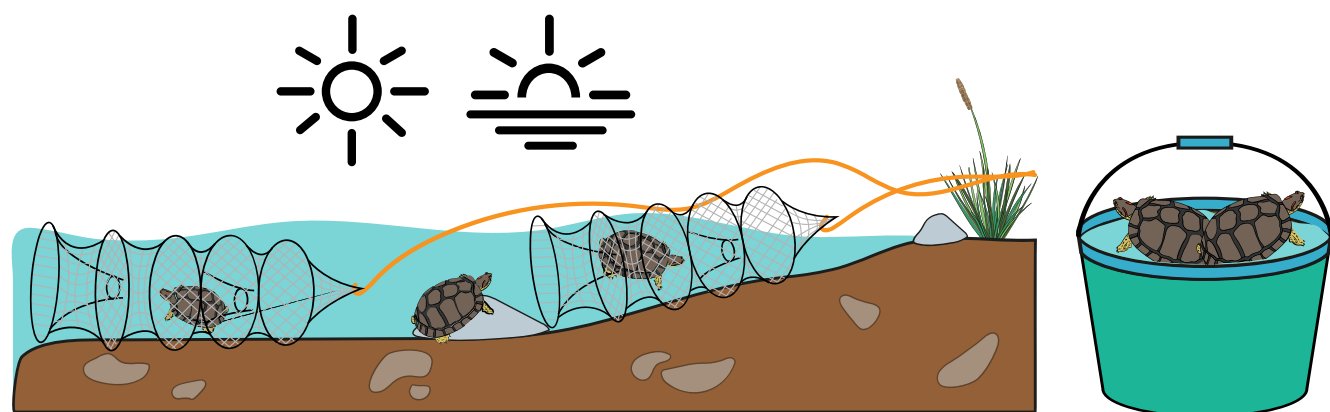
Para realizar el monitoreo de la comunidad de anfibios y reptiles se presentan dos métodos: trampas nasa y censo por área. Se recomienda que los recorridos los realicen siempre las mismas personas y que los inicien de manera aleatoria, esto para tratar de disminuir sesgos por la experiencia en campo, imagen de búsqueda y pico de actividad de las especies.



## Trampas nasa

**Nota importante:** coloque las trampas nasa cerca de la superficie, esto reducirá la posibilidad de mortandad de los reptiles capturados.

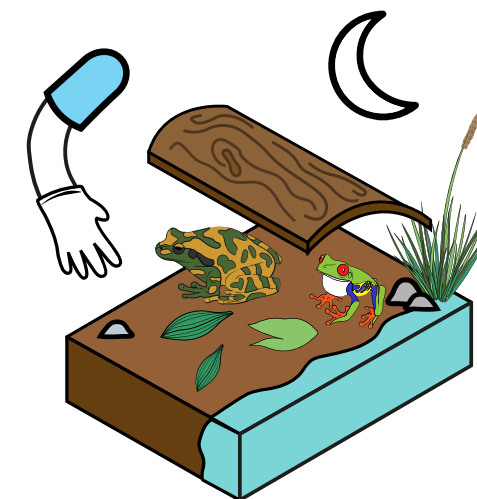
- 1 Para la captura de anfibios y reptiles acuáticos, utilice trampas de tipo nasa con uno o varios embudos en su interior (formando compartimentos en donde quedan atrapados los individuos) acopladas a una red de desvío.
- 2 Dependiendo del área que desee cubrir, coloque las trampas en el sitio de manera individual o en conjunto.
- 3 Deje instaladas las trampas por varios días y revíselas por la mañana y por la tarde.
- 4 En el caso de que no haya habido capturas en un periodo de 15 días desde el día de su colocación, se desplazarán unos metros dentro del mismo cuerpo de agua.
- 5 Registre datos (página 63).



## Captura directa

Este método se recomienda realizar durante la noche en la temporada lluviosa que corresponde con la época de reproducción de anfibios. Para la captura de adultos y larvas de anfibios resulta útil una red con cabo de madera o metal.

- 1 Asimismo, puede capturar individuos como salamandras y pequeñas ranas de hojarasca levantando troncos podridos, rocas y removiendo hojarasca acumulada en el suelo, capturando los ejemplares con la mano.
- 2 Registre datos (página 63).

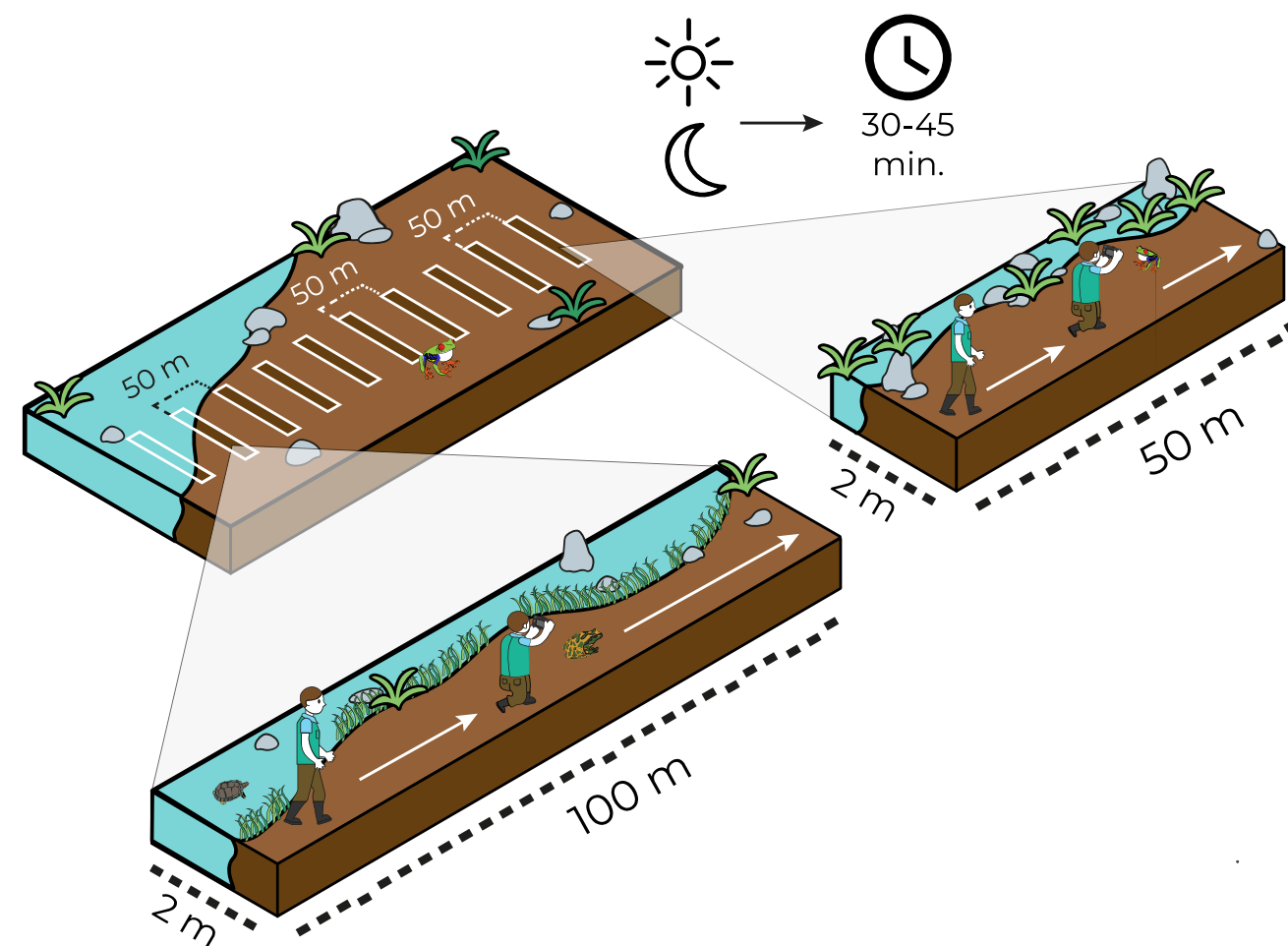
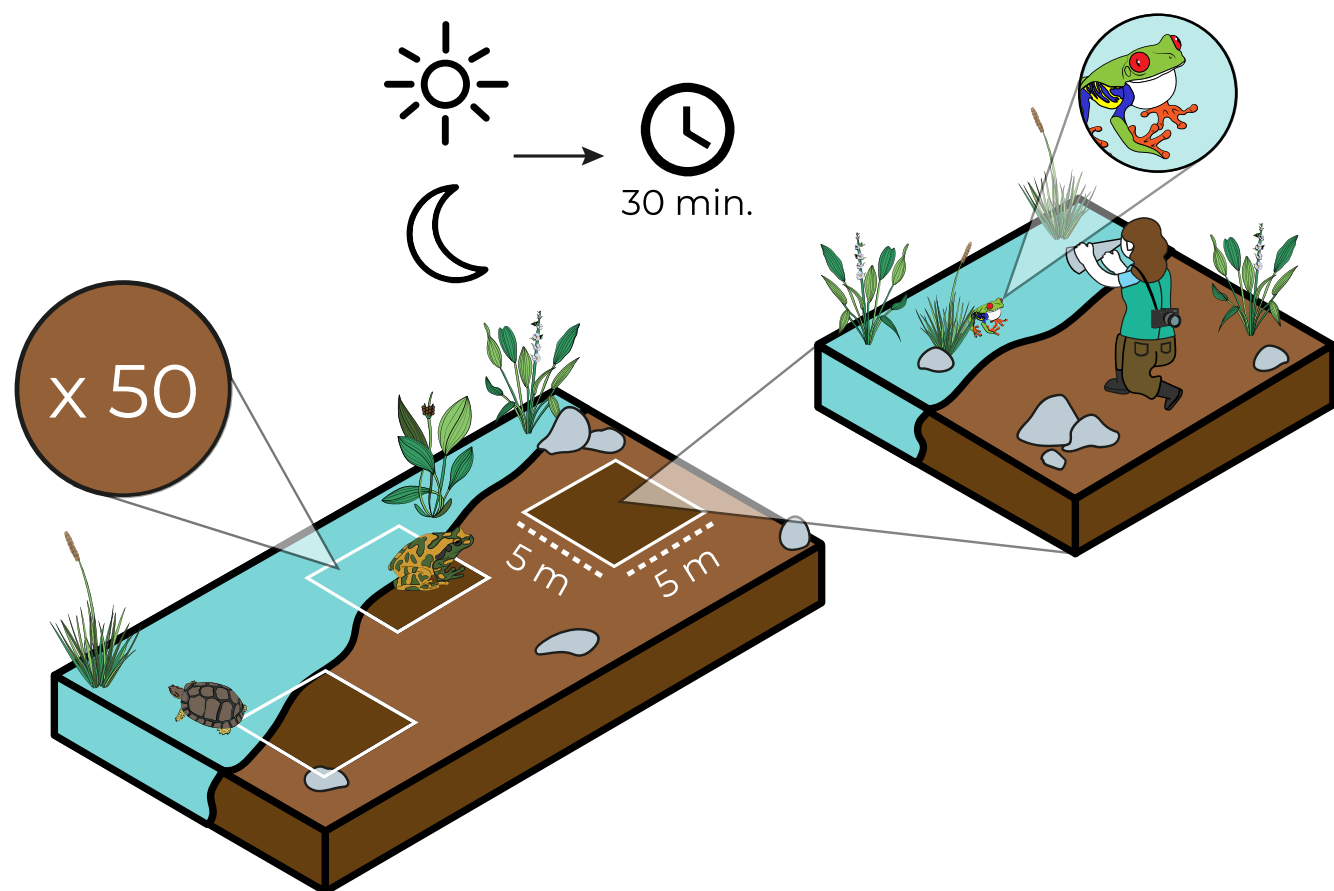


Los métodos siguientes se recomiendan a realizarse en las orillas y alrededores de los cuerpos de agua.

## Parcelas

- 1 Establezca 50 parcelas de 5 x 5 m, en lugares seleccionados de manera aleatoria dentro del sitio y realice una revisión exhaustiva en búsqueda de anfibios y reptiles por 30 minutos tanto por la mañana como por la noche.
- 2 Una vez que se observe un individuo del grupo, captúrelo y tome varias fotografías de los caracteres más distintivos de los individuos para facilitar la determinación taxonómica.
- 3 Registre datos (página 63).





## Transectos de banda fija (BTF por sus siglas en inglés *Band Transects Fixed*)

- 1 Establezca de manera aleatoria 10 transectos rectos de 100 m de longitud y 2 m de ancho en zonas de fácil acceso y abiertas, de 50 m y 2 m de ancho para zonas de difícil acceso y agrestes; separados por los menos por 50 m de distancia uno del otro.
- 2 El tiempo horas/hombre para el monitoreo será de 30 a 45 minutos tanto por la mañana como por la noche.
- 3 Recorra los transectos a una velocidad constante e intente detectar la presencia de individuos o grupos de anfibios y reptiles.
- 4 Se contabilizarán todos los individuos escuchados y observados, y si es posible realice registros fotográficos para facilitar la determinación taxonómica.
- 5 Registre datos.

### Datos a registrar:

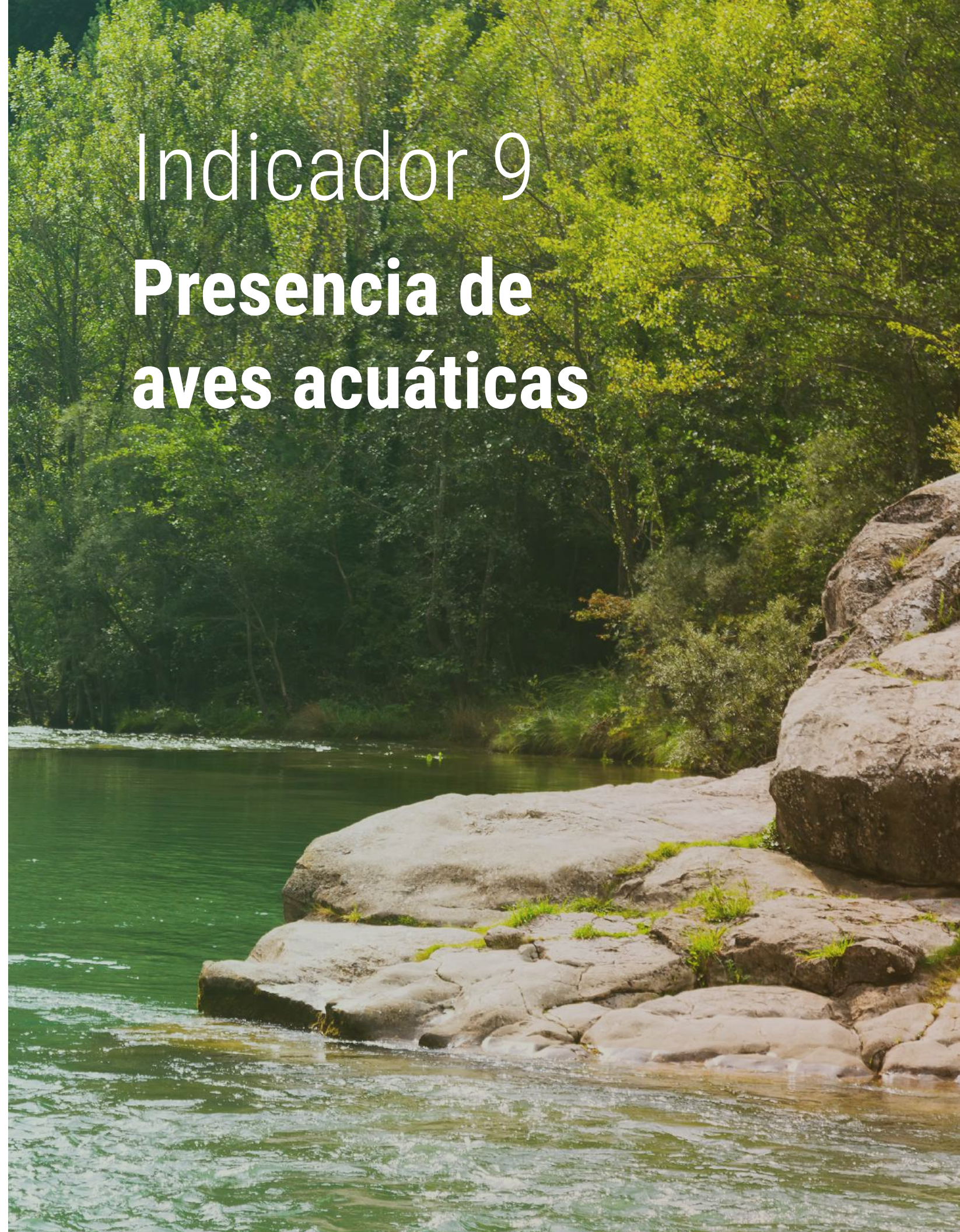
- Coordenada
- Tipo de muestreo
- Número de trampa/parcela/transecto
- Género/ nombre científico (en caso de conocerlo) o nombre común
- Tipo de ecosistema
- Tipo de vegetación aledaña
- Número de foto
- Peso
- Sexo
- Indique si corresponde a una especie nativa, endémica o exótica-invasora
- Número de horas invertido en el muestreo por uno o todos los observadores
- Kilómetros de recorridos
- Observaciones

## Basado en:

- Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds). (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá D. C. 298 pp.
- Becker, C. G.; Fonseca, C. R.; Baptista-Haddad, C. F.; Fernández-Batista, R.; Prado, P. I. (2007). Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Nature*, 318, 1775–1777.
- Beebee, T. J. C. y Griffiths, R. A. (2005). The Amphibian Decline Crisis: A Watershed for Conservation Biology? *Biol. Conserv.* 125, 271–285.
- Channing, A. (1998). Tadpoles as bio-indicators of stream quality: A baseline study. University of the Western Cape. Bellville, South Africa. p. 94.
- Flores-Villela, O. (1991). Análisis de la Distribución de la Herpetofauna de México. Ph. D. Thesis, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico City, México.
- Flores-Villela, O.; García-Vázquez, U. O. (2014) Biodiversidad de Reptiles en México. *Rev. Mex. Biodivers*, 85, 31.
- Gardner, T. A., Barlow, J. y Peres, C. A. (2007). Paradox, Presumption and Pitfalls in Conservation Biology: The Importance of Habitat Change for Amphibians and Reptiles. *Biol. Conserv.* 138, 166–179.
- Ministerio del Ambiente (MINAM) (editor). (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. – Lima, Perú. 83pg. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%-c3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>
- Santos-Barrera, G., Pacheco, C. y Ceballos, G. (2004) La Conservación de los Anfibios y Reptiles de Mexico. *Biodiversitas*, 57, 1–6.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>

# Indicador 9

## Presencia de aves acuáticas

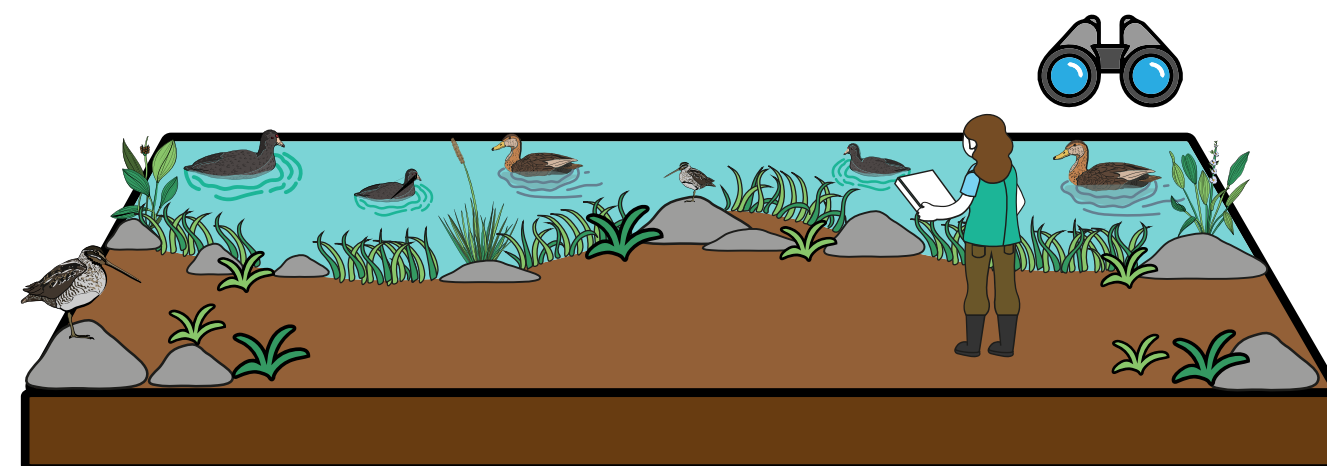


Para el conteo de aves se pueden utilizar dos tipos de muestreo:

## Censo por área

Para los sitios pequeños o bien delimitados:

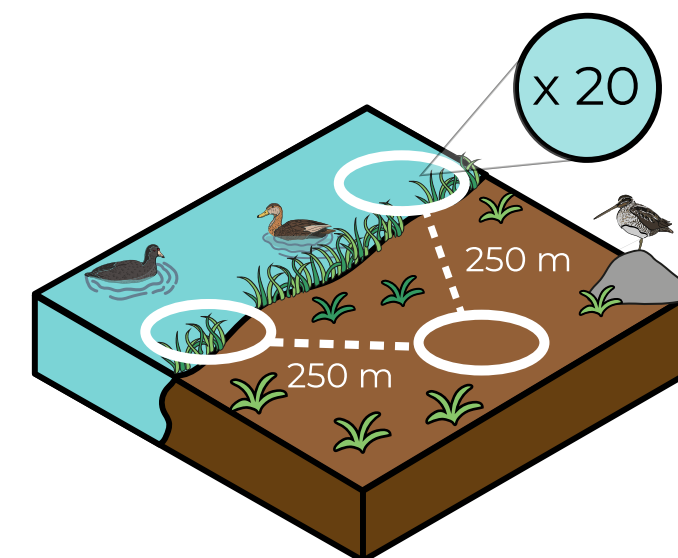
- 1 Realice un censo completo intensivo de todas las aves que observe de un sitio.
- 2 Registre datos (página 69).



## Puntos de conteo de dos bandas

Para aquellos sitios con hábitats continuos:

- 1 Establezca 20 puntos de conteo por sitio separados entre sí por 250 m.
- 2 Se pueden posicionar los puntos de conteo sobre un transecto en línea o se puede hacer la selección al azar, pero cuidando que se respeten los 250 m entre punto y punto.



**3** Al llegar a cada punto de conteo, espere 2 minutos antes de empezar a registrar las aves observadas, ya que la presencia humana puede perturbar a las aves y se debe esperar a que se adapten a su presencia.

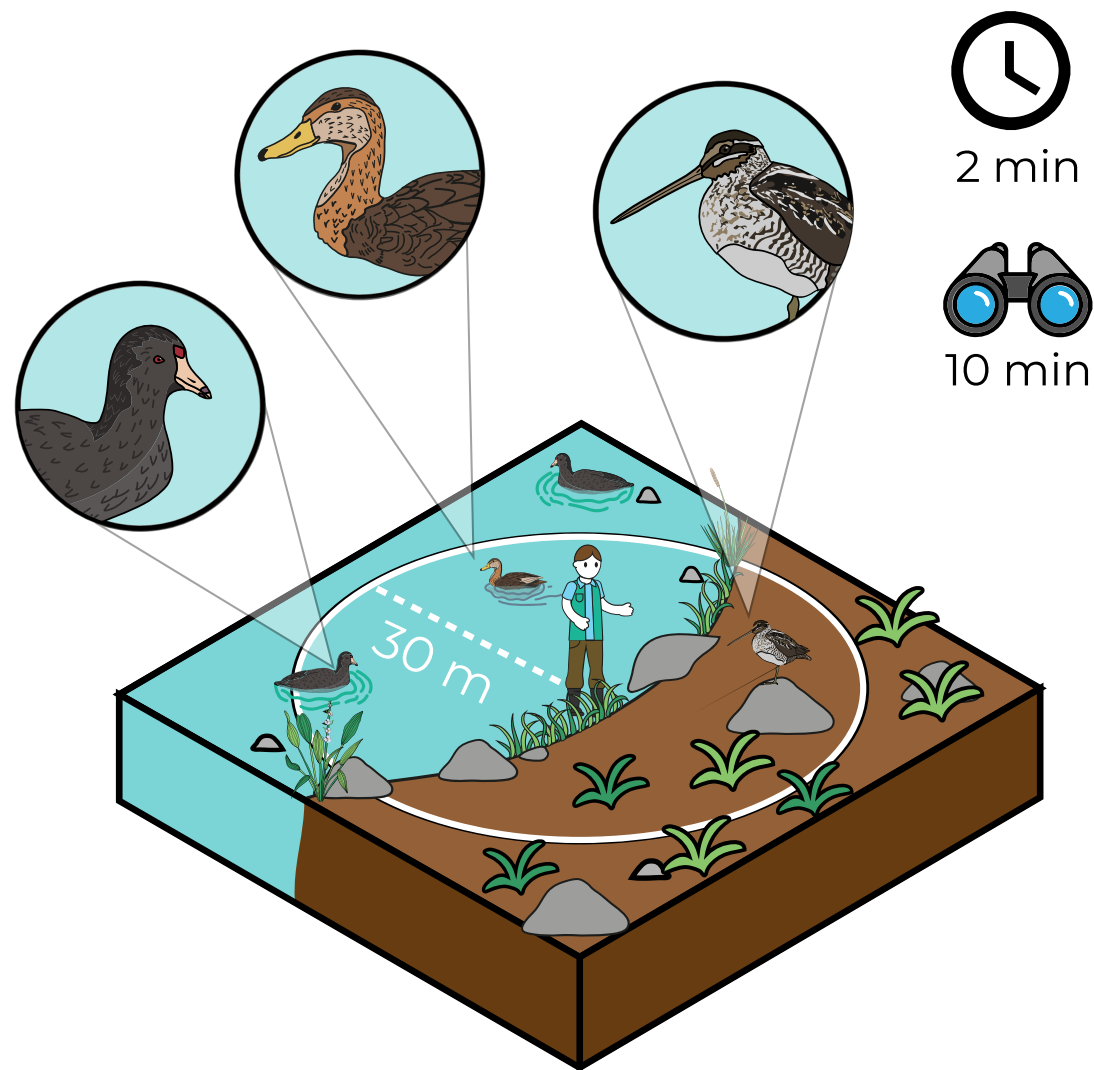
**4** Pasados los 2 minutos, con ayuda de binoculares registre los individuos que observe durante 10 minutos.

**5** Indique si corresponde a una especie migratoria o residente, así como el número de individuos por especie en un radio de muestreo de 30 m.

**6** Especifique si fue un registro de identificación visual o acústico.

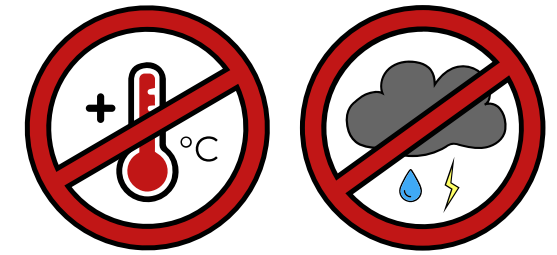
**7** Registre datos.

**Es importante mencionar que debido a que los cuerpos de agua son sitios sumamente importantes para la fauna en general, durante el monitoreo de aves se podrán observar no solamente aves acuáticas sino también otras que visitan estos cuerpos para alimentarse o tomar agua. En este sentido, es necesario que además de las aves acuáticas indique la presencia de otras aves que se estén observando en el sitio.**



### Datos a registrar:

- **Coordenadas de los puntos de conteo:** tome las coordenadas del centro del punto de conteo
- **Nombre:** asigne a cada punto un nombre corto que refleje la localidad y el número de punto
- Hora de inicio y final
- Número de individuos por especie (nombre científico) observados por punto
- Indique si corresponde a una especie migratoria o residente
- Tipo de observación
- Para cada individuo observado, indique qué actividad se encuentra realizando (alimentándose, descansando, vuelos de cortejo, anidando o reproduciéndose)
- Si el individuo se encuentra alimentándose registre el tipo de alimento: insectos, peces, frutas, néctar, carroña, organismos del sedimento, entre otros
- Observaciones relacionadas con el monitoreo (presencia de especies exóticas-invasoras, algún tipo de perturbación del hábitat, estado del tiempo, comportamientos no identificados en las aves, entre otros)
- Fotografías de las especies observadas durante el monitoreo



**Nota importante:** no realizar el monitoreo en condiciones adversas, como lluvia, neblina o temperaturas extremas, si se decide implementar bajo estas condiciones deberá mencionarlo cuando haga el registro.

## Basado en:

- American Ornithologists' Union (AOU) (1998). Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union, Washington, D. C. 829 p.
- Arizmendi, M. C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79:997-1006.
- Gill, F. y Donsker, D. (eds.) (2013). ioc World Bird Names (version 3.4). <http://www.worldbirdnames.org/>; última consulta: 5.X.2013.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., y Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 476-495.
- Ruiz-Gutiérrez, V., Berlanga, H. A., Calderón-Parra R., Savarino-Drago, A., Aguilar-Gómez, M. A. y Rodríguez-Contreras, V. (2020). Manual Ilustrado para el Monitoreo de Aves. PROALAS: Programa de América Latina para las Aves Silvestres. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad /Iniciativa para la Conservación de las Aves de Norte América, México y Laboratorio de Ornitología de Cornell Ciudad de México e Ithaca N. Y. 104 pp.
- Şekercioğlu, C. H., Daily, G. C. y Ehrlich, P. R. (2004). Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101:18042-18047.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2013). Propuesta de Indicadores para el Programa de Monitoreo Ecológico en el Ámbito de Ecosistemas de Aguas Continentales. San José-Costa Rica. 209 p. <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Final-1.pdf>

# Indicador 10

## Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto





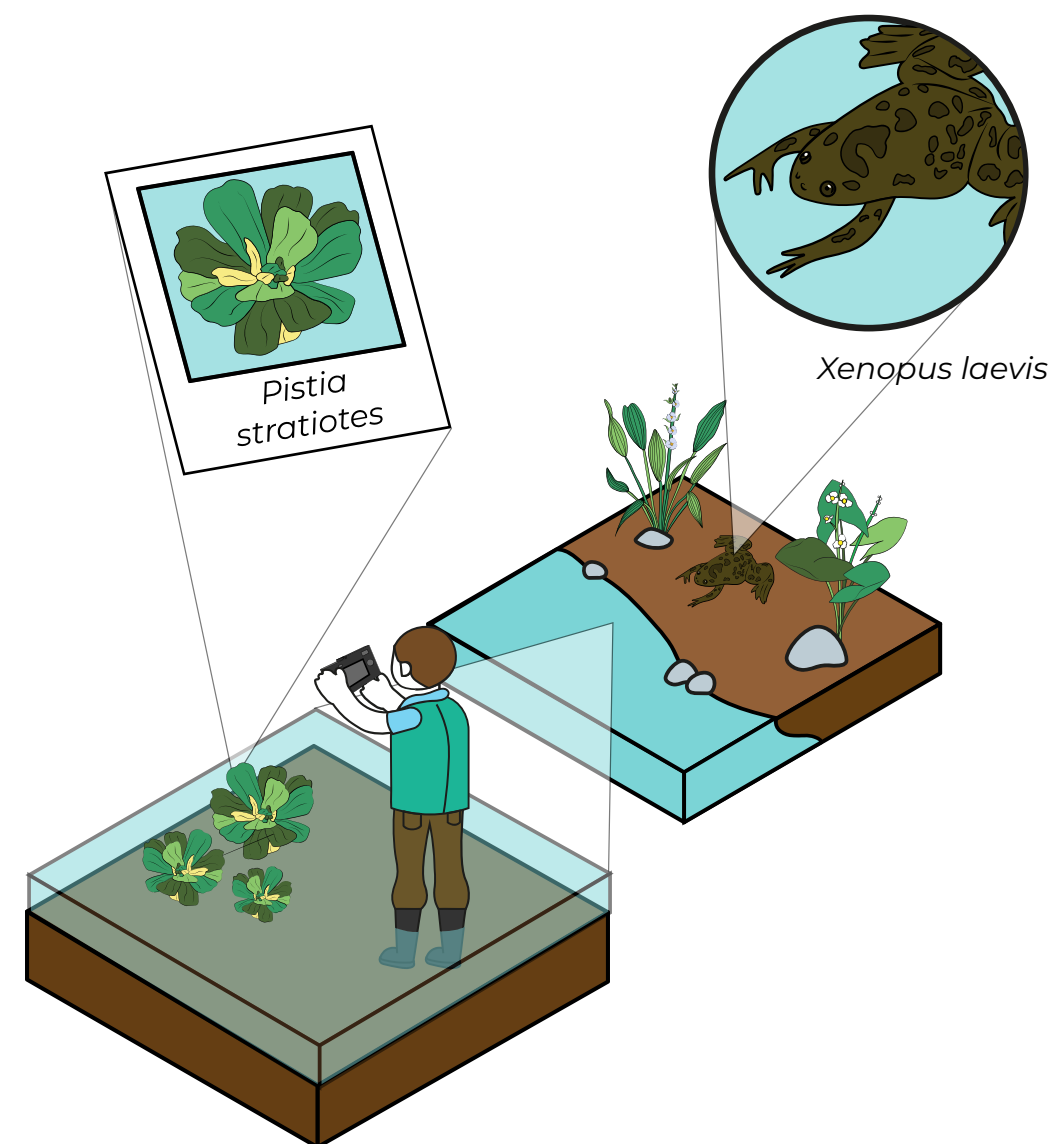
**1** La medición de este indicador se llevará a cabo durante el monitoreo de los distintos componentes de vegetación, fauna y estado de conservación del cuerpo de agua.

**2** En caso de registrar la presencia de alguna especie exótica-invasora durante los monitoreos, tome varias fotografías.

**3** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Sitio
- Coordenadas geográficas del avistamiento de la especie
- Nombre científico (si lo conoce) o común
- Número de individuos observados
- Fotografías del individuo
- **Observaciones generales del avistamiento:** actividad (alimentación, forrajeo, reproducción, descanso, entre otras), tipo de vegetación, extensión de cobertura, entre otras



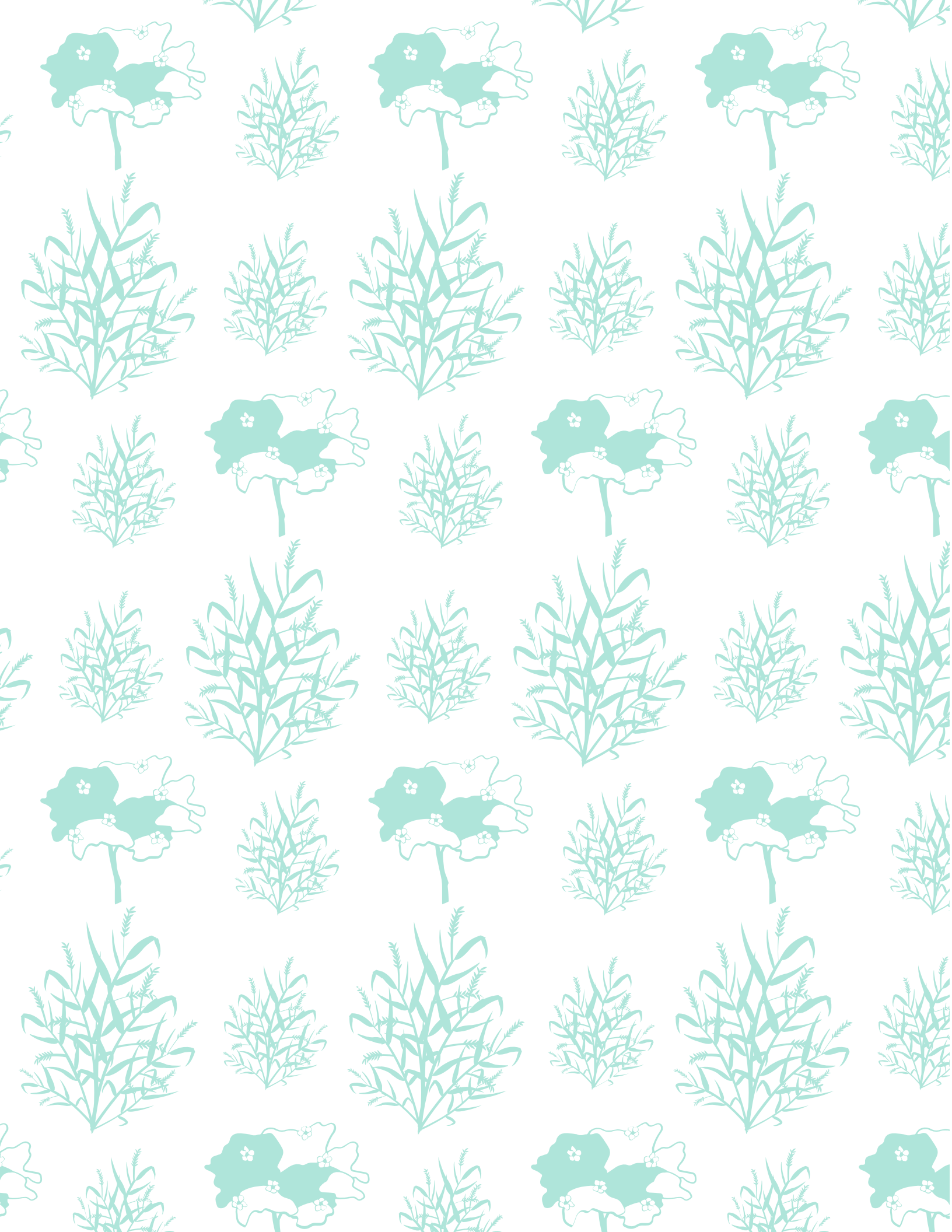
## Basado en:

- Komar, O., Schlein, O., y Lara, K. (2014). Guía para el monitoreo de integridad ecológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras. ICF, SINFOR, Escuela Agrícola Panamericana (EAP/Universidad Zamorano) y Proyecto USAID ProParque. Tegucigalpa, Honduras. 39 pp.
- Woodley, S. (2010, enero). Integridad ecológica y parques nacionales de Canadá. En The George Wright Forum (vol. 27, núm. 2, págs. 151-160). Sociedad George Wright.

# Indicador 11

## \*Composición de la vegetación riparia





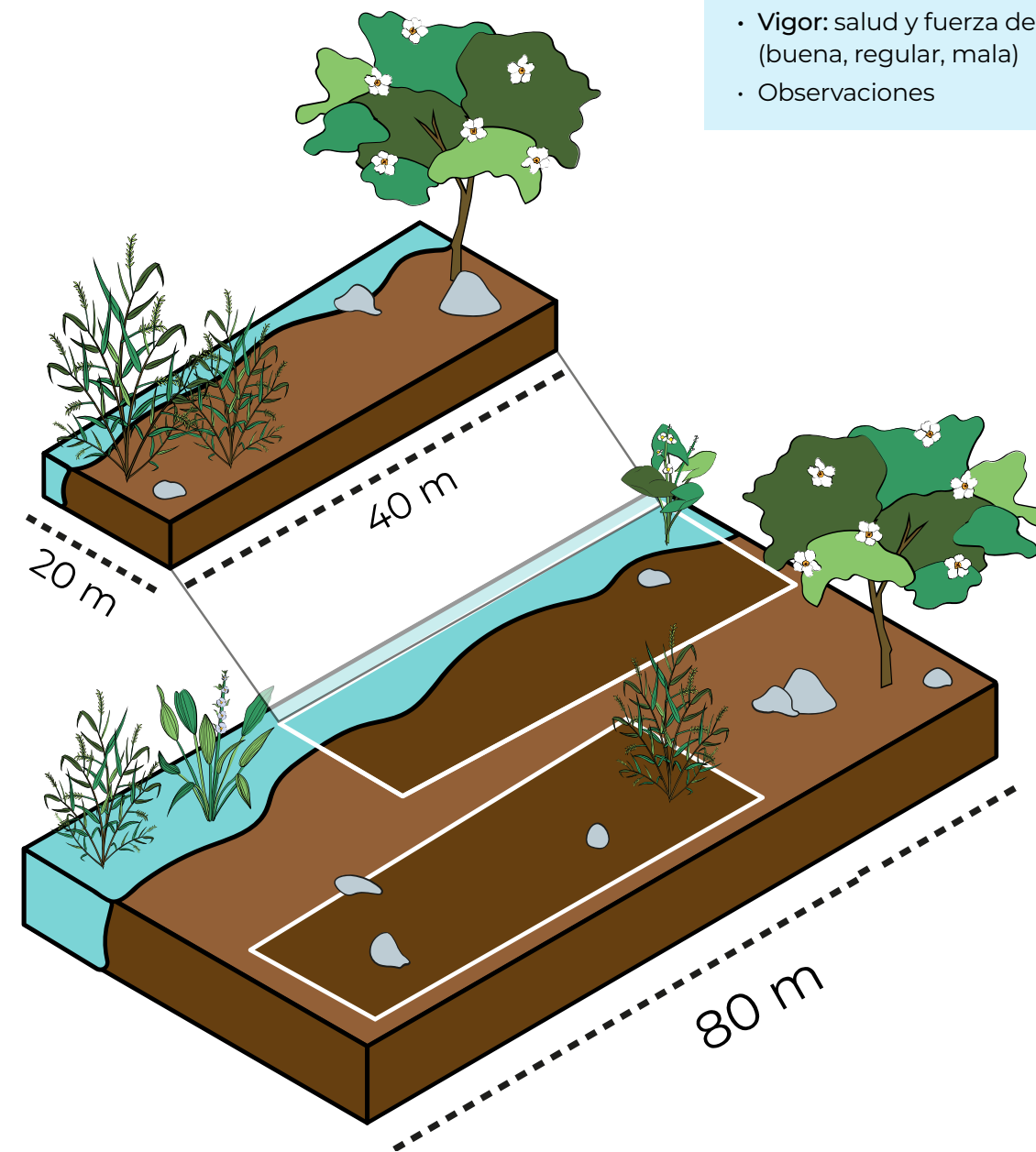
**1** A lo largo de 80 m del cuerpo de agua, seleccione 2 parcelas rectangulares de 40 x 20 m.

**2** Realice un barrido de toda el área, contabilizando el total de organismos arbóreos y arbustivos presentes.

**3** Registre datos.

### Datos a registrar:

- Parcela a la que pertenece
- Coordenadas (al centro de la parcela)
- Género/especie (si se conoce) o nombre común
- **Tipo de planta:** arbusto, árbol, liana, bejuco, caña, cactácea, palma, entre otros
- **Número de individuos de la misma especie por altura:** 0.25 a 1.50 m, 1.51 a 2.75 metros, más de 2.75 m
- Porcentaje de cobertura
- **Vigor:** salud y fuerza del individuo (buena, regular, mala)
- Observaciones



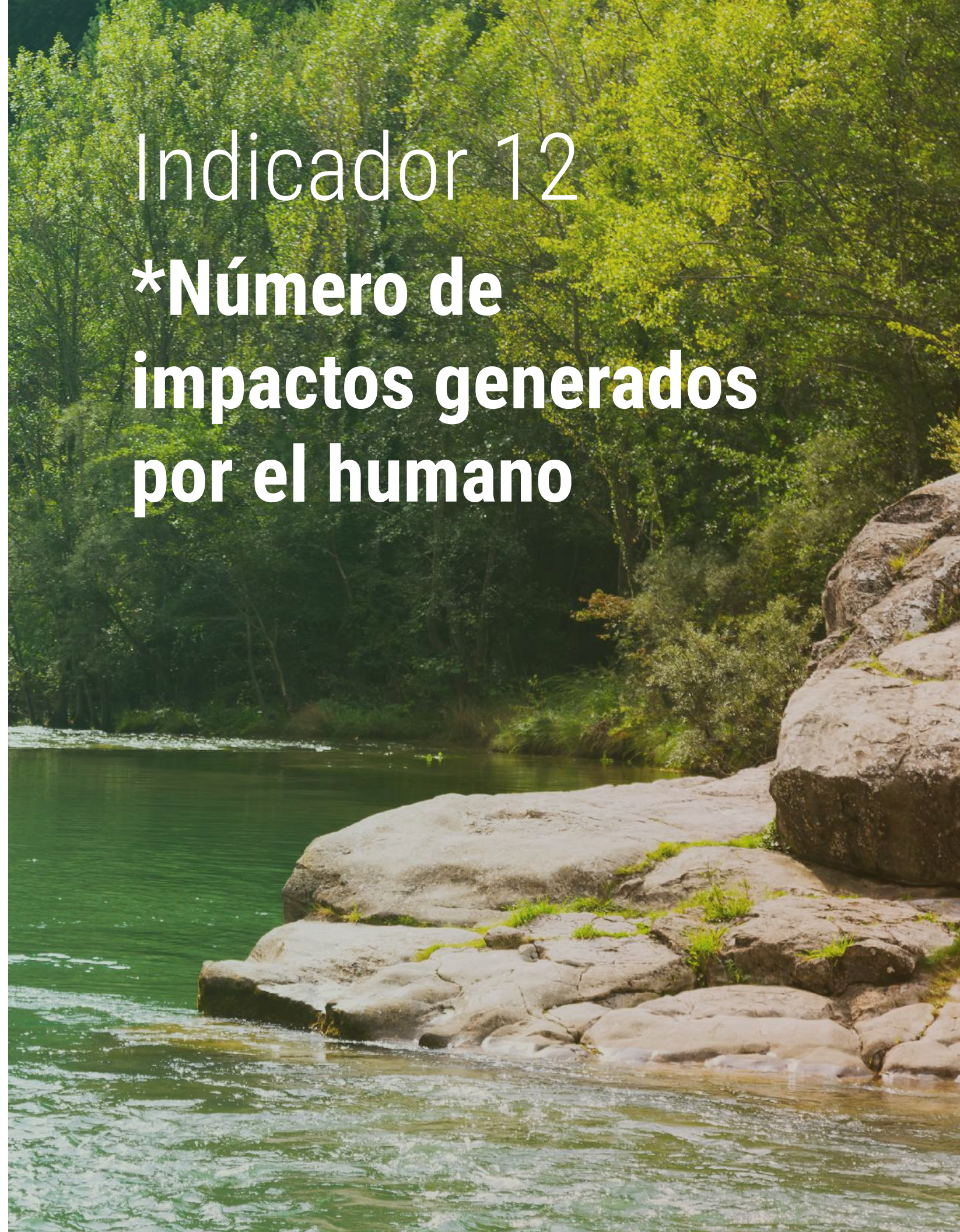


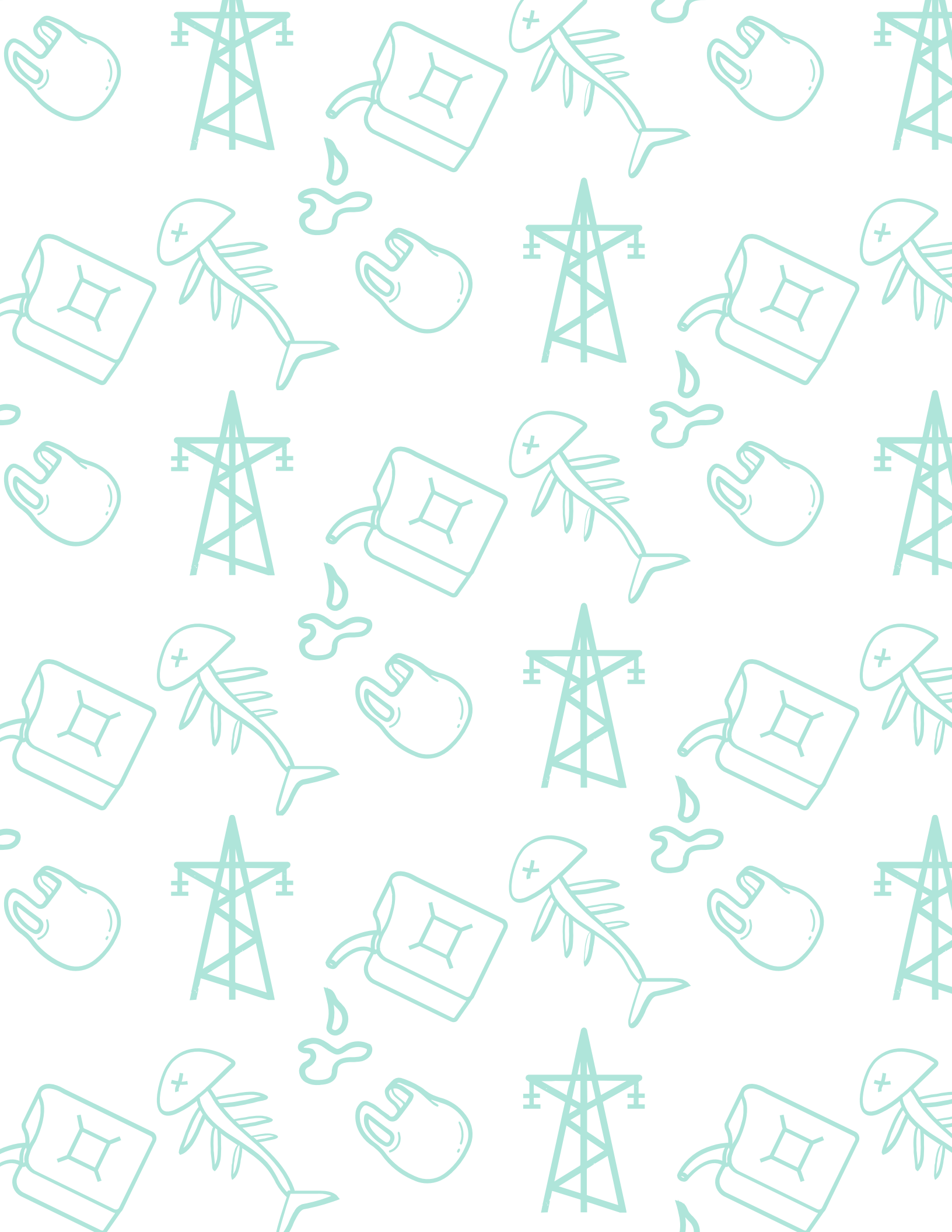
## Basado en:

- Arcos, I. (2005). Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmi-les, Copán, Honduras: Tesis de Maestría, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 104 p.
- Blinn, R. y Kilgore, A. (2001). Riparian Management Practices. JOURNAL OF FORESTRY Vol. 8, USA, Pp. 11-17.
- Boutin, C., Jobin, B. y Bélanger, L. (2003). Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscapes of southern Québec, Canada. Agriculture, ecosystems & environment, 94(1), 73-87.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). Inventario Nacional Forestal y de Suelos Informe de Resultados 2009-2014. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD002905.pdf>
- Lorion, C. M., y Kennedy, B. P. (2009). Relationships between deforestation, riparian forest buffers and benthic macroinvertebrates in neotropical head-water streams. Freshwater biology, 54(1), 165-180.
- Olson, H.; Chan, S.; Weaver, G.; Cunningham, P.; Moldenke, A.; Progar, R.; Muir, P.; McCune, B.; Rosso, A.; Peterson, E. (2000). Characterizing stream riparian upslope habitats and species in Oregon managed headwater forests. International conference on riparian ecology and management in multi-land use watersheds. U. S. American Water Resources Association. Parks and Wildlife Commission of the Northern Territory. Australia. Journal of Biogeography 27: 843-868.
- Robins, J. D. y J. R. Cain. The past and present condition of the Marsh Creek watershed. Natural Heritage Institute. Berkeley, (2002).

# Indicador 12

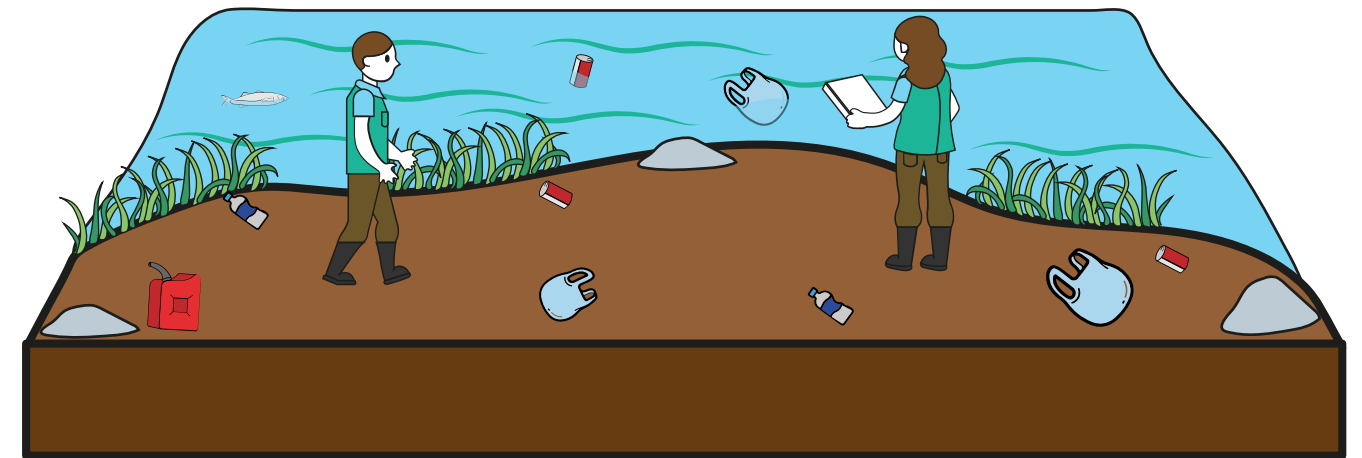
## \*Número de impactos generados por el humano





**Para el monitoreo de este indicador:**

- 1** Realizar recorridos a pie a lo largo del perímetro del cuerpo de agua.
- 2** Observar detenidamente las condiciones que se presenten.
- 3** En caso de que detecte algún impacto de origen antrópico en el ecosistema registre datos.



**Datos a registrar:**

- Coordenadas del sitio
- **Tipo de impacto:** cambio de uso de suelo, pastoreo, líneas eléctricas, residuos sólidos (basura), residuos líquidos (derrames de alguna sustancia), presencia de aguas residuales, extracción de agua, parcelas agrícolas cercanas donde se utilicen fertilizantes y pesticidas, presencia de infraestructura hidráulica, extracción de materiales, entre otras
- Si el impacto se presenta en el cuerpo de agua o en la vegetación ribereña
- Grado de afectación (ver tabla 4)
- Observaciones

<b>No perceptible</b>	Cuando aun estando presente, el daño no afecta la integridad del cuerpo de agua
<b>Menor</b>	Cuando los efectos negativos causados a los recursos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre
<b>Mediana</b>	Cuando los daños a los recursos no son permanentes, pero sí se requiere de la intervención del hombre para controlar el proceso de degradación
<b>Mayor</b>	Impactos mayores que han afectado los recursos de tal manera que, para su recuperación, son necesarias medidas de restauración durante un tiempo considerable

**Tabla 4.** Grado de afectación.

Con respecto al factor de presión de turismo, registre la siguiente información:

### Datos a registrar:

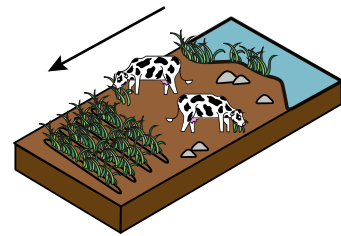
- Coordenadas de los puntos donde se observen impactos derivados de las actividades turísticas
- Número de turistas/días presentes
- **Tipo de impacto:** residuos sólidos (basura), residuos líquidos (derrames de alguna sustancia), daño en fauna, daño en la vegetación, entre otros
- **Caracterización del impacto:** deberá describir de manera detallada el tipo de impacto observado y de ser posible su extensión o cobertura
- Observaciones

Los recorridos a pie pueden complementarse o sustituirse mediante el uso de drones, los cuales deberán de realizar sobrevuelos en los cuerpos de agua para detectar la presencia de alguna perturbación. Estos sobrevuelos facilitarán determinar la escala espacial en la que se presentan las perturbaciones y algunas fuentes causales que en campo a veces no se pueden identificar.

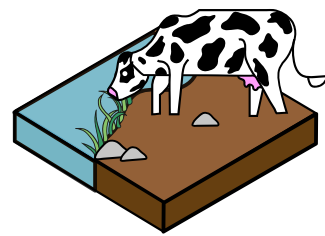
Por otra parte, para lograr un monitoreo más eficiente con respecto a los efectos del turismo en los cuerpos de agua, se recomienda buscar la organización y coordinación entre autoridades del ANP y los prestadores de servicios turísticos para el acuerdo del llenado de una bitácora, en la cual se registre el número de turistas que acceden a las áreas naturales por día (en periodos de alta visitación).

### Basado en:

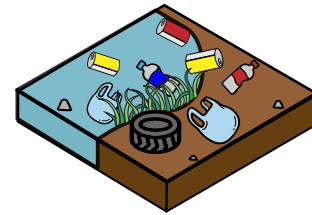
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.



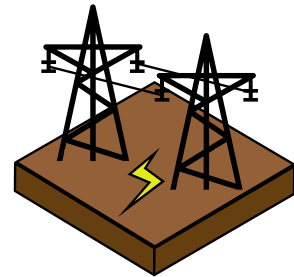
Cambio de uso de suelo



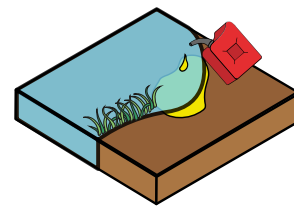
Pastoreo



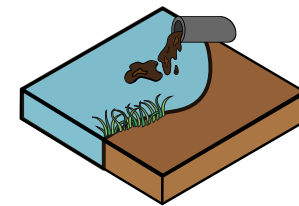
Residuos sólidos



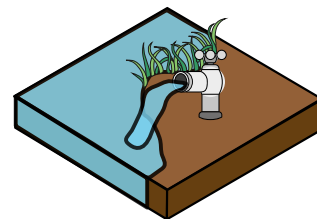
Líneas eléctricas



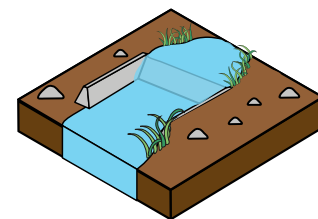
Residuos líquidos



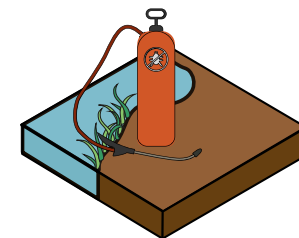
Presencia de aguas residuales




Extracción de agua



Presencia de fertilizantes y pesticidas



Presencia de infraestructura hidráulica

A scenic view of a river flowing through a lush green forest. The water is clear and reflects the surrounding greenery. Large, light-colored rocks are visible on the banks, particularly on the right side. The background is filled with dense, vibrant green trees, creating a sense of a healthy, natural ecosystem.

Hojas de registro para el monitoreo  
de indicadores de los ecosistemas

**cuerpos lóticos**  
(ríos y arroyos)

Indicador 1. Parámetros fisicoquímicos del agua  
**Hoja de registro**

Observaciones								

<b>Coordenadas</b> (sdr) (ups)	<b>Salinidad</b> (psu)	<b>Oxígeno disuelto</b> (m/L)	<b>pH</b>	<b>Temperatura</b> (°C)	<b>Coordenadas</b>
					<b>Temperatura</b> (°C)
<b>Hora</b> (inicio 0-24 hrs)	<b>Hora</b> (fin 0-24 hrs)	<b>Estado del tiempo</b>	<b>ANP</b>	<b>ANP</b>	<b>Nombre de monitor</b>
					<b>Nombre de monitor</b>
<b>Localidad</b>	<b>Fecha</b> (día/mes/año)	<b>ANP</b>	<b>ANP</b>	<b>ANP</b>	<b>Localidad</b>
<b>Hora</b> (inicio 0-24 hrs)	<b>Hora</b> (fin 0-24 hrs)	<b>Estado del tiempo</b>	<b>ANP</b>	<b>ANP</b>	<b>Localidad</b>

Indicador 2. \*Características físicas del cuerpo de agua  
**Hoja de registro**

<b>Nombre de monitor</b>	<b>ANP</b>	<b>ANP</b>						
<b>Localidad</b>	<b>Fecha</b> (día/mes/año)	<b>Estado del tiempo</b>	<b>Hora</b> (fin 0 - 24 hrs)	<b>Hora</b> (fin 0 - 24 hrs)	<b>ANP</b>			
						<b>Distancia de punto AA a punto BB</b> (m)		
<b>Punto AA</b>								
<b>Coordenadas</b>	<b>Ancho del cuerpo de agua</b> (m)	<b>Profundidad AA-1</b> (m)	<b>Profundidad AA-2</b> (m)	<b>Profundidad AA-3</b> (m)	<b>Profundidad AA-4</b> (m)			
						<b>Profundidad AA-5</b> (m)		
							<b>Punto BB</b>	
								<b>Ancho del cuerpo de agua</b> (m)
<b>Profundidad BB-2</b> (m)								
	<b>Profundidad BB-3</b> (m)							
		<b>Profundidad BB-4</b> (m)						
			<b>Profundidad BB-5</b> (m)					
<b>Tiempo de punto AA a punto BB</b> (s)								
T1	T2			T3	T4	T5	T6	
T7	T8	T9		T10				
<b>Observaciones</b>								

Indicador 3. Rompimiento de continuidad del cauce natural en las cuencas hidrográficas  
**Hoja de registro**

<b>Nombre de monitor</b>				<b>ANP</b>	
<b>Localidad</b>				<b>Fecha (día/mes/año)</b>	
<b>Hora (inicio 0-24 hrs)</b>		<b>Hora (fin 0-24 hrs)</b>		<b>Estado del tiempo</b>	
<b>Tipo de infraestructura</b>		<b>Coordenadas de infraestructura</b>		<b>Observaciones</b>	

Indicador 4. Composición de microalgas bentónicas  
**Hoja de registro**

<b>Nombre de monitor</b>		<b>ANP</b>		<b>Estado del tiempo</b>		<b>Condiciones bajo las cuales se está realizando el monitoreo</b>	
<b>Localidad</b>		<b>Fecha (día/mes/año)</b>		<b>Hora (fin 0-24 hrs)</b>		<b>Grupo/Familia/Género/Especie</b>	
<b>Hora (inicio 0-24 hrs)</b>		<b>Coordenadas del punto de estudio</b>		<b>Observaciones</b>			



Indicador 7. Composición de la comunidad íctica  
Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP				
Localidad		Fecha (día/mes/año)				
Hora (inicio 0-24 hrs)	Hora (fin 0-24 hrs)	Estado del tiempo				
Coordenadas de muestreo	Tipo de muestreo o método	Nombre común	Nombre científico (en caso de conocerlo)	Indique si corresponde a una Especie Nativa (N), Endémica (E), Exótica-Invasora (E-I)	Enfermedad, malformaciones o lesión en el ejemplar	Fotografías de las especies observadas
<b>Observaciones</b>						

Indicador 8. Diversidad de anfibios y reptiles  
Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP				
Localidad		Fecha (día/mes/año)				
Hora (inicio 0-24 hrs)	Hora (fin 0-24 hrs)	Estado del tiempo	Sexo Macho (M), Hembra (H)	Tipo de vegetación aledaña	Tipo de ecosistema	Género / nombre científico (en caso de conocerlo) o nombre común
Coordenadas	Tipo de muestreo	Número de trampa/ parcela/ transecto	N. de foto	Nativa (N), Endémica (E), Exótica-Invasora (E-I)	N. de horas invertido en el muestreo por uno o todos los observadores	Km recorridos
<b>Observaciones</b>						





Indicador 11. Composición de la vegetación riparia  
**Hoja de registro**

Observaciones	Nombre de monitor												
	Parcela	Coordenadas	Género / especie (si se conoce) o nombre común	Tipo de planta	Número de individuos por categoría de altura (m)			Porcentaje de cobertura	Vigor: (B) Bueno, (R) Regular o (M) Malo	Estado del tiempo			
					0.25-1-50	1.51-2.75	>2.75			ANP	Fecha (día/mes/año)	ANP	ANP

Indicador 12. Número de impactos generados por el humano  
**Hoja de registro**

Nombre de monitor	ANP	Estado del tiempo		Daño en: (C) Cuerpo de agua o (V) Vegetación		Tipo de impacto			Observaciones	
Localidad	Fecha (día/mes/año)	Hora (inicio 0-24 hrs)	Hora (fin 0-24 hrs)							
/	/	/	/							

\*Grado de afectación:  
**No perceptible:** cuando aun estando presente, el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos forestales.  
**Menor:** cuando los efectos negativos causados a los recursos no son permanentes y se pueden recuperar sin intervención del hombre.  
**Mediana:** cuando los daños a los recursos no son permanentes, pero sí se requiere de la intervención del hombre para controlar el proceso de degradación.  
**Mayor:** impactos mayores que han afectado los recursos de tal manera que, para su recuperación, son necesarias medidas de restauración durante un tiempo considerable.

													Coordenadas del impacto	Hora (inicio 0-24 hrs)	Localidad	Nombre de monitor	
														Número de turistas/días presentes			Hora (fin 0-24 hrs)
													Tipo de impacto	Caracterización del impacto	Estado del tiempo	Fecha (día/mes/año)	ANP

# Recomendaciones

Para el uso de este protocolo se extienden las siguientes recomendaciones:

- 1 No coleccionar a menos que sea extremadamente necesario.
- 2 Para realizar las colectas/capturas se requiere de permisos de colecta expedidos por SEMARNAT a través de trámite SEMARNAT-08-049-A Licencia de colecta científica o con propósitos de enseñanza en materia de vida silvestre. Modalidad A: por línea de investigación <http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGVS/FF-SEMARNAT-104%20%20SEMARNAT-08-049-A-B%20y%20C%20editable.pdf>
- 3 Es importante mantener el esfuerzo de muestreo en los sitios, para ello se deben identificar y localizar de forma precisa, para continuar con su monitoreo entre uno y otro año para observar tendencias.
- 4 Se debe realizar una planeación previa para la selección de los sitios de muestreo.
- 5 Adquirir guías de identificación existentes para el área o la región, o la elaborar guías a partir de los listados de especies e imágenes que puedan obtenerse en campo, internet, entre otras fuentes.
- 6 En caso de no poder identificar a los organismos, tomar la mayor cantidad de fotos para una identificación posterior.
- 7 Por seguridad, es importante que durante el trabajo en campo, el personal técnico porte sus credenciales de identificación como colaboradores del ANP, así como también los vehículos en los cuales son transportados porten los logos del ANP y de la CONANP.
- 8 Para evitar el riesgo de accidentes con especies de importancia médica y prevenir la transmisión de enfermedades y parásitos, se recomienda utilizar el equipo necesario para la manipulación de la fauna silvestre, así como su correcta desinfección.

# Agradecimientos

---

Agradecemos la participación de las personas que contribuyeron al enriquecimiento y elaboración del protocolo de bosques y selvas:

- Alejandra Calvo Fonseca
- Amantina Lavalle
- Catalina Martínez Silva
- Eduardo Soto Montoya
- Elva Ivonne Bustamante M.
- Ignacio J. March Mifsut
- Jorge Brambila Navarrete
- Juan Manuel Salazar Torres
- Katya Andrade Escobar
- Maira Abigail Ortíz Cordero
- Marisol Amador Medina
- Martha Judith Román R.
- Oscar Rangel Aguilar
- Ulises Torres García

Se agradece el apoyo de la [Colección de Fotocolectas Biológicas, del Instituto de Biología de la UNAM](#), por la revisión del contenido y el desarrollo de las ilustraciones y diseño del material a través del apoyo del servicio social. Así como a las instituciones participantes: [CONANP](#), [CONABIO](#), [UNAM-CMARL](#), [UNAM-ICML](#), [PNUD](#), [FMCN](#) Y [GIZ](#).

