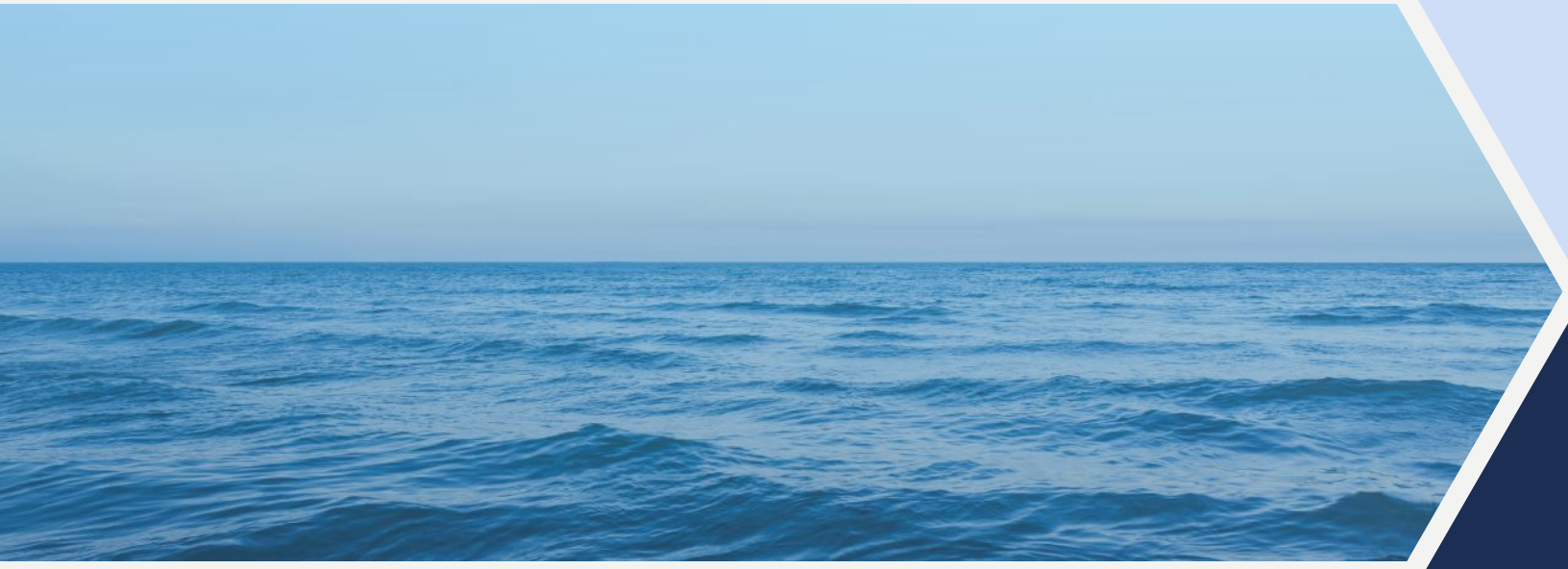
Protocolo para el monitoreo ecosistémico de **mar abierto** en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022

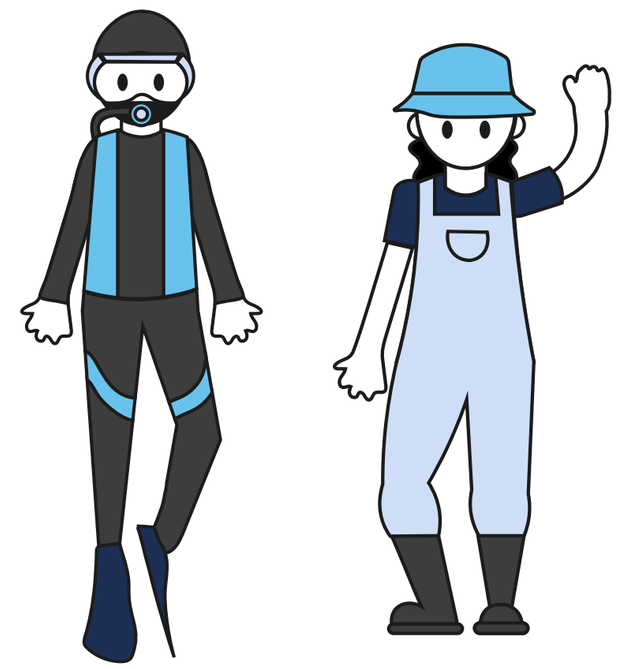
Francisco Javier Botello López
Catalina Vázquez Camacho
Fernando Mayani Parás
Marisol Eliut Vega Orihuela
Sharon Patricia Morales Díaz

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
FMCN
FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PRIVADA
CONBIODES
Conservación Biológica y Desarrollo Social A. C.

Protocolo para el
monitoreo ecosistémico de

mar abierto

en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

FMCN
FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PRIVADA

CONBIODES
Conservación Biológica y Desarrollo Social A. C.

Primera edición digital: 17 de octubre del 2022

Revisión final: Claire Pérez Lemus y Fernando Mayani Parás

Fotografías: "*Paisaje marino fantástico con olas pequeñas*" [fotografía], por Jannoon028, Freepik.com (https://www.freepik.es/)

Diseño e ilustraciones:

Claire Pérez Lemus
claire.pl1999@gmail.com

Mariana Inurrigarro Nevarez
madamedestler@gmail.com

Iraís Gayoso Gutiérrez
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 mar abierto en áreas naturales protegidas.* Instituto de Biología, UNAM, 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
Sitio web: https://www.conbiodes.com/

ISBN: en trámite

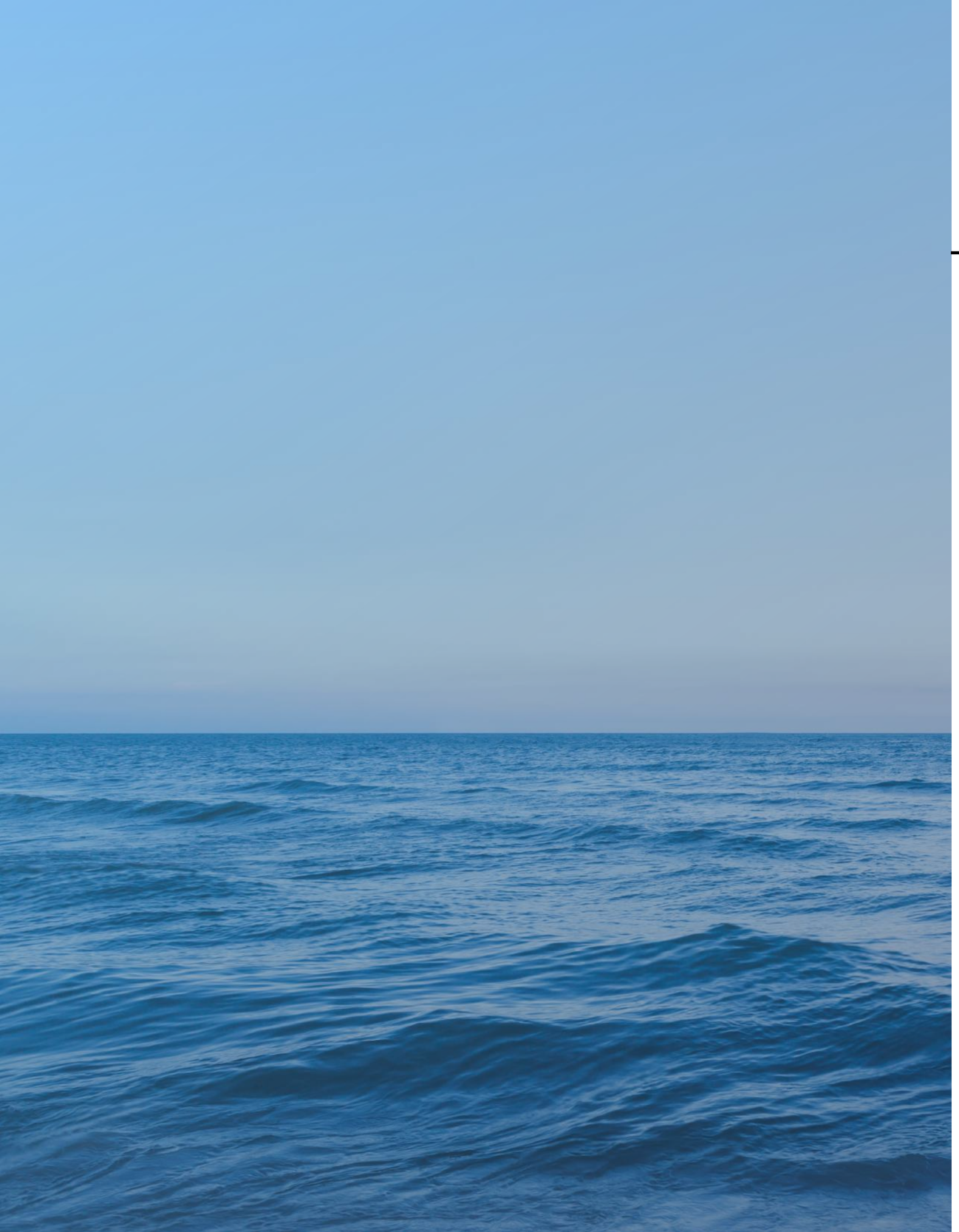
Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier medio sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

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 **mar abierto** en Áreas Naturales Protegidas

México, 2022



Contenido

Introducción 9

Indicadores que requieren trabajo de campo 13

Indicador 1

*Parámetros fisicoquímicos del agua **15**

Medición de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad 17

Hoja de registro 88

Indicador 2

Abundancia de la comunidad planctónica **21**

Muestreo con botella Van Dorn 23

Muestreo con red por arrastre 24

Hoja de registro 89

Indicador 3

Diversidad de macrobentos **27**

Muestreo de fondo marino 29

Punto de intersección 30

Hoja de registro 90

Indicador 4

*Diversidad de pelágicos mayores **33**

*Fotogrametría acuática 35

*Monitoreo submarino por buceo errante 36

Monitoreo aéreo 37

*Monitoreo mediante capturas 38

Monitoreo utilizando dispositivos remotos de video con carnada (BRUVS) 40

I. Bentónicos 40

II. Pelágicos a la deriva 41

Hoja de registro 91

Monitoreo mediante capturas y de tiburones 92
Monitoreo de rayas 93
Monitoreo mediante BRUVS 94

Indicador 5
Diversidad de aves **43**
Puntos de conteo 45
Transecto en línea 47
Monitoreo terrestre de colonias de aves en islas, censo o conteo total de una colonia 47
I. Censo básico 48
II. Censo avanzado 49
III. Monitoreos subsecuentes 51
IV. Censado de colonias inaccesibles 51
Hoja de registro 95

Indicador 6
*Diversidad de ballenas **55**
Monitoreo desde embarcaciones 57
I. Censos en transectos 57
*Monitoreo desde puntos fijos 58

Indicador 7
Éxito reproductivo de ballenas **61**
Hojas de registro
Censos en transectos 96
Monitoreo desde puntos fijos 97

Indicador 8
*Número de especies de mamíferos y tortugas marinas presentes en el área **65**
Hoja de registro 98

Indicador 9
*Presencia de especies exóticas-invasoras de alto impacto **71**
Hoja de registro 99

Indicador 10
Varamientos de mamíferos marinos **75**
Recorridos 77
Atención de reportes de varamientos 78
Hoja de registro 100

Indicador 11
*Presencia de contaminantes y sobrepesca **81**
Hoja de registro 101

Recomendaciones 103
Agradecimientos 105

Introducción

El siguiente protocolo de mar abierto 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[1].

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[2]. Su evaluación se compone de tres elementos fundamentales de los ecosistemas: composición, estructura y función[3] 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[4].

1 Herrera *et al.*, 2004
2 Komar *et al.*, 2014
3 Carrillo-García, 2018; Macías-Caballero *et al.*, 2014
4 Parrish *et al.*, 2003

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 realizar la evaluación de la integridad ecosistémica del ecosistema de **mar abierto**, se presentan 11 indicadores a medir: seis indicadores para composición, dos indicadores para función y dos indicadores de perturbaciones y amenazas. De estos 11 indicadores, siete se consideran prioritarios y se indican con un asterisco (*) en el protocolo.

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 cuente.

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 del monitor 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 realizar colectas de organismos se deberá contar con los permisos de colecta correspondientes.

Basado en:

- Carrillo-García, D. (2018). I*ndicadores para monitorear la integridad ecológica de los arrecifes de coral: el caso del caribe mexicano* [tesis de licencitura, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)]. Repositorio institucional https://repositorio.unam.mx/contenidos/326059

- Herrera, B. y Corrales, L. (2004). *Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas*. Programa Ambiental Regional para Centroamérica (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.

- 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.

- Parrish, J. D., Braun, D. P., y Unnasch, R. S. (2003). Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience*, 53(9), 851-860.

Indicadores que requieren trabajo de campo

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Función	**1. *Parámetros fisicoquímicos del agua**	Muestreo y observacional	GPS, formatos de registro impresos, bitácora, sonda multiparamétrica, si no se tiene entonces sensor permanente de temperatura, sensor permanente de pH, sensor permanente de salinidad, sensor permanente de concentración de oxígeno disuelto, botella Niskin y disco de Secchi	Mensualmente, o de ser posible de manera semanal
Composición	**2. Densidad/ Biovolumen de plancton**	Muestreo y cálculo densidad y/o biovolumen	GPS, formatos de registro impresos, guías para identificación en campo, botella de Niskin o Van Dorn, red de plancton estándar con cerco metálico de 30 cm y un orificio de malla de 300 µm, frascos ámbar de 200 ml, lugol, formaldehído, etiquetas, cronómetro, hielera y microscopio invertido Olympus CKX41	Dos veces al año (temporada lluviosa y de sequía)
	3. Diversidad de macrobentos	Muestreo y censos visuales	GPS, formatos de registro impresos, guías para identificación en campo, muestra de fondo marino: muestreador de draga de cuchara Van Veen, mallas de 0.062, 0.1 ó 0. 5 mm de apertura, borax, bolsas de almacenamiento y formol al 10 %. **Punto de intersección:** cinta métrica, formato de registro, tabla submarina y equipo SCUBA.	
	4. *Diversidad de pelágicos mayores	**Submarino:** Transectos de banda, censos de barrido y fotografías **Aéreo:** recorridos por drones **Por captura:** acompañamiento a pescadores o en sitios de desembarco de pesquerías **Dispositivos remotos:** mediante carnada	GPS, formatos de registro impresos, guías de identificación **Submarino:** equipo SCUBA, bitácora, dos lásers, cámara acuática sumergible y tubo PVC. **Aéreo:** dron, equipo de cómputo y software para procesar datos. ***Por captura:** guantes y cinta métrica. ***Dispositivos remotos:** cámara acuática sumergible, dos lásers, tubo PVC, estructura para mantener la cámara acuática sumergible en el fondo, lastre de plomo, boyas de señalización, boyas de estabilización, rafia, carnada y caja de metal para carnada.	
	5. Diversidad de aves	Puntos de conteo	GPS, formatos de registro impresos, guías para identificación en campo, embarcación, binoculares, cintas numeradas, pintura en aerosol, cronómetro y guía de campo	

Elementos de integridad ecosistémica	Indicador	Tipo de muestreo	Equipo necesario	Frecuencia de monitoreo
Composición	**6. *Diversidad de ballenas**	**Embarcaciones:** conteo e identificación visual en transectos **Puntos fijos:** conteo e identificación visual mediante barrido del campo de observación	GPS, formatos de registro impresos, guías para identificación en campo. **Monitoreo desde embarcaciones:** binoculares, cámara fotográfica. **Monitoreo desde puntos fijos:** toldo, sillas, mesa, tripie, telescopio terrestre 20-60X80 mm, binoculares, brújula, reloj, cámara y estación meteorológica.	Una vez por semana durante la temporada de migración
Función	**7. Éxito reproductivo de ballenas**	Fotoidentificación	GPS, formatos de registro impresos, bitácora con catálogo de aletas caudales, cámaras reflex equipadas con lentes zoom 70-200 mm o con telefoto 300 mm	Una vez al año durante la temporada de migración
Composición	**8. *Número de especies de mamíferos y tortugas marinas presentes en el área**	Transectos de banda	GPS, formatos de registro impresos, guías para identificación en campo, cámaras reflex equipadas con lentes zoom 70-200 mm o con telefoto 300 mm, embarcación y combustible. Se recomienda utilizar gorra y anteojos oscuros para mejorar la visibilidad	Dos veces al año
	9. *Presencia de especies exóticas-invasoras de alto impacto	Transecto en banda, censos de barrido, recorridos por drones, acompañamiento a pescadores o en sitios de desembarco de pesquerías, puntos de conteo, fotoidentificación	GPS, formatos de registro impresos y guías para identificación en campo	
Perturbaciones y amenazas	**10. Varamientos de mamíferos marinos**	Recorridos de playas y atención de reportes de varamientos	GPS, formatos de registro impresos, cámara fotográfica, guantes de látex y cinta métrica	A lo largo del año y cuando se reporten eventos de varamientos
	11. *Presencia de contaminantes y sobrepesca	Bitácora	GPS, formatos de registro impresos y libreta de registro	Cada que se realice el monitoreo de los indicadores anteriores

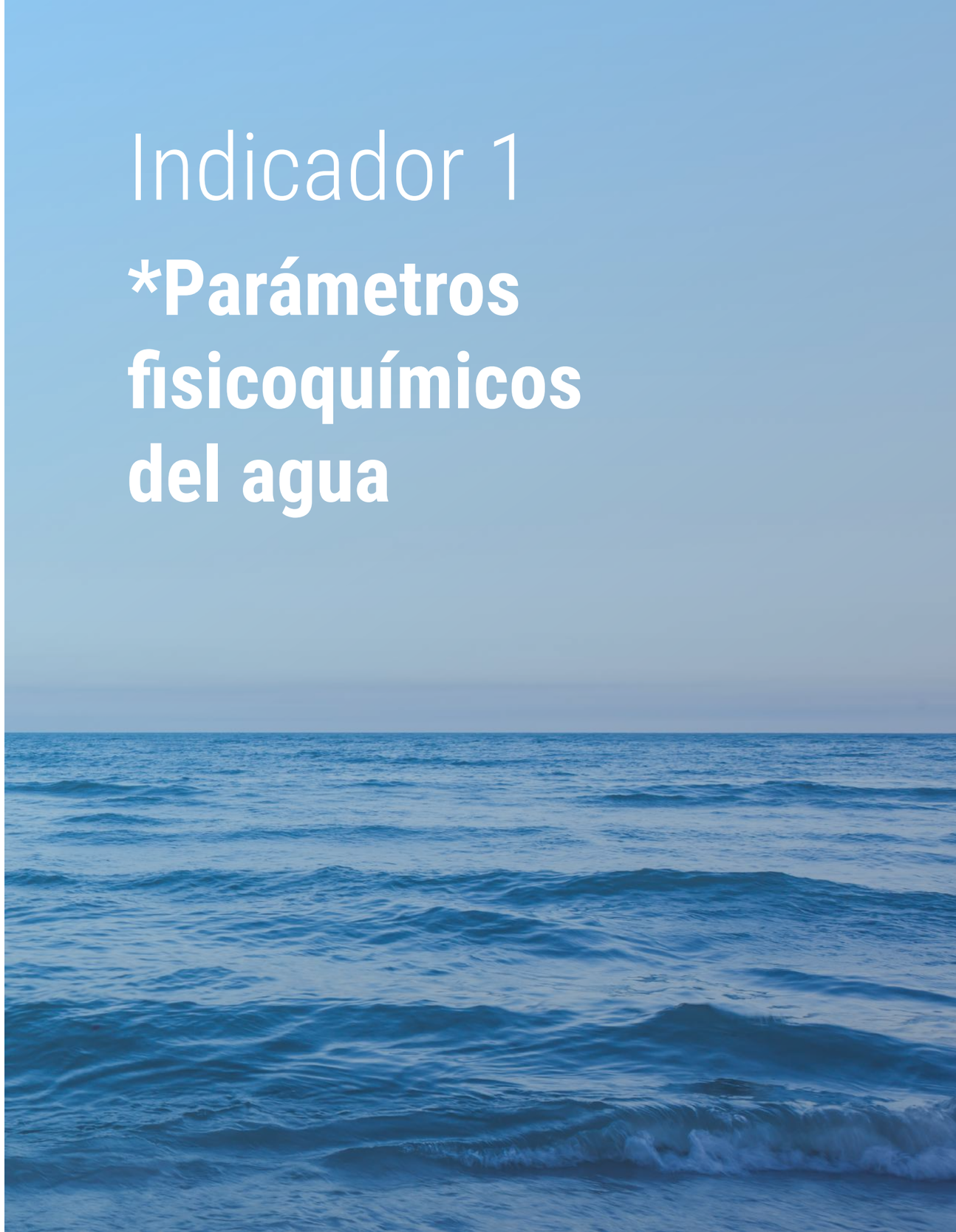
Tabla 1. Indicadores que requieren trabajo de campo.

Nota: debido a que el objetivo de este protocolo es realizar un muestreo estandarizado, es importante que el esfuerzo de muestreo se mantenga para el caso particular de cada indicador.

Los indicadores de presencia de especies exóticas-invasoras de alto impacto y presencia de contaminantes y sobrepesca se monitorearán simultáneamente, es decir, al estar efectuando el monitoreo de otros indicadores podrá detectar al mismo tiempo especies exóticas-invasoras, contaminantes y sobrepesca.

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. El agua de la columna de agua se tomará utilizando una botella Niskin a profundidades de 10, 30 y 50 m.

Nota: es importante mencionar que antes de realizar las lecturas de los parámetros, la sonda o los sensores utilizados deberán ser 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

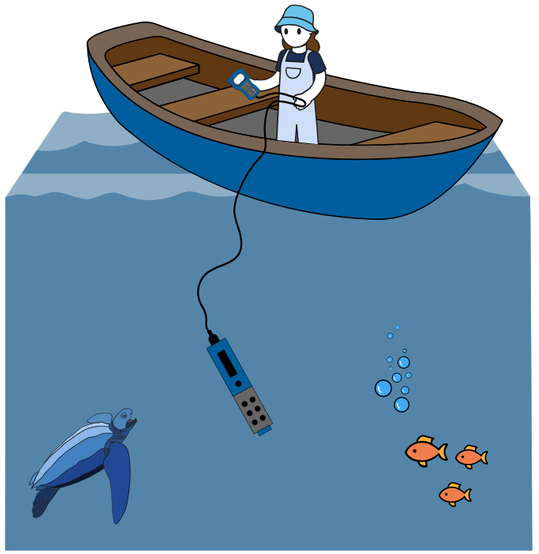
1 Sumerja una sonda multiparamétrica o sondas específicas para cada parámetro y obtenga:

- Temperatura
- Oxígeno disuelto
- pH
- Salinidad

2 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas de los puntos de toma de parámetros (temperatura (°C), oxígeno disuelto (PPM), pH y salinidad (UPS))
- Observaciones



Nota importante: para reducir el sesgo en la medición de los parámetros fisicoquímicos que pueden producirse por errores de tiempo, uso y calibración de la sonda multiparamétrica, se recomienda el uso de HOBOS específicos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH. El uso de estas herramientas reduce considerablemente el número de visitas a campo, lo que se traduce en una disminución en los costos, personal y tiempo invertido. Además, de que de ser posible son tomados en el mismo sitio.

Medición de transparencia del agua
(coeficiente de atenuación de la luz)

Para obtener la medición de transparencia del agua (coeficiente de atenuación de la luz):

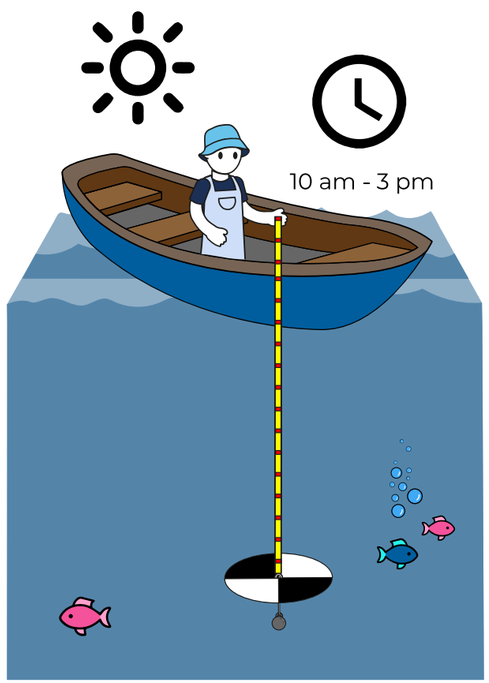
1 Utilice un disco de Secchi que estará unido a una cuerda metrada.

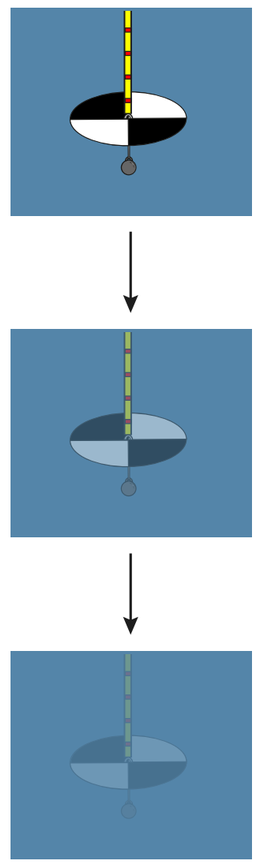
2 Desde la embarcación (si el lugar lo permite) o desde la orilla, en la parte soleada y con oleaje bajo, entre las 10:00 am y las 3:00 pm, deje bajar lentamente el disco de Secchi a 90° hasta que ya no sea perceptible.

3 Registre datos.

Datos a registrar:

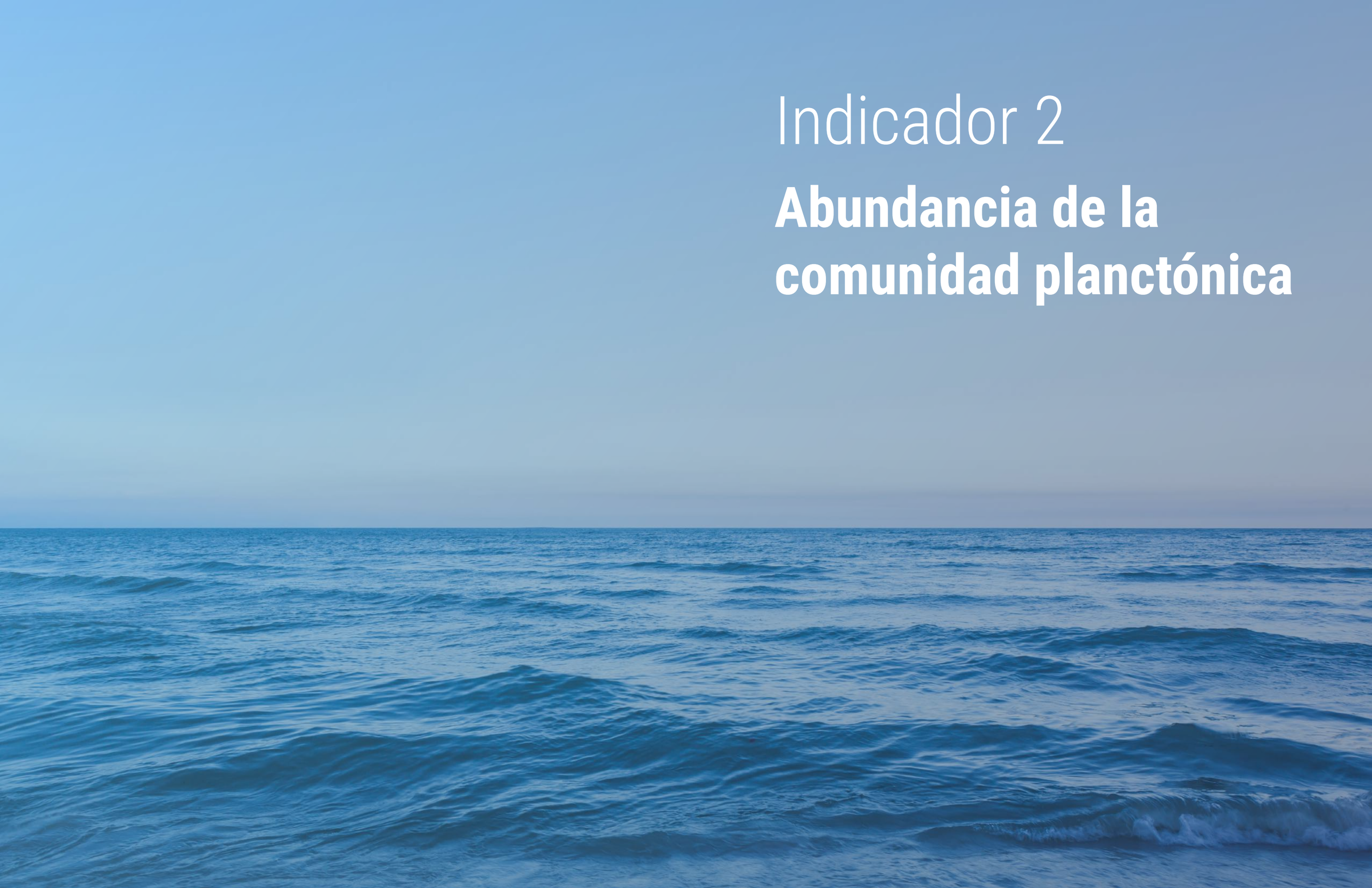
- Coordenadas de los puntos de toma de parámetros
- Profundidad del disco (m)
- Observaciones





Basado en:

- Archer, D., Martin, P., Buffett, B., Brovkin, V., Rahmstorf, S. y Ganopolski, A. (2004). *The importance of ocean temperature to global biogeochemistry. Earth and Planetary Science Letters, 222(2)*, 333–348.
- 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.
- Batteen, M. L. y Huang, M. J. (1998). Effect of salinity on density in the Leeuwin Current System. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 103(C11), 24693-24721.
- Gattuso, J. P., Gentili, B., Duarte, C. M., Kleypas, J. A., Middelburg, J. J. y Antoine, D. (2006). Light availability in the coastal ocean: impact on the distribution of benthic photosynthetic organisms and their contribution to primary production. *Biogeosciences*, 3(4), 489-513.
- Guerrero-Meseguer, L., Cox, T. E., Sanz-Lázaro, C., Schmid, S., Enzor, L. A., Major, K., ... 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.
- Feely, R. A., Sabine, C. L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V. J. y Millero, F. J. (2004). Impact of anthropogenic CO_2 on the $CaCO_3$ system in the oceans. *Science*, 305(5682), 362-366.
- Millero, F. J., Feistel, R., Wright, D. G. y Mc Dougall, T. J. (2008). The composition of Standard Seawater and the definition of the Reference-Composition Salinity Scale. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 55*(1), 50–72.
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressl, R., ... Francisco-Ramos, V. (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 (CONABIO). http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15240.pdf
- Vaquer-Sunyer, R. y Duarte, C. M. (2008). Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 15 452– 15 457.



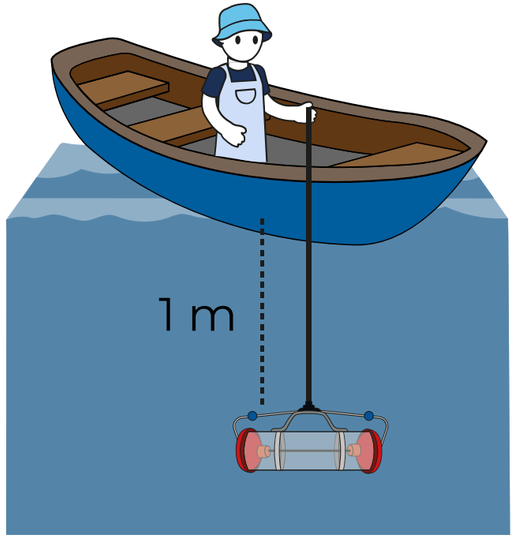
Indicador 2

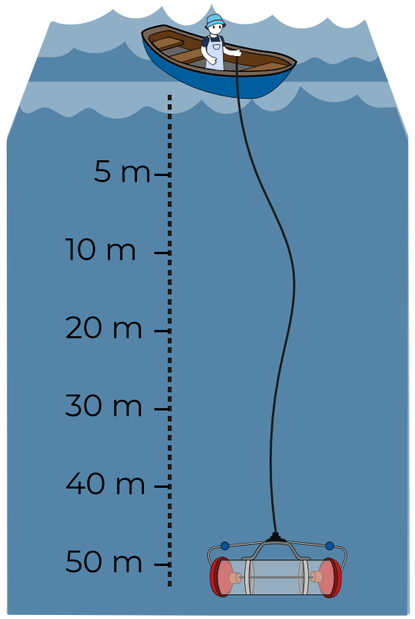
Abundancia de la comunidad planctónica

Para el monitoreo de este indicador se proponen dos métodos complementarios que permitirán estimar la composición y biovolumen del plancton. Es importante mencionar que para llevar a cabo el análisis de la colecta de plancton será necesario apoyarse de un laboratorio que cuente con el equipo y la experiencia requerida, por lo que se recomienda la identificación previa del laboratorio local o foráneo en el que se realizará el procesamiento de las muestras.

Muestreo con botella Van Dorn

1. Abra y fije las tapas en la botella de Van Dorn y cierre las válvulas.
2. Sumérjala a un lado de la lancha a 1 m debajo de la superficie.
3. Coloque el mensajero en la línea y déjelo caer para que se disparen las cápsulas y obtenga muestras de agua a distintas profundidades (5, 10, 20, 30, 40 y 50 m).
4. Cada vez que saque la botella, ábrala y colecte un volumen de 200 ml de agua.





5 Almacene las muestras en frascos ámbar y preservelas con lugol en proporción de 1 ml por cada 100 ml de muestra.

6 Es importante que etiquete los frascos con la profundidad que le corresponde y que mantenga las muestras en una hielera para su posterior análisis.

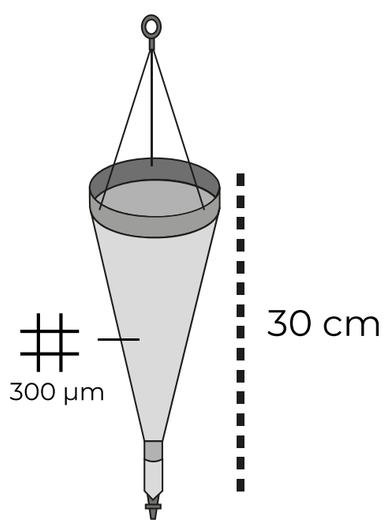
7 Registre datos.

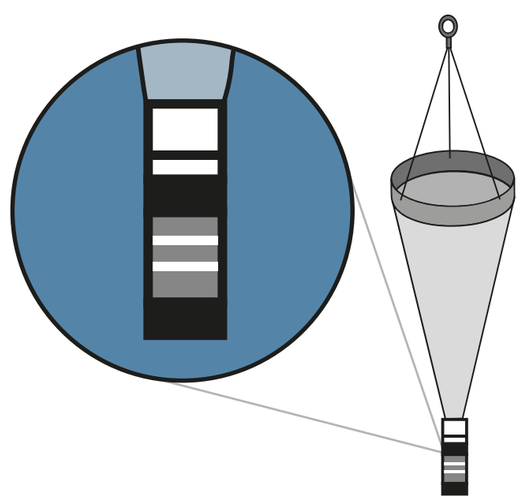
Muestreo con red por arrastre

Para obtener muestras cualitativas concentradas de fitoplancton:

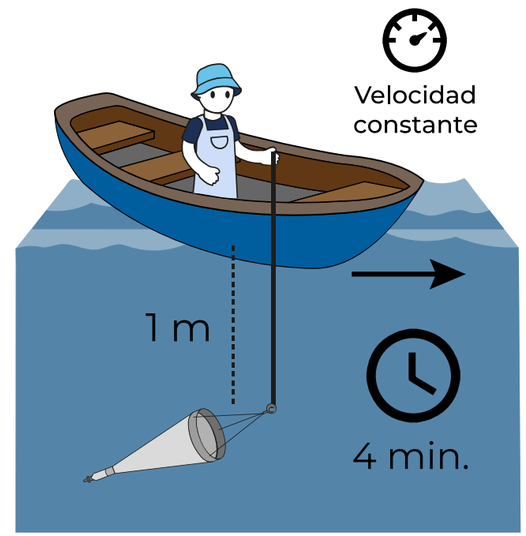
1 Realice arrastres superficiales con apoyo de una red de plancton de cerco metálico de 30 cm y un orificio de malla de 300 µm.

2 En el extremo de la red se instala un colector.

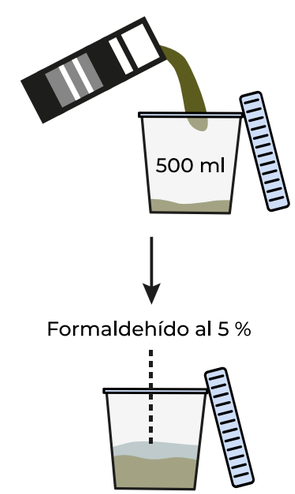




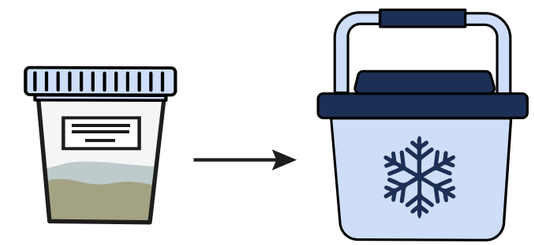
3 Para realizar el arrastre, amarre la red y sumérjala a 1 metro de profundidad. Comience a avanzar a velocidad constante (dos nudos); pasados cuatro minutos saque la red del agua.



4 El contenido del colector se pasa a un recipiente de plástico de 500 ml y se fija con formaldehído al 5 %.



5 Etiquete correctamente con el nombre de quien colectó la muestra, la fecha de colecta y sitio. Guarde la muestra en una hielera para su posterior análisis en el laboratorio.



6 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio en el que se tomaron las muestras
- Profundidad
- ID
- Observaciones

Basado en:

- Gasca, R., Suárez-Morales, E., Vásquez-Yeomans, L., Castellanos-Osorio, I., Hernández-Flores, R. y González-Vera, M. A. (1996). *Composición específica, distribución, abundancia y aspectos ecológicas del zooplancton del Mar Caribe mexicano*. Informe Técnico. CONACYT/ECOSUR.
- Kruk, C., Huszar, V. L., Peeters, E. T., Bonilla, S., Costa, L., Lürling, M., ... Scheffer, M. (2010). A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater biology*, 55(3), 614-627.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollingher, U. y Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of phycology*, 35(2), 403-424.
- Suthers, I., Rissik, D. y Richardson, A. (Eds.) (2019). Plankton: *A guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO publishing.

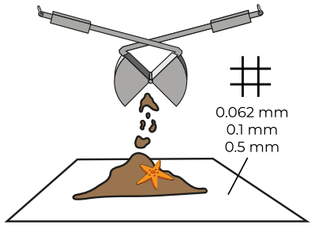
Indicador 3

Diversidad de macrobentos

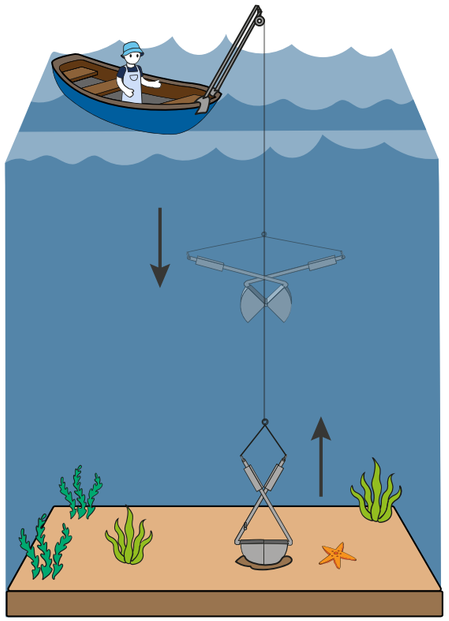
Para el monitoreo de este indicador se proponen dos métodos complementarios.

Muestreo de fondo marino

1 Tome una muestra con ayuda de un muestreador de draga de cuchara Van Veen capaz de muestrear un área de 0.025 m² ó 0.05 m².

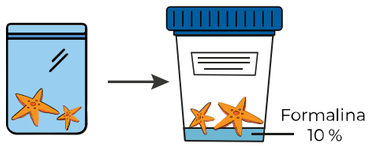


2 Se tomarán por lo menos tres réplicas por sitio de muestreo por estación (a una profundidad aproximada de 200 m entre la zona supralitoral e intermareal).



3 Filtre las muestras en mallas de 0.062 mm, 0.1 mm ó 0. 5 mm y almacénelas en bolsas o recipientes de plástico hasta llegar a la orilla.

4 Posteriormente, las muestras serán transferidas de las bolsas a recipientes de plástico y serán estabilizadas con formalina al 10 % neutralizado con bórax y selladas herméticamente, quedando así listas para el análisis posterior que se llevará a cabo en el **laboratorio**.



5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de las estaciones donde se tomen las muestras
- Tipo de fauna bentónica:
  - **Macrofauna:** poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos, poríferos, entre otros
  - **Meiofauna:** poliquetos, nemátodos, copépodos harpacticóides, tardígrados, entre otros
- Número de individuos por grupo
- Observaciones

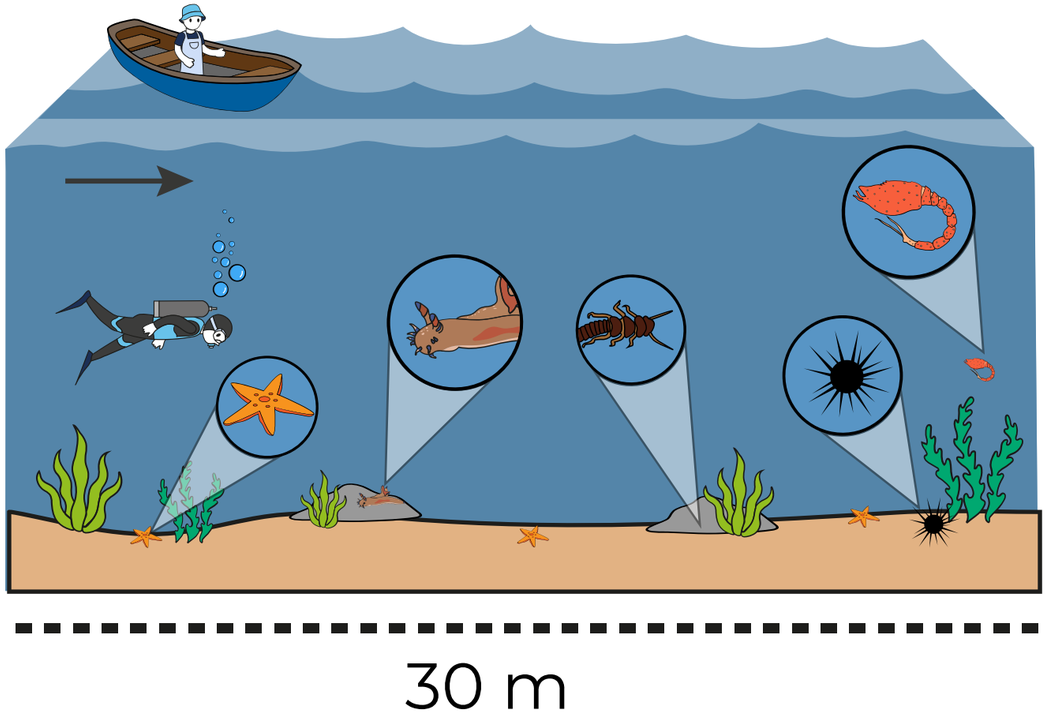
Punto de intersección

1 Establezca seis transectos de 30 m por sitio. Sumérjase y cada 25 cm por debajo de la línea del transecto identifique y registre la cobertura béntica, así como los individuos macrobentónicos que observe.

2 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas de inicio y fin de los transectos
- **Tipo de cobertura:** arrecifes de coral, formaciones rocosas, lecho marino, pastos marinos, algas o sin cobertura
- **Tipo de fauna bentónica:**
  - **Macrofauna:** poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos, poríferos, entre otros
  - **Meiofauna:** poliquetos, nemátodos, copépodos harpacticóides, tardígrados, entre otros
- Número de individuos por grupo
- Observaciones



Basado en:

- González-Zuarth, C. A., Vallarino, A., Pérez-Jiménez, J. C. y Low-Pfeng, A. M. (2014). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental.* El Colegio de La Frontera Sur (ECOSUR). https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-Guardianes-de-nuestro-futuro-ambiental.pdf
- Martin, J. P. y Bastida, R. (2008). Contribución de las comunidades bentónicas en la dieta del róbalo (Eleginops maclovinus) en la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). *Latin American journal of aquatic research, 36*(1), 1-13. https://www.redalyc.org/pdf/1750/175014500001.pdf
- Muniz, P., Lana, P., Venturini, N., Elias, R., Vallarino, E., Bremec, C., Martins, C. y Sandrini, L. (2013). *Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos.* http://dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/1031_academicas__academicaarchivo
- Zapperi, G. (2015). *Estructura y funciones ecológicas de las comunidades bentónicas en planicies de marea de la zona interna del estuario de Bahía Blanca* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio institucional http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2427/1/Tesis%20Georgina%20Zapperi%2010-4-15.pdf

Indicador 4

*Diversidad de pelágicos mayores

Entre los pelágicos mayores encontramos a los tiburones, rayas, atún, pez espada, entre otros.

Para medir este indicador se sugieren cinco métodos que puedan adaptarse a los recursos de cada ANP. Con un (*) se marcan los métodos prioritarios.

*Fotogrametría acuática

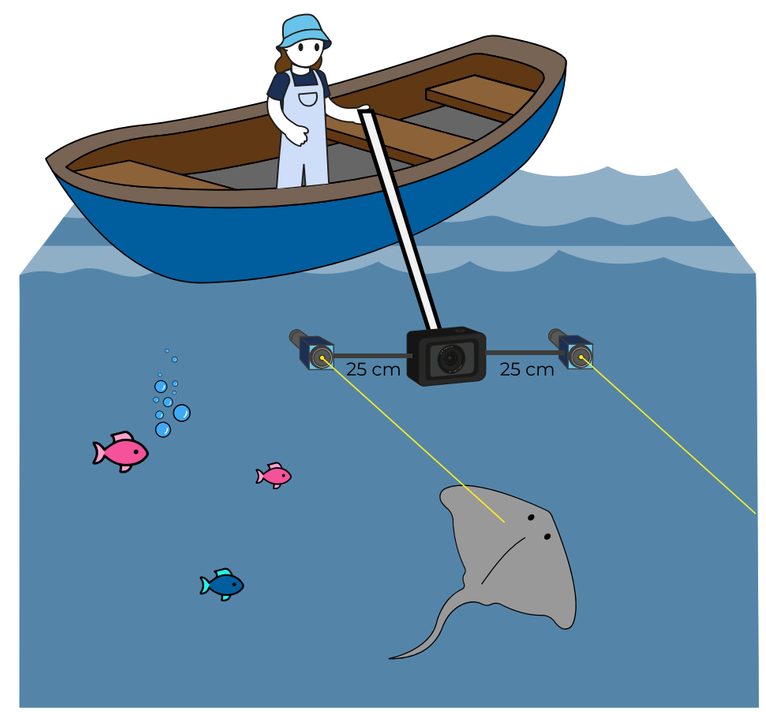
1 Con la finalidad de obtener las fotografías de los individuos y poder conocer las tallas, monte una cámara acuática en un tubo de PVC, y coloque un láser de cada lado a 25 cm de distancia.

2 Analice el video.

3 Registre datos.

Datos a registrar
por fotogrametría acuática:

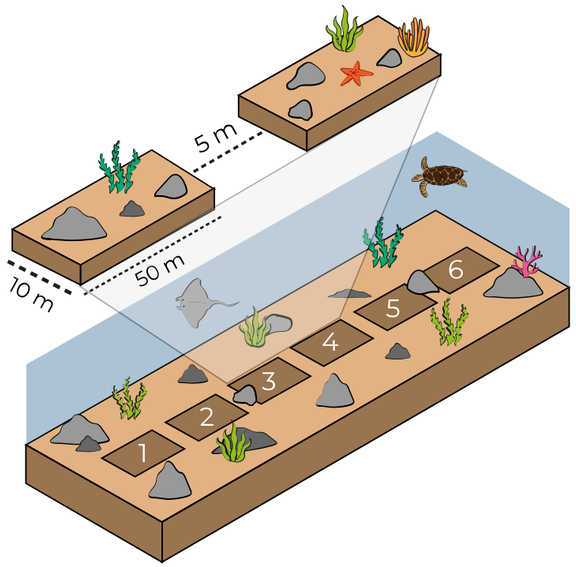
- Número de individuos por especie
- Minuto del video
- Observaciones

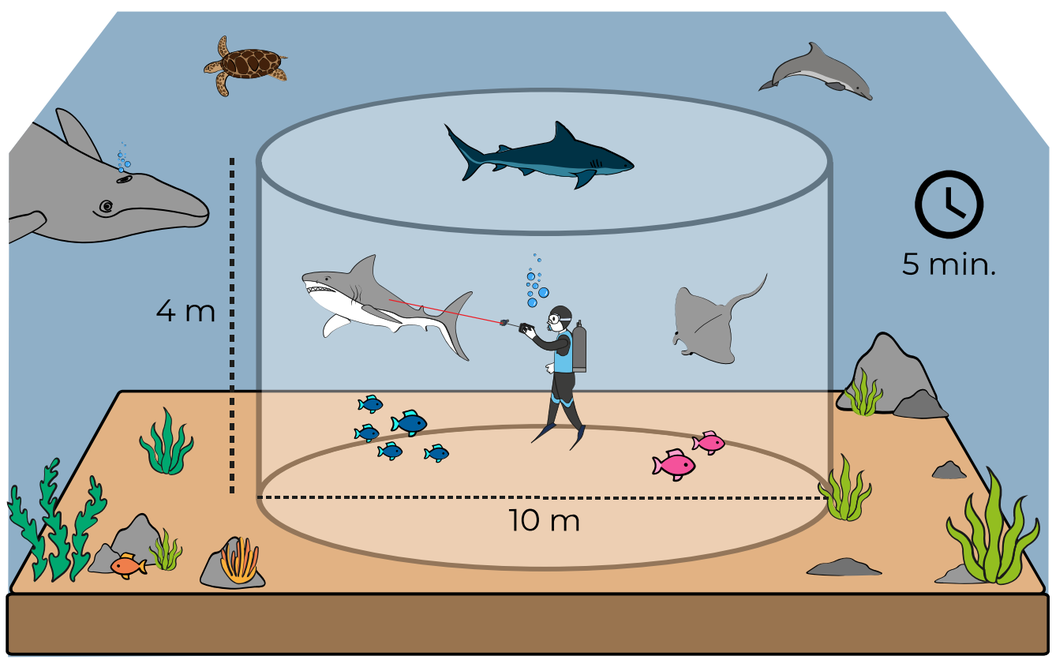


*Monitoreo submarino por buceo errante

1 Realice seis transectos de banda en línea recta de 50 m por 10 m, con distancia mínima de 5 m entre transectos. Registre a todos los individuos pelágicos observados.

2 Dentro del mismo transecto realice un censo de barrido al inicio y final. Registre a todos los individuos que se observen durante 5 minutos en un cilindro de 10 m de diámetro y 4 m de altura.





3 Fotografíe a los pelágicos mayores que observe. Tenga cuidado al tomar las fotografías, de tal forma que los lásers se puedan distinguir sobre el individuo.

4 Registre datos.

Datos a registrar
por buceo errante:

- Coordenadas
- Especie
- Sexo
- Talla estimada (del morro a la base de la aleta caudal) estimar por medio de las fotografías
- Posición y distancia respecto al observador
- Número de foto (si es posible)
- Observaciones

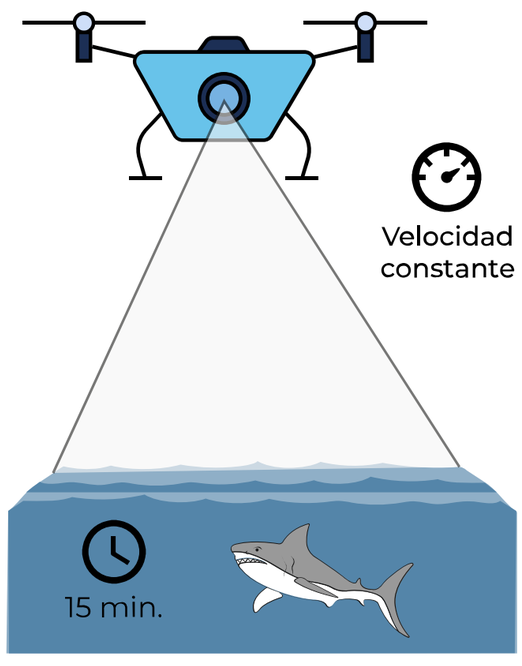
Monitoreo aéreo

1 De forma complementaria y si los recursos disponibles lo permiten, se recomienda que se realice un censo por medio de un dron, en transectos de 15 min a velocidad constante en la misma área donde se realicen los censos submarinos.

2 Registre datos.

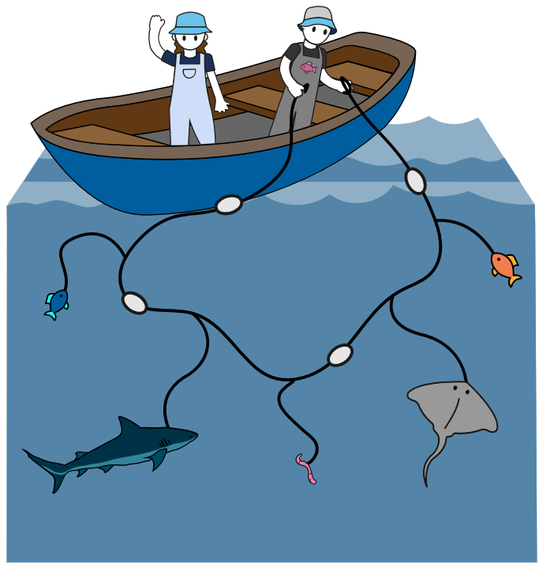
Datos a registrar
por monitoreo aéreo:

- Fecha del recorrido
- Hora del recorrido
- Coordenadas iniciales del sitio de monitoreo
- Velocidad del dron
- Visibilidad estimada en metros
- Tiempo de vuelo y distancia recorrida (para recorrido aéreo)
- Superficie aproximada
- Observaciones



*Monitoreo mediante capturas

1 Realice **acompañamiento** a pescadores o en sitios de desembarco de las pesquerías costeras.



Datos a registrar por viaje de pesca:

- Fecha de captura
- Tipo de pesquería
- Volumen de captura (kg)
- Fauna acompañante de la captura
- Esfuerzo de pesca (tamaño del arte, número de anzuelos, tiempo de calado)
- Observaciones

2 Durante el **levantamiento del arte** (palangre o red de enmalle) o en desembarcos, haga registros para cada individuo de tiburones, rayas y fauna marina.

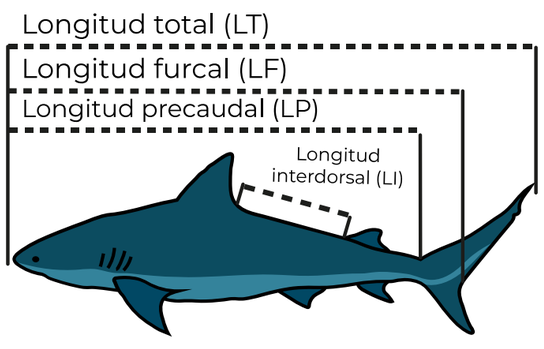
3 Registre datos.

Datos a registrar (tiburones):

- Longitud total (cm)
- Longitud furcal (cm)
- Longitud precaudal (cm)
- Longitud interdorsal (cm)
- Observaciones

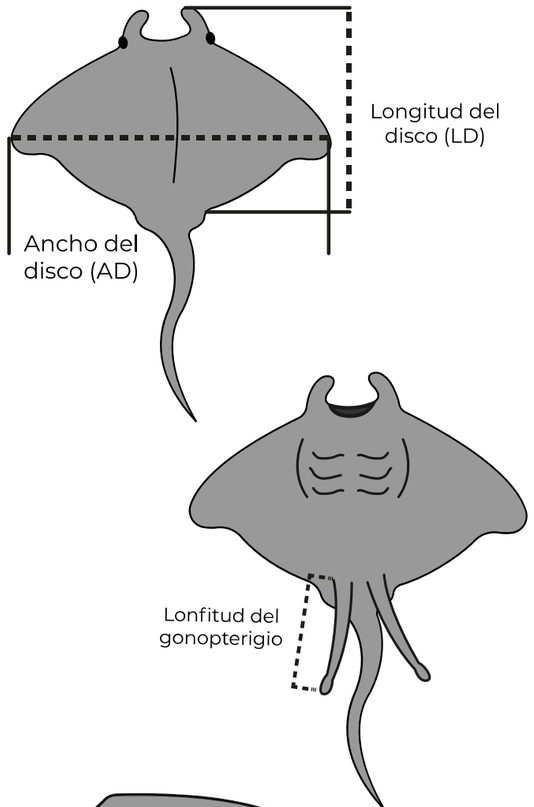
Datos a registrar por captura:

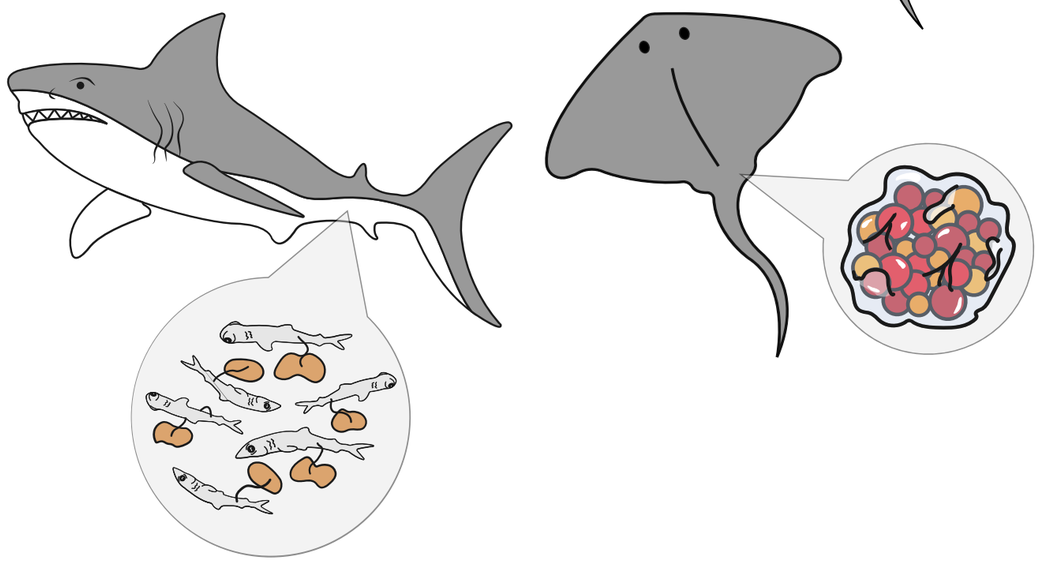
- Fecha de la captura
- Hora de la captura
- Especie
- Peso
- Sexo
- Especies capturadas
- Número de individuos por especie
- Observaciones



Datos a registrar (rayas):

- Longitud del disco (cm)
- Ancho del disco (cm)
- Longitud total, en el caso de especies con pedúnculo caudal (cm)
- Longitud del gonopterigio (para machos), desde el punto de inserción en la aleta o cloaca hasta la punta (cm)
- Grado de calcificación del gonopterigio (para machos) (mm)
- Presencia de ovocitos fecundados (para hembras) (mm)
- Diámetro de ovocito más grande (para hembras) (mm)
- Número de embriones (para hembras)
- Sexo de los embriones (para hembras)
- Tamaño de los embriones y del saco vitelino (si está presente)
- Observaciones





Monitoreo utilizando dispositivos remotos de video con carnada (BRUVS)

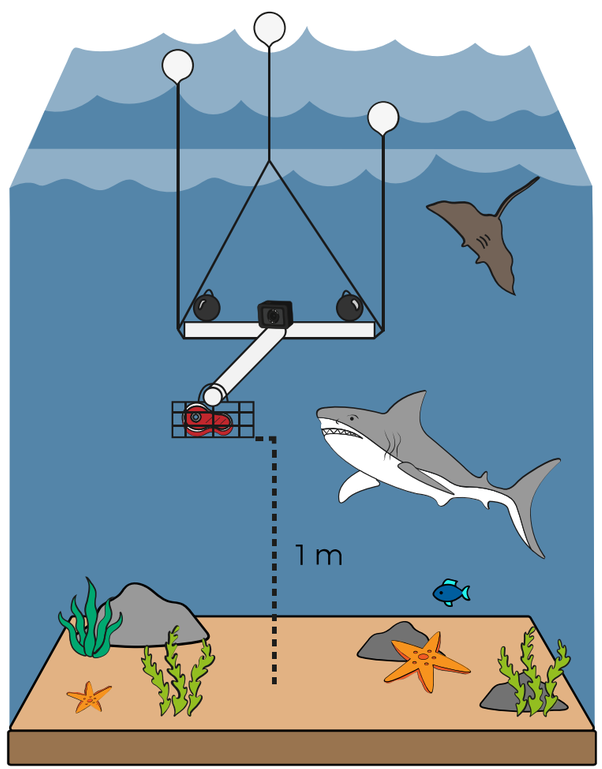
I. Bentónicos

1 Coloque una estructura con peso (plomo) sobre el fondo marino o a un metro de este. La estructura funcionará como base para una estructura de fotogrametría y un contenedor con carnada para atraer peces, tiburones y rayas.

2 Coloque un sistema de boyas para observar la ubicación del dispositivo desde la superficie.

3 Analice el video.

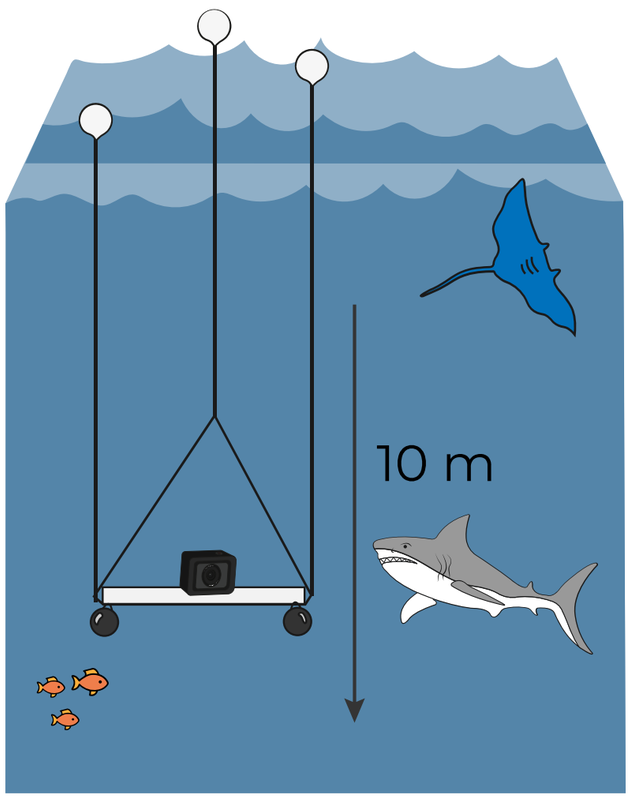
4 Registre datos.



II. Pelágicos a la deriva

1 Coloque la estructura de fotogrametría a una profundidad de 10 m, suspendida bajo un sistema de flotación de boyas y peso en la base de la cámara. El sistema se mantiene mediante mínimo tres boyas, dependiendo de las corrientes, para mantenerse en la columna de agua.

2 Registre datos.



Datos a registrar por BRUVS:

- Coordenadas de cámaras
- Temperatura**
- Hábitat
- Profundidad
- Fuerza de corriente
- Visibilidad**
- Oxígeno disuelto**
- Salinidad**
- Número de individuos por especie
- Minuto del video
- Observaciones

****Los sitios de muestreo deben coincidir con los datos de parámetros fisicoquímicos**

Basado en:

- Eslava, N., Gonzalez, L. W. y Gaertner, D. (2002). Asociación de la abundancia y la distribución vertical de atunes y peces de pico en el sureste del Mar Caribe. *Revista de biología tropical,* 51(1), 213-220.
- Gouriou, Y. (1991). El medio ambiente en el Atlántico tropical. En A. Fonteneau y J. Marcille (Eds.). *Recursos, pesca y biología de los túnidos tropicales del Atlántico Centro-Oriental* (12-35). Colec. Doc. Cien. IC-CAT 37.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R. y Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), 1055-1071.
- Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J. y Worm, B. (2008). Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in ecology and evolution, 23(*4), 202-210.
- O'Malley, M. P., Lee-Brooks, K. y Medd, H. B. (2013). *The global economic impact of manta ray watching tourism. PloS one*, 8(5), e65051.
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressl, R., ... Francisco-Ramos, V. (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 (CONABIO). http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15240.pdf
- Ribero-Simoes, P. y Andrade, J. P. (2000). Feeding dynamics of swordfish (Xiphias gladius) in Azores Area. C*ollective Volumes of Scientific Papers ICCAT, 51*(5):1643-1656.
- Ritchie, E. G. y Johnson, C. N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology letters, 12*(9), 982-998.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. y Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES J*ournal of Marine Science, 57*(3), 476-494.

Indicador 5

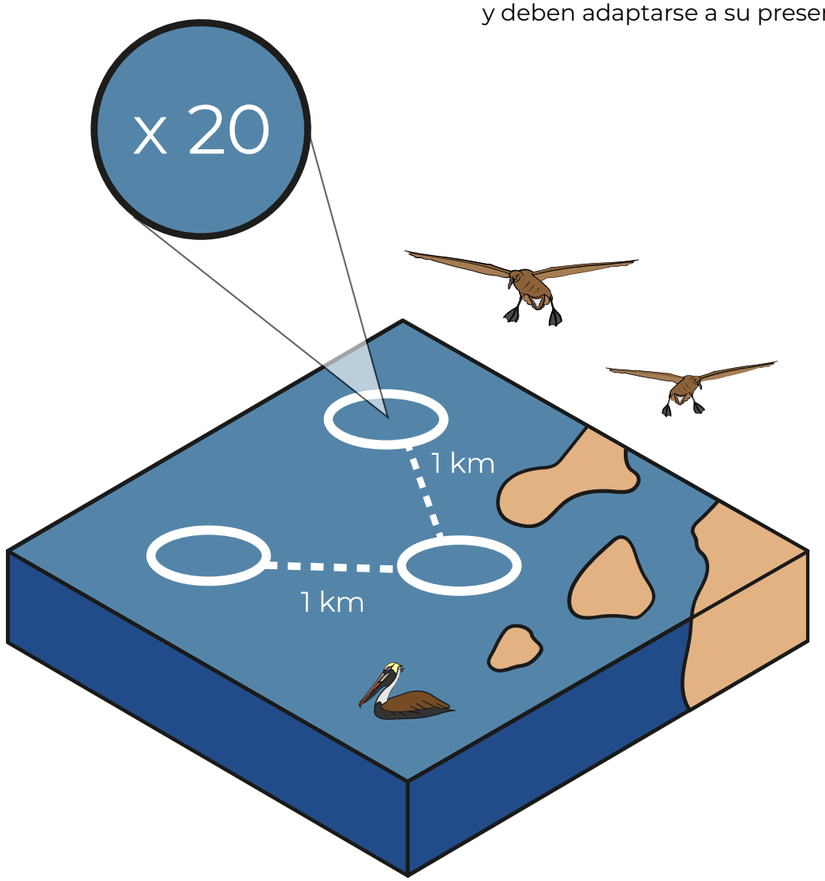
Diversidad de aves

Para el conteo de aves se propone que el monitoreo se realice mediante navegaciones en el medio marino, así como de manera terrestre en las islas de importancia para el mantenimiento de las aves marinas que se encuentren dentro del polígono del ANP. Se proponen tres métodos.

Puntos de conteo

1 Establezca 20 puntos de conteo separados entre sí por mínimo 1 km.

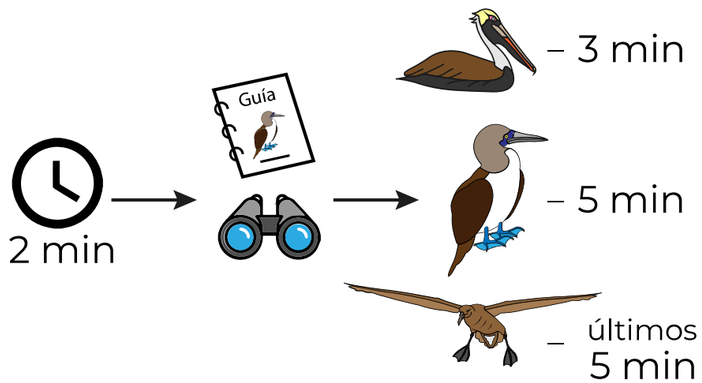
2 Al llegar a cada punto de conteo en la embarcación, espere 2 minutos antes de empezar a registrar a las aves observadas, ya que la presencia humana puede perturbar a las aves y deben adaptarse a su presencia.

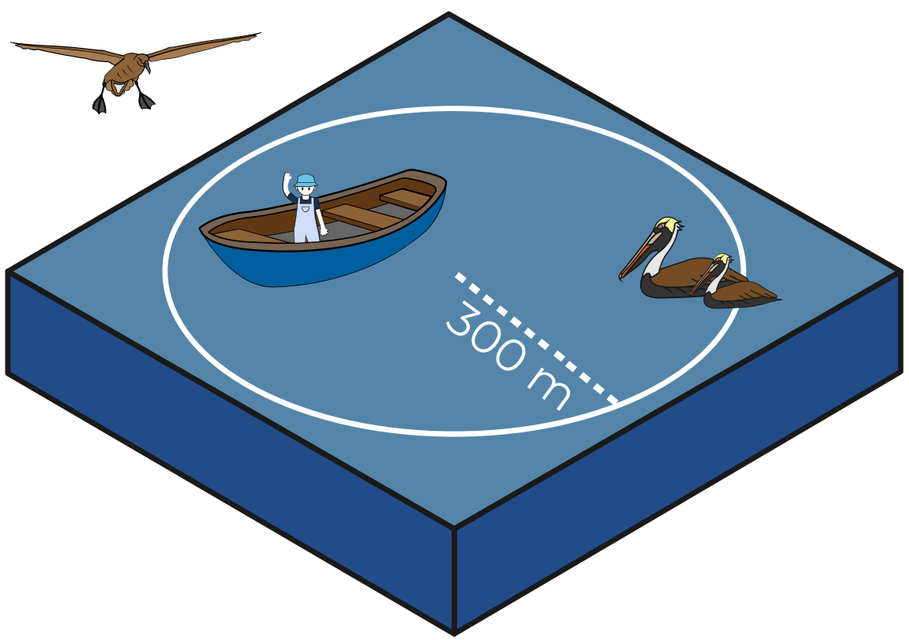


3 Pasados los 2 minutos, con ayuda de binoculares registre los individuos que observe durante 10 minutos en un radio de 300 m, ya sean individuos volando o sentados en el agua.

4 Indique si corresponde a una especie migratoria o residente, así como el número de individuos por especie y la actividad que se encontraban realizando.

5 Registre datos **(página 52).**



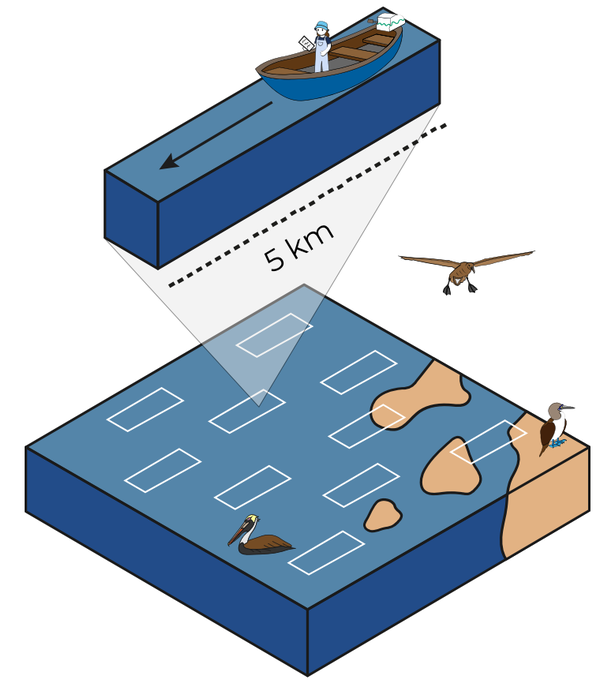


Transecto en línea

1 Establezca 10 transectos de 5 km.

2 En cada transecto avance a velocidad constante y registre todos los individuos observados, sin importar la distancia a la cual se encuentran; de ser posible registre esta distancia.

3 Registre datos **(página 52).**



Monitoreo terrestre de colonias de aves en islas, censo o conteo total de una colonia

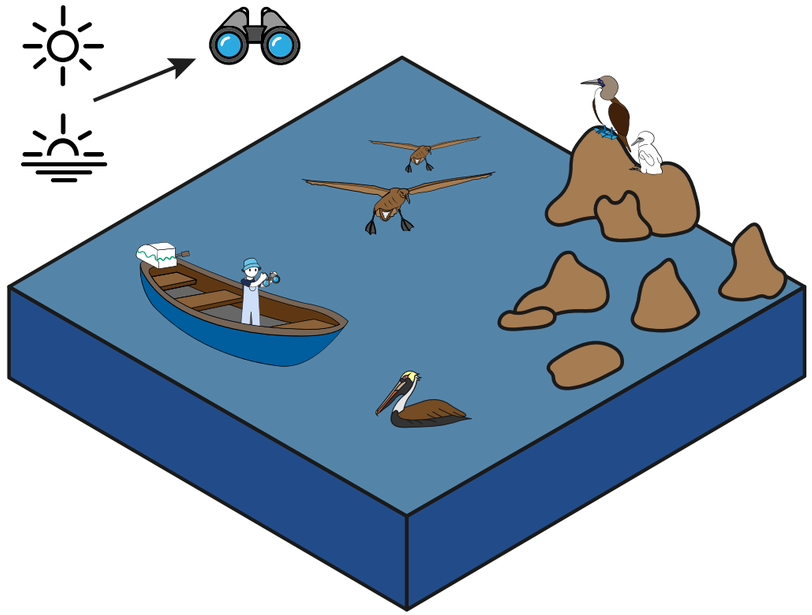
1 Realice el censo en colonias de pequeñas a medianas (<500 parejas).

2 Realice el monitoreo por la mañana o a última hora de la tarde.

3 Antes de acercarse al sitio, por medio de binoculares o un telescopio verifique el área para planificar la mejor manera para minimizar la perturbación de las aves durante el monitoreo.

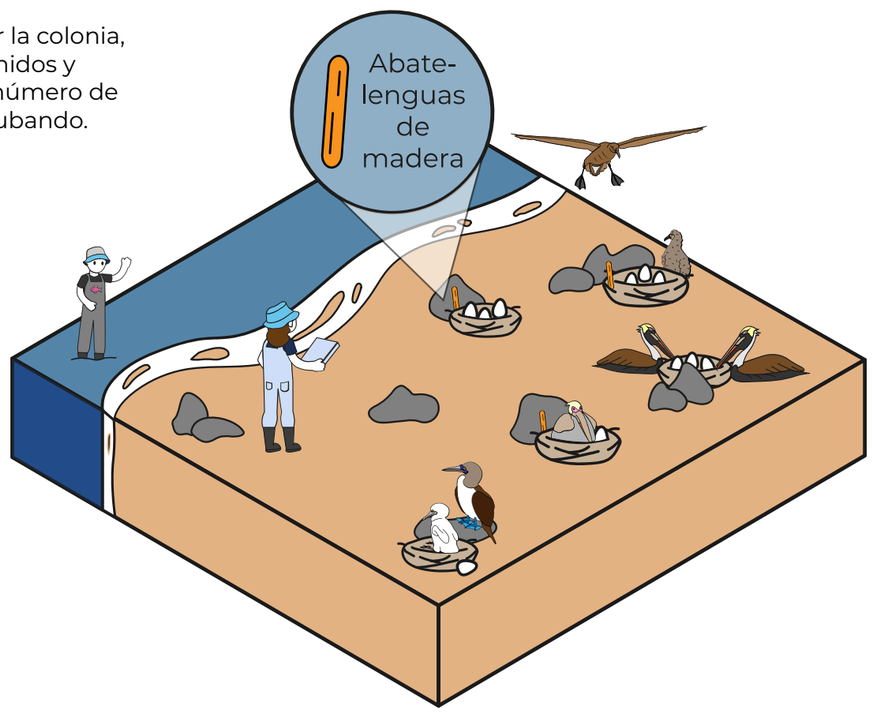
4 Siga "Los principios de ética del observador de Aves de la aba" (https://www.aba.org/aba-code-of-birding-ethics/).

5 Registre datos **(página 52).**



I. Censo básico

1 Camine por la colonia, cuente los nidos y registre el número de parejas incubando.



2 Numere y marque cada nido al encontrarlo por medio de cintas numeradas, pintura en aerosol, abatelenguas de madera pintados de color naranja, banderines o etiquetas de metal en rocas o árboles. Evite tocar los huevos, minimice las alteraciones a los nidos y a la zona en que estos se encuentran.

3 Registre datos.

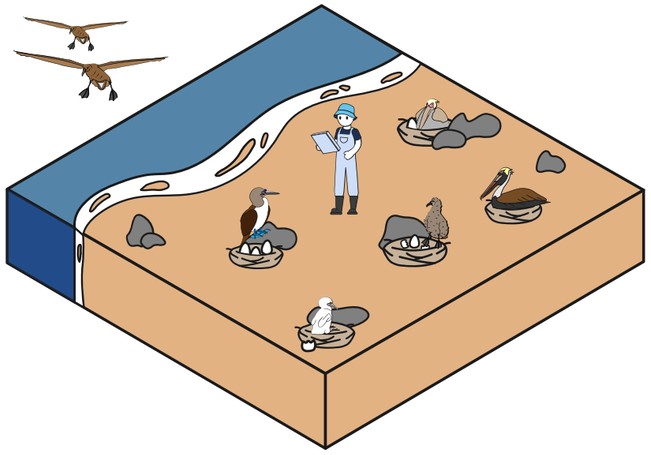
Datos a registrar por Censo básico:

- Hora de inicio y final de monitoreo
- Coordenada de la colonia
- Perturbaciones humanas en o cerca del sitio de conteo durante el periodo de muestreo: pescadores, cazadores, turistas, otros
- Coordenada de nidos (de ser posible, una coordenada por nido)
  - Especie encontrada en los nidos
  - Número de parejas incubando
- Observaciones

II. Censo avanzado

1 Camine por la colonia, cuente los nidos, describa cada uno y su estado de ciclo de anidación mediante los códigos (Tabla 2).

2 Registre datos.



Código	Descripción
A1	Adulto solitario
A2	Pareja de adultos
Discp	Exhibición de cortejo (*display*)
E1	Nido con un huevo
EP1	Nido con un huevo dañado o roto (registre el tipo de depredación si la conoce)
C	Nido con pichones, sin más detalles
N1	Nido con un pichón pequeño, recién nacido, sin plumas
D1	Nido con un pichón pequeño, cubierto de plumón
P1	Nido con un pichón parcialmente emplumado
F1	Nido con un pichón completamente emplumado
U1	Juvenil completamente cubierto de plumas, aún dependiente de los padres
CD1	Nido con un pichón muerto
Kemp	Cavidad vacía
Kocc	Cavidad ocupada
Kpot	Cavidad posiblemente ocupada
Ku	Cavidad, contenido desconocido
Ne	Nido activo (sin más información)
Na	Nido completo. Adulto echado (sin información sobre el contenido)
Nc	Nido completo, aparentemente activo
Np	Nido parcialmente construido
Nu	Nido completo, aparentemente inactivo
Nx	Nido inactivo, caído o roto

Tabla 2. Código de ciclo de anidación.
Fuente: tomada de Haynes-Sutton *et al.*, (2018), adaptado de Burger y Lawarence, (2003)

Datos a registrar por censo avanzado:

- Hora de inicio y final de monitoreo
- Nombre del sitio
- Coordenada de colonia
- Identificador (ID) del nido
- Coordenada de nido
- Especie
- Código de ciclo de anidación (Tabla 2), puede combinar los códigos (p. ej. A2 + E1 = dos adultos en un nido con un huevo)
- **Estadios del ciclo de anidación de aves marinas:**
  - **Preanidación:** buscando emplazamiento para el nido, sin huevos ni pichones
  - **Inicio de la puesta:** algunos huevos están presentes, no todos los nidos tienen huevos
  - **Temporada pico de puesta:** la mayoría de los nidos tienen huevos, algunos pichones recién nacidos
  - **Temporada de eclosión:** la mayoría de los nidos tienen pichones recién nacidos
  - **Preabandono del nido:** la mayoría de los nidos tienen pichones de edad avanzada
  - **Abandono del nido:** los pichones están listos para dejar el nido
- Observaciones

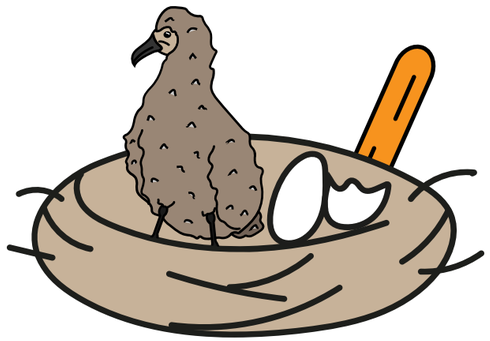
III. Monitoreos subsecuentes

1 Repetir el primer muestreo utilizando los mismos métodos, número de monitores y tiempo de monitoreo.

2 Para cada nido registre si ya ha sido previamente marcado (o marcar si es necesario).

3 Registre el número del nido, su contenido y el periodo del ciclo en el que se encuentra.

4 Registre datos.



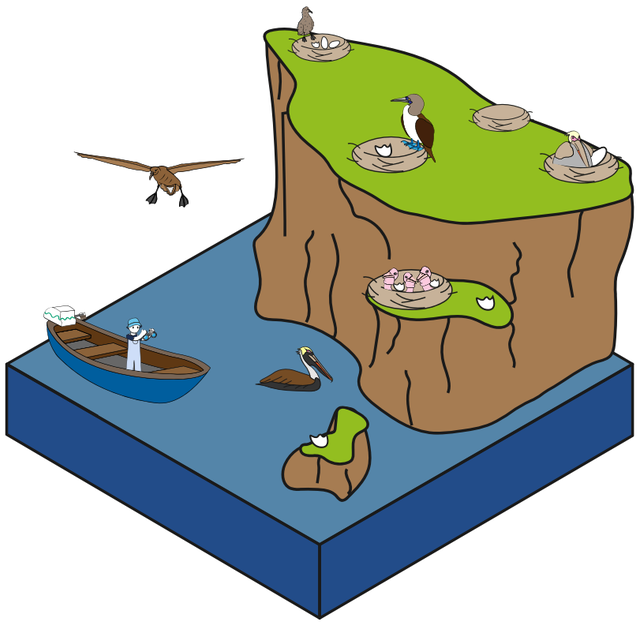
IV. Censado de colonias inaccesibles

En caso de que las colonias se encuentren en acantilados, islotes pequeños o que haya mal estado del tiempo.

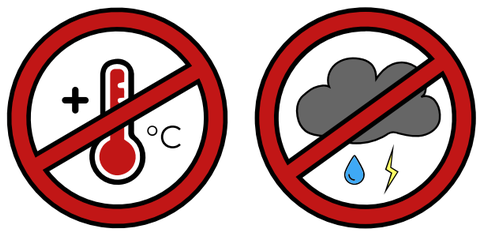
1 Con ayuda de binoculares realice un conteo remoto en un punto o una serie de atalayas o miradores desde los cuales se observe la colonia.

2 Este punto de observación debe ser el mismo para los monitoreos posteriores.

3 Registre datos.



Nota: es 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 en la plataforma.



Datos a registrar

- Hora de inicio y final de monitoreo
- Nombre de monitores
- Nombre del sitio
- Coordenada de colonia
- Observaciones

Datos a registrar
para cada especie:

- Número total de nidos
- Número de nidos con pichones o juveniles
- Número de nidos con parejas
- Observaciones

Basado en:

- Burger A. E. y Lawrence A. D. (2003). *Seabird monitoring handbook for seychelles: suggested methods for censusing seabirds and monitoring their breeding performance* (2nd ed.). Nature Seychelles.
- Chesser, R. T., Banks, R. C., Barker, F. K., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A. W., ... Winker, K. (2013). Fifty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 130(3), 558-571.
- Gill, F. y Donsker, D. (2013). IOC world bird list (version 3.3). *International Ornithologists' Union.*
- Haynes-Sutton, A., Sorenson, L. G., Mackin, W. A., Haney, J. C. y Wheeler, J. (2018). *Manual para el monitoreo de las aves marinas del Caribe: Promoviendo la conservación de las aves marinas reproductoras en el Caribe y sus hábitats, a través del monitoreo sistemático.* Serie Caribbean Birdwatch, Volumen 2. BirdsCaribbean.
- Howell, S. N. y Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press.
- Şekercioğlu, Ç. H., Daily, G. C. y Ehrlich, P. R. (2004). Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(52), 18042-18047.

Indicador 6

*Diversidad de ballenas

Nota: la implementación de estos dos tipos de métodos de monitoreo se recomienda que sea complementaria. Sin embargo, en caso de no contar con el personal o recursos económicos mínimos requeridos es posible seleccionar solo uno de los métodos.

Para realizar un monitoreo eficiente de las ballenas se recomienda el uso de dos tipos de métodos:

Monitoreo desde embarcaciones

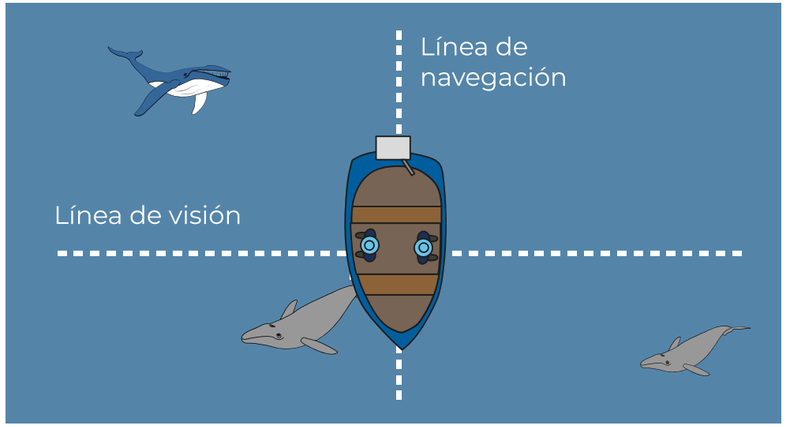
El monitoreo desde embarcaciones permite obtener información *in situ* sobre la presencia, abundancia y estado físico, así como otros detalles particulares (heridas, restos de mallas o anzuelos, patrones de coloración, entre otros) de los individuos observados.

I. Censos en transectos

1 Con ayuda de una embarcación menor, realice recorridos a una velocidad de 10 km/h.

Dentro de ésta se coloca a cada lado (estribor y babor) un observador que tendrá una línea de visión perpendicular a la línea de navegación.

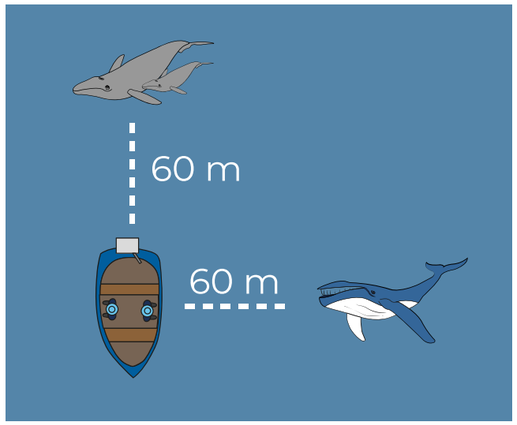
2 Se realizará una búsqueda a través de transectos lineales que cubran la mayor parte de la zona de estudio.



3 Deberá señalar a las ballenas que sean avistadas durante el paso de la embarcación y registrar la categoría de avistamiento.

4 Es importante mencionar que el seguimiento de los individuos deberá realizarse siempre a una distancia de 60 m (NOM-131-SEMARNAT-2010) detrás o a lado del individuo, nunca enfrente.

5 Registre datos.



Datos a registrar
por Censos en transectos:

- Posición (coordenadas geográficas) de cada individuo o grupo observado (inicio y fin del avistamiento)
- Número de individuos observados por especie
- Nombre científico/nombre común de los individuos
- **Categoría de avistamiento:** solitario, parejas, hembra con cría, hembra con cría y escolta, grupo (tres o más individuos adultos y/o juveniles), grupos con cría (tres o más individuos adultos o juveniles con una cría)
- Presencia de heridas, evidencia de mordidas de tiburones, restos de mallas, anzuelos, residuos contaminantes y/o lesiones provocadas por accidentes con embarcaciones
- Si es posible, por cada avistamiento tome varias fotografías de la aleta caudal y dorsal de los individuos para su posterior análisis y compilación en un catálogo de identificación de individuos
- Observaciones

*Monitoreo desde puntos fijos

El monitoreo desde puntos fijos permite identificar a las especies de ballenas que utilizan las aguas adyacentes a las ANP, su abundancia relativa y el tipo de uso que hacen de la zona. Asimismo, permite observar y registrar el tráfico marítimo y, en sitios que ofrecen actividades de observación de ballenas, permite monitorear las interacciones entre embarcaciones y las ballenas, como el número de embarcaciones circundantes a las ballenas (CONANP-CONBIODES, 2018).

1 En la estación de monitoreo, coloque el tripié en un punto preestablecido de observación, asegurando que quede nivelado, y tome la coordenada geográfica del punto.

2 Una vez nivelado, monte el telescopio.

3 Para este monitoreo se necesitará la colaboración de tres personas: una de ellas observa desde el telescopio, la segunda a través de los binoculares y la tercera realizará el registro de los datos en la plataforma a partir del teléfono móvil.

4 Los dos observadores (con binoculares y telescopio) comenzarán recorriendo visualmente toda la zona haciendo barridos lentos de un extremo a otro y regresando al punto de inicio.

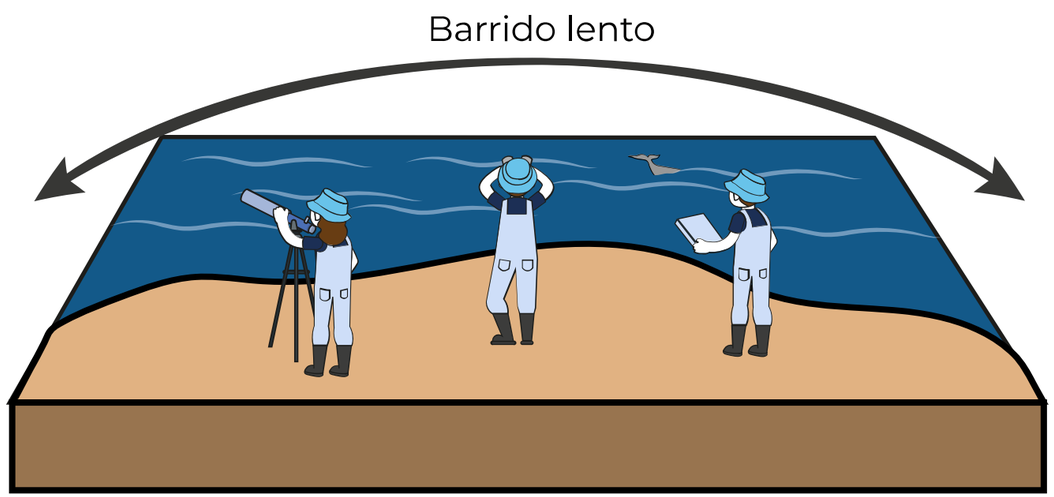
5 En cuanto se observe algún individuo deberá registrarlo.

6 Registre datos.

Datos a registrar
por Monitoreo desde puntos fijos:

- Hora de inicio y fin del avistamiento
- Número de avistamiento
- Especie
- Tamaño del grupo
- **Tipo de grupo:** solitario, parejas, hembra con cría, hembra, cría y escolta
- Actividad que se encuentran realizando: desplazamiento, alimentación, descanso u otra
- **Tipo de observación:** soplo, splash, dorso, aleta caudal, salto u otro
- Registrar si hay actividades turísticas de avistamiento y número de embarcaciones
- Compilación en un catálogo de identificación de individuos
- Observaciones

Nota: previo al inicio del monitoreo, tome la lectura de las condiciones climáticas (velocidad del viento, temperatura y humedad relativa) con ayuda de una estación meteorológica portátil, así como el porcentaje de nubosidad y la escala de Beaufort.



Basado en:

- CONANP-CONBIODES (2018). *Informe final Ciencia Ciudadana para la conservación de la ballena jorobada y atención a contingencias de mamíferos marinos en Huatulco.* Programa de Recuperación de Especies en Riesgo (PROCER). Anexo 1. Protocolo de monitoreo.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-131-SEMARNAT-2010, que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- González-Zuarth, C. A., Vallarino, A., Pérez-Jiménez, J. C. y Low-Pfeng, A. M. (2014). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-Guardianes-de-nuestro-futuro-ambiental.pdf
- Jones, M. L. y Swartz, S. L. (1984). Demography and Phenology of Gray Whales and Evaluation of WhaleWatching Activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. En M. L. Jones y S. L. Swartz (Eds.), *The Gray Whale* (309-374). Academic Press, Inc.
- Pershing, A. J., Christensen, L. B., Record, N. R., Sherwood, G. D. y Stetson, P. B. (2010). The impact of whaling on the ocean carbon cycle: why bigger was better. *PloS one, 5*(8), e12444. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0012444
- Troyo-Vega, B., Arnaud, G., Swartz, S. y Ortega-Rubio, A. (2019). Impacto Socioeconómico del Turismo de la ballena gris (Eschrichtius robustus), en dos localidades de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur, México. *El periplo sustentable*, 36, 157-183.

Indicador 7

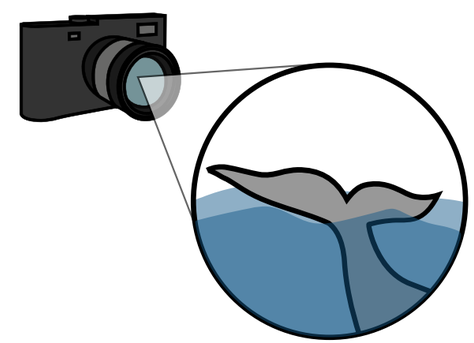
Éxito reproductivo de ballenas

Para este indicador será necesaria la consulta de los catálogos de aletas caudales de los individuos que se han registrado de manera histórica en el área. En caso de no contar con un catálogo, se recomienda su elaboración a partir de los resultados obtenidos de los monitoreos de la diversidad de ballenas, y del número de especies de mamíferos marinos y tortugas marinas presentes en el área (indicador 6 e indicador 8).

1 Para complementar el registro de los individuos y poder conocer el éxito reproductivo, realice recorridos de navegación.

2 Por cada individuo que observe, tome fotografías de la aleta caudal y dorsal.

3 Registre datos.



Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de la posición inicial y final del avistamiento
- Especie
- Tipo de grupo
- Comportamiento principal
- Identificador (ID) de fotografías
- Número de individuos observados
- Número de crías
- **Sexo de los individuos:** considerando como hembra al individuo adulto que mantenga cercanía constante con la cría
- Observaciones

Los registros de avistamiento y las fotografías tomadas se deberán sistematizar en una base de datos para su posterior consulta y análisis. Para la selección de las fotografías se recomienda la clasificación de calidad de fotos propuesta por Mizroch y colaboradores (1990). Esta clasificación utiliza una escala de 1 a 3, en la cual 1 equivale a una fotografía de excelente calidad para la fotoidentificación (es decir, cuenta con buena resolución, claridad de la aleta dorsal, marcas y cicatrices, cercanía y plano perpendicular). La categoría 2 representa imágenes de buena calidad, pero con algunos defectos. Finalmente, en la categoría 3 se encuentran fotografías consideradas de mala calidad y no aptas para la fotoidentificación (Pérez, 2009).

Basado en:

- Medrano González, L. y J. Urbán Ramírez (2002). La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2000. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. W024.
- Mizroch, S. A., Beard, J. y M. Lynde (1990). Computer assisted photo-identification of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Report of the International Whaling Commission*, 12, 63-70.
- Pairoa-Riofrio, C. (2003). Estudio poblacional de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en Esmeraldas, Ecuador. Informe. Yaqupacha, Organización para la Conservación de Mamíferos Acuáticos en Sudamérica. http://www.yaqupacha.org/fileadmin/user_upload/pdf/projektbericht_buckelwale_2003.pdf
- Pérez, B (2009). I*ntervalo de nacimiento de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) que se congregan en la Península de Baja California* [Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)]. Repositorio institucional https://repositorio.unam.mx/contenidos/97657

Indicador 8

*Número de especies de mamíferos y tortugas marinas presentes en el área

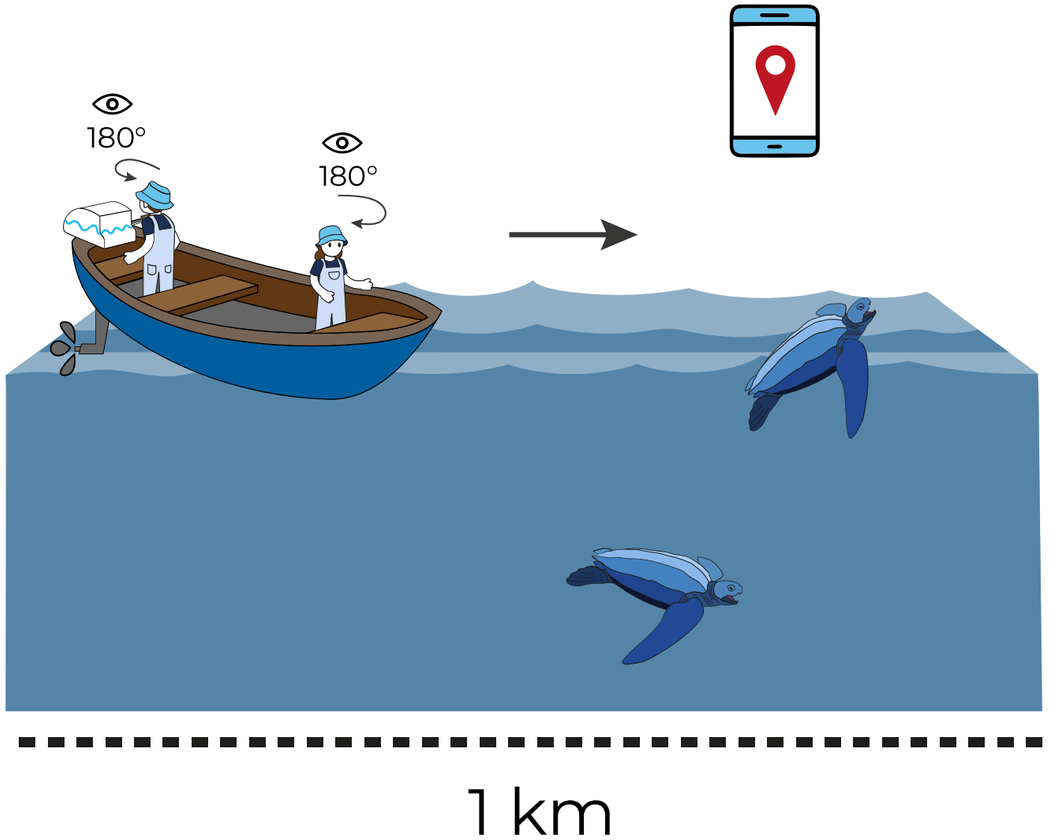
1. Realice transectos de banda aleatorios de un kilómetro de ancho.

2. Una vez en la embarcación, el observador deberá situarse en la parte frontal o trasera del bote, asegurando la mejor visibilidad posible (ángulo de visión de 180°).

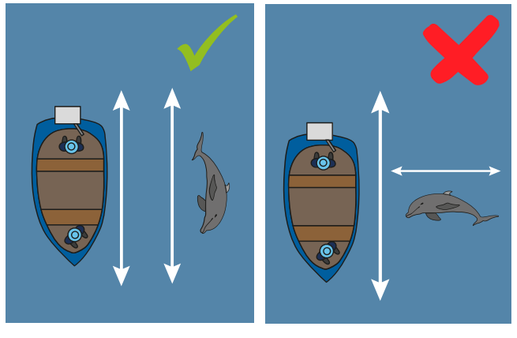
3. No fije la mirada en una sola posición, sino que gire la cabeza constantemente de un lado al otro para incrementar la posibilidad de observación.

4. Asegúrese de encender y mantener el GPS desde el momento en que se inicia el recorrido hasta el momento en que se regresa a tierra, de manera que se almacene la totalidad del esfuerzo de muestreo por salida de campo.

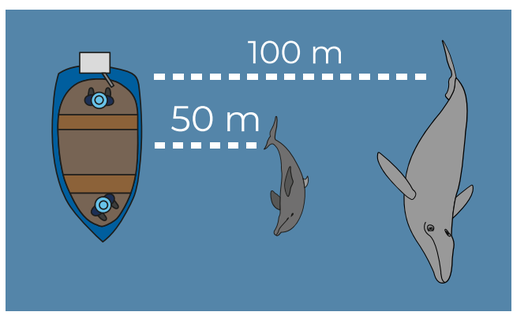
5. Cuando se presente un avistamiento, disminuya la velocidad de navegación del bote para realizar un acercamiento seguro.



6 Siempre mantenga el bote en posición paralela al animal o ubíquese detrás de él. Nunca se coloque frente a él animal cortando su camino.

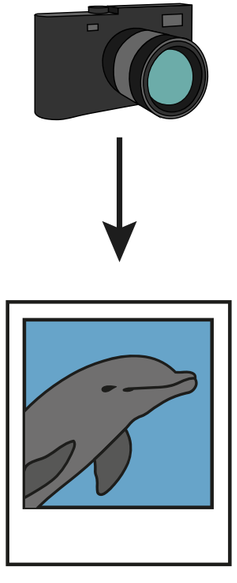


7 Mantenga una distancia mínima de 50 metros en el caso de los delfines, o de al menos 100 metros en el caso de las ballenas.



8 Coloque el motor de la embarcación en neutro o apáguelo completamente.

9 Si cuenta con cámara fotográfica, capture características distintivas de los individuos observados.



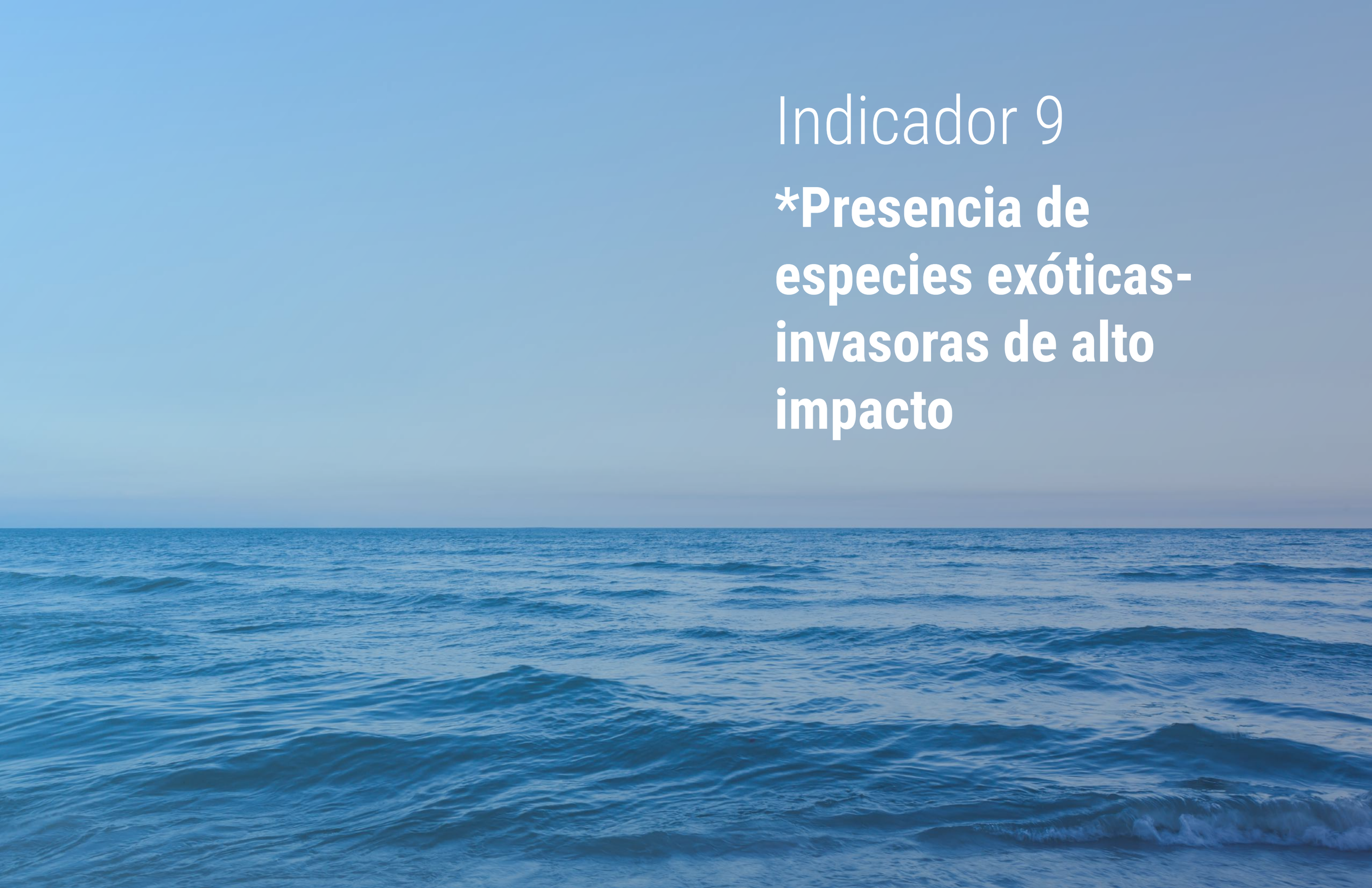
10 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas al inicio y final del transecto
- Coordenadas geográficas del avistamiento
- Si el lugar del avistamiento tiene un nombre común con el que es conocido, indíquelo
- Número de avistamiento correspondiente
- Características del avistamiento:
  - Número de individuos
  - Presencia de crías
  - Tipo de grupo (juveniles, hembra con cría, hembra, cría y escolta, adultos o solitario) y especie (nombre científico)
- Número de fotografías y nombre de archivo
- Observaciones del avistamiento

Basado en:

- Medrano González, L. y J. Urbán Ramírez (2002). La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2000. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. W024.
- Pershing, A. J., Christensen, L. B., Record, N. R., Sherwood, G. D. y Stetson, P. B. (2010). The impact of whaling on the ocean carbon cycle: why bigger was better. *PloS one, 5*(8), e12444. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0012444



Indicador 9

*Presencia de especies exóticas-invasoras de alto impacto

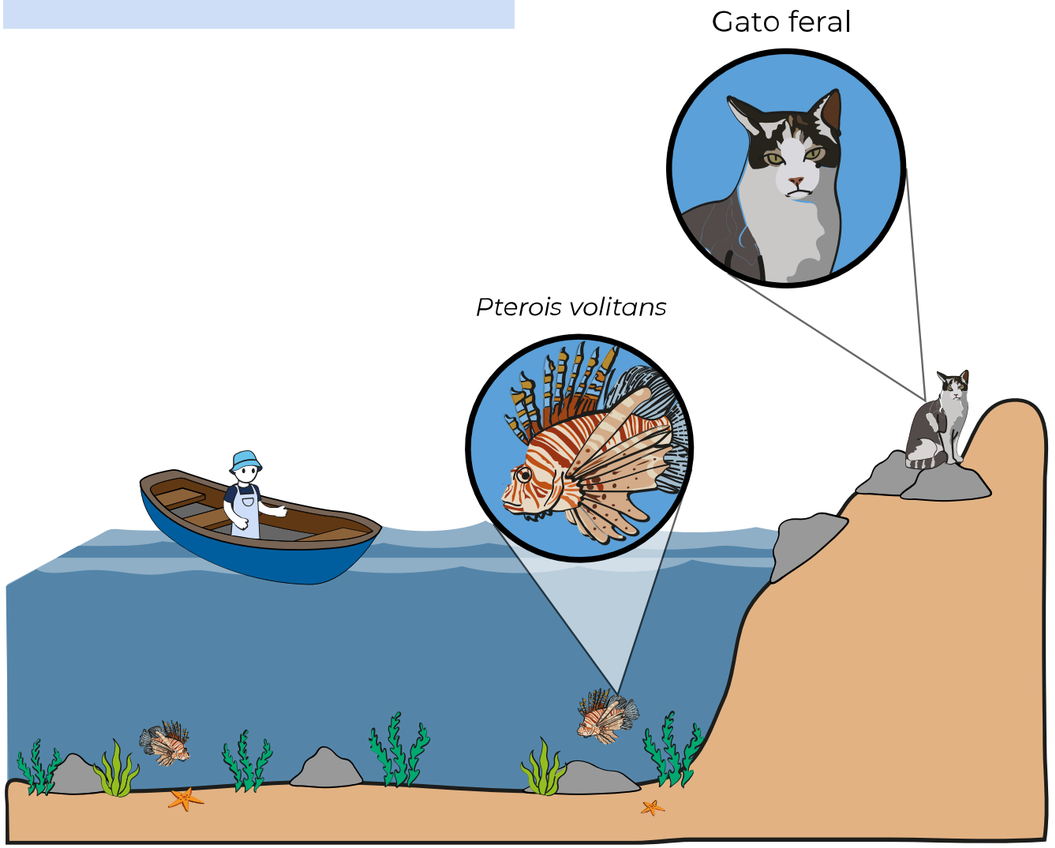
1 La medición de este indicador se llevará a cabo durante el monitoreo de los demás indicadores.

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

3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas del avistamiento de la especie
- Nombre científico o común
- Número de individuos observados
- Fotografías del individuo
- Observaciones generales del avistamiento



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.
- Woodley, S. (2010). Ecological integrity and Canada´s national parks. En *The George Wright Forum* (Vol. 27, No. 2, 151-160). George Wright Society.

Indicador 10

Varamientos de mamíferos marinos

Para realizar una medición más robusta de este indicador se recomiendan dos métodos complementarios: 1) recorridos de vigilancia de playas y 2) el registro y atención de reportes de varamientos.

Recorridos

1 Durante los recorridos de vigilancia que se realicen en las playas del área natural, observe y registre si se presenta algún mamífero marino varado.

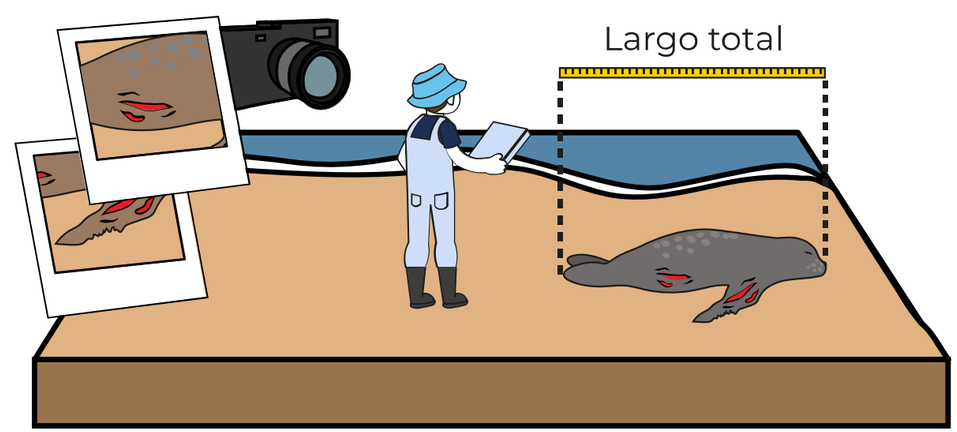
2 En caso de que así sea, de aviso a la autoridad correspondiente (PROFEPA).

3 Tome fotografías del rostro del individuo, aleta dorsal y caudal, área genital y de las heridas en caso de haberlas y mida el largo total del individuo (punta de la nariz hasta el final de la aleta caudal) sin tocarlo.

4 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas de la ubicación del varamiento
- Especie
- Número de individuos varados
- Si los organismos varados se encuentran vivos o muertos
- Si corresponde a una cría, juvenil o adulto
- Sexo de los individuos varados
- Condición del varamiento: describa el estado general de los individuos, mencione si se presentan evidencias de heridas, grado de descomposición, señales de desnutrición, mordidas de otros organismos marinos, residuos sólidos, presencia de mallas, entre otros
- Registrar si fue causa natural de varamiento como consecuencia de huracanes, tormentas, tsunamis, entre otros
- Largo total del individuo
- Número de fotografías por individuo y nombre del archivo
- Observaciones relacionadas con el evento



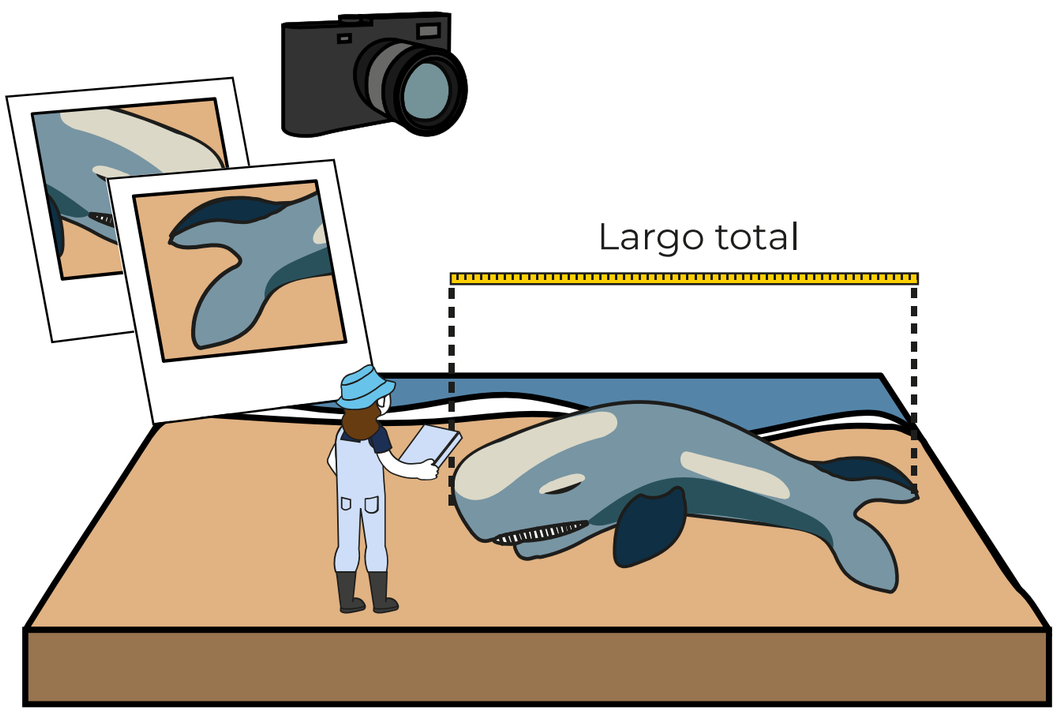
Atención de reportes de varamientos

1 En caso de recibir el reporte de algún evento de varamiento de mamíferos marinos en las playas del ANP, de aviso a la autoridad correspondiente (PROFEPA) y acuda al sitio para realizar el levantamiento del registro.

2 Una vez en el sitio, tome fotografías del rostro del individuo, aleta dorsal y caudal, área genital y de las heridas (en caso de haberlas) y mida el largo total del individuo (punta de la nariz hasta el final de la aleta caudal).

3 Registre datos.

Nota: es importante mencionar que la única autoridad que puede realizar la manipulación y acciones de rescate de los individuos varados es PROFEPA. Tome las métricas de registro mencionadas anteriormente con precaución y con la coordinación de PROFEPA local. Para más información consulte el "Protocolo de atención a varamiento de mamíferos marinos".



Datos a registrar:

- Hora y fecha del reporte
- Coordenadas geográficas de la ubicación del varamiento
- Especie
- Número de individuos varados
- Si los organismos varados se encuentran vivos o muertos
- Si corresponde a una cría, juvenil o adulto
- Sexo de los individuos varados
- **Condición del varamiento:** describa el estado general de los individuos, mencione si se presentan evidencias de heridas, grado de descomposición, señales de desnutrición, mordidas de otros organismos marinos, residuos sólidos, presencia de mallas, entre otros
- Registrar si fue causa natural de varamiento, como consecuencia de huracanes, tormentas, tsunamis, entre otros
- Largo total del individuo
- Número de fotografías por individuo y nombre del archivo
- Comentarios relacionados con el evento

Basado en:

- González, D., Quintero, A. y Asocars, J. (2014). *Guía para la atención de varamientos de mamíferos acuáticas en Colombia*. Bogotá, D. C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/04/VARAMIENTOS-BAJA-CON-ANEXO-2.pdf

- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Gobernación.

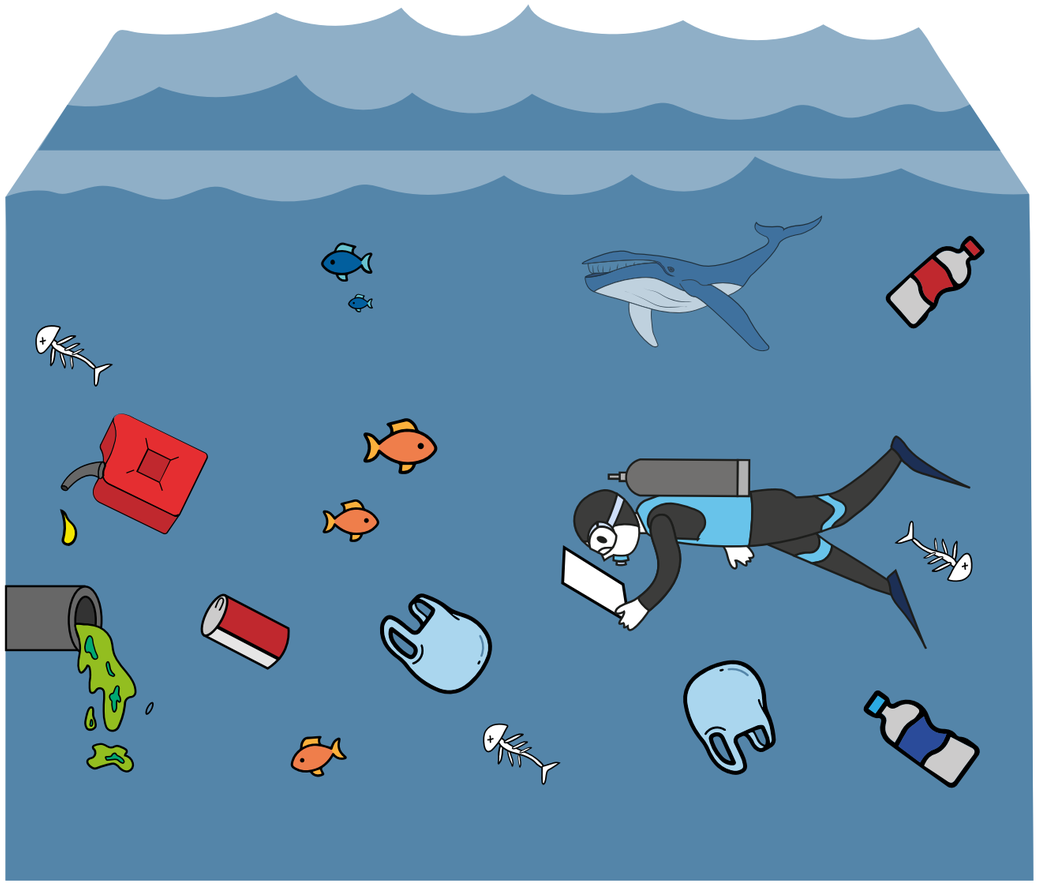
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2014). Acuerdo mediante el cual se expide el Protocolo de atención para varamiento de mamíferos marinos. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5348898&fecha=17/06/2014

Indicador 11

*Presencia de contaminantes y sobrepesca

1 Durante el monitoreo de los indicadores antes mencionados deberá observar detalladamente si existe la presencia de residuos sólidos (plásticos, aluminios, papel, bolsas, entre otros), si ocurrió el derrame de alguna sustancia líquida (gasolina, aceite, petróleo), descargas de aguas residuales, evidencias de pesca (redes de pesca, anzuelos, restos de peces y/o tiburones, boyas), así como también la presencia de embarcaciones pesqueras (mayores o menores).

2 Registre datos.



No perceptible	Cuando aun estando presente, el daño no afecta la calidad y cantidad de los recursos marinos
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

Tabla 3. Grado de afectación.

Datos a registrar:

- Coordenadas geográficas del sitio donde se observó la perturbación
- **Tipo de factor de presión:** residuo sólido, residuo líquido, evidencia de pesca, pesca comercial o deportiva, entre otras
- Es importante que por cada uno de estos tipos describa las características de los residuos (sólidos y/o líquidos) y lugar de origen (en caso de cruceros internacionales)
  - En el caso de las embarcaciones pesqueras, indique si pertenece a una embarcación local o foránea, qué tipo de especie (si la conoce) se está pescando, el arte de pesca que se está utilizando y una aproximación del volumen o número de individuos pescados
- En caso de observar una embarcación, defina el tamaño
- Cualquier observación relacionada con el monitoreo de este indicador
- Grado de afectación (ver tabla 3)
- Observaciones

Basado en:

- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), 842-852.
- Fondo Mexicano de la Conservación a la Naturaleza (FMCN), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS) (2018). M*anual 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.
- IMCO-EDF (2013). La pesca ilegal e irregular en México: una barrera a la competitividad. *Centro de Colaboración Cívica, AC, Comunidad y Biodiversidad, AC, Fundación Idea, AC y Sociedad de Historia Natural Niparajá, AC Reporte*, 71.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. y Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050.* World Bank Publications.
- Laist, D. W. (1997). Impactos de los desechos marinos: enredos de la vida marina en los desechos marinos, incluida una lista completa de especies con registros de enredos e ingestión. En D. W. Laist (Eds.), *Desechos marinos* (99-139). Springer.
- Muniz, P., Lana, P., Venturini, N., Elias, R., Vallarino, E., Bremec, C., Martins, C. y Sandrini, L. (2013). *Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos.* http://dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/1031_academicas__academicaarchivo
- Palabıyık, H. (2003). Planificación de la gestión de residuos para los residuos generados por buques. *Revista de Ciencias Navales e Ingeniería*, 1(2).
- Padilla Souza, C., Alafita-Vázquez, H. y Andreu-Montalvo, E. (2009). Factores de riesgo para los arrecifes coralinos y sus mecanismos de respuesta ante los efectos del cambio climático global. En E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, G. J. Villalobos Zapata y L. Alpuche Gual (Eds.), *Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino* (1-24). Universidad Autónoma de Campeche.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) (2016) Marine plastic debris and microplastics. Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme.
- Van Sebille, E., England, M. H. y Froyland, G. (2012). Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environmental Research Letters, 7*(044040).

Hojas de registro para el monitoreo
de indicadores de los ecosistemas

mar abierto

Indicador 1. *Parámetros fisicoquímicos del agua

Hoja de registro

Nombre de monitor																
Localidad																
Coordenadas GPS (fin)																
Hora (inicio)																
Coordenadas	**Profundidad**	**Temperatura** (°C)	**pH**	**Oxígeno disuelto** (PPM)	**Salinidad** (UPS)	**Transparencia del agua** (coeficiente de atenuación (m -1))										
ANP																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Coordenadas GPS (inicio)																
Hora (fin)																
Estado del tiempo																

Indicador 2. Densidad/biovolumen de plancton

Hoja de registro

Nombre de monitor																
Localidad																
Coordenadas GPS (inicio)																
Hora (inicio)																
Muestreo con botella Van Dorn																
Coordenadas	**Profundidad**	**ID**	**Coordenadas (inicio)**	**Coordenadas (fin)**	**ID**											
Arrastre superficial																
Observaciones																
ANP																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Coordenadas GPS (fin)																
Hora (fin)																

Indicador 3. Diversidad de macrobentos

Hoja de registro

Nombre de monitor																
ANP																
Localidad																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Hora (inicio)		Hora (fin)		Estado del tiempo												
Fondo marino																
Estaciones	Coordenadas	ID	Macrofauna (género o especie)	Número de individuos	Punto de intersección											
					Transecto	Coordenadas		Tipo de cobertura (género o especie)	Tipo de fauna bentónica (género o especie)	Número de individuos						
						Inicio	Fin									

Indicador 4. *Diversidad de pelágicos mayores

Hoja de registro

Nombre de monitor																
ANP																
Localidad																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Coordenadas GPS (inicio)		Coordenadas GPS (fin)		Estado del tiempo												
Hora (inicio)		Hora (fin)														
Fotogrametría acuática				Monitoreo submarino por buceo errante							Monitoreo aéreo					
Coordenadas	Especie	Número de individuos	Minuto del vídeo	Coordenadas	Especie	Sexo	Talla estimada	Posición y distancia respecto al observador	N° de foto	Velocidad del DRON	Visibilidad estimada en metros	Tiempo de vuelo y distancia recorrida (para recorrido aéreo)				

Indicador 4. *Diversidad de pelágicos mayores (monitoreo mediante capturas y de Tiburones)

Hoja de registro

Nombre de monitor																					
Localidad / Transecto																					
Coordenadas GPS (inicio)																					
Hora (inicio)																					
Monitoreo mediante capturas																					
Tipo de pesquería	**Volumen de captura** (Kg)	**Fauna acompañante**	**Esfuerzo de pesca** (tamaño del arte, número de anzuelos, tiempo de calado)	**Hora de captura**	**Especie**	**Peso**	**Sexo**	**Longitud total** (cm)	**Longitud furcal** (cm)	**Longitud precaudal** (cm)	**Longitud interdorsal** (cm)										

Nombre de monitor																					
Localidad / Transecto																					
Coordenadas GPS (inicio)																					
Hora (inicio)																					
Morfometría (rayas) **obtenidos con palangre o red de enmalle y desembarcos**																					
Longitud del disco (cm)	**Ancho del disco** (cm)	**Longitud total en especies con pedúnculo caudal** (cm)	**Longitud del gonopterigio** (para machos) **del punto de inserción de la aleta a la punta** (cm)	**Hora** (fin)	**Grado de calcificación del gonopterigio** (para machos) (mm)	**Presencia de ovocitos fecundados** (para hembras) (mm)	**Diámetro de ovocito más grande** (para hembras) (mm)	**Número de embriones** (para hembras)	**Sexo de los embriones** (para hembras)	**Tamaño de los embriones y del saco vitelino si está presente**											
ANP																					
Fecha (día/mes/año)																					
Coordenadas GPS (fin)																					
Estado del tiempo																					

Indicador 4. *Diversidad de pelágicos mayores (monitoreo mediante BRUVS)

Hoja de registro

Nombre de monitor																
Localidad																
Hora (inicio)																
	Hora (fin)															
ANP																
Fecha (día/mes/año)	/ /															
Estado del tiempo																
Monitoreo utilizando dispositivos remotos de video con carnada (BRUVS)																
Coordenadas de cámaras	**Temperatura**	**Hábitat**	**Profundidad**	**Fuerza de corriente**	**Visibilidad****	**Oxígeno disuelto****	**Salinidad****	**Especie**	**Número de individuos por especie**	**Minuto del video**						

**Los sitios de muestreo deben coincidir con los datos de parámetros fisicoquímicos

Indicador 5. Diversidad de aves

Hoja de registro

Nombre de monitor																
Localidad																
Fecha (día/mes/año)	/ /	**Temporada** (lluvia/secas)	**Hora** (inicio 0-24 hrs)	**ANP**	**Estado del tiempo**											
Coordenadas del punto / colonia	**Molestias humanas**	**Coordenadas de nidos/ Número nidos**	**Número de parejas incubando**	**Tipo de monitoreo** (PC) **Puntos de conteo,** (T) **Transecto,** (I) **Inaccesibles**	**Hora** (fin 0-24 hrs)											
Especie (nombre común/ nombre científico)																
	ID nido	**Código de ciclo de anidación**	**Estadios del ciclo de anidación**	**Número nidos con pichones o juveniles**	**Número nidos con parejas**											

Hoja de registro

Nombre de monitor			**ANP**		
Localidad			**Fecha** (día/mes/año)	/ /	
Coordenadas GPS (inicio)			**Coordenadas GPS** (inicio)		
Hora (inicio)		**Hora** (fin)		**Estado del tiempo**	
Censos en transectos					
Coordenadas de cada individuo o grupo observado	**Especie** (nombre común/ nombre científico)	**Número de individuos observados por especies**	**Categoría de avistamiento**	**Presencia de heridas**	**N° de foto**
Observaciones					

Categoría de avistamiento: solitario, parejas, hembra con cría, hembra con cría y escolta, grupo (tres o más individuos adultos y/o juveniles), grupos con cría (tres o más individuos adultos o juveniles con una cría)

Hoja de registro

Nombre de monitor			**ANP**					
Localidad			**Fecha** (día/mes/año)					
Coordenadas GPS (inicio)			**Coordenadas GPS** (inicio)					
Hora (inicio)		**Hora** (fin)		**Estado del tiempo**				
Monitoreo desde puntos fijos								
Hora		**Número de avistamiento**	**Tamaño del grupo**	**Actividad que se encuentran realizando**	**Tipo de grupo**	**Comportamiento principal**	**N° de fotografías por individuo**	**Actividades turísticas de avistamiento y número de embarcaciones**
Inicio	**Fin**							
Observaciones								

Indicador 8. *Número de especies de mamíferos y tortugas marinas presentes en el área

Hoja de registro

Nombre de monitor		**ANP**			
Localidad		**Fecha** (día/mes/año)	/	/	
Transecto		**Coordenadas GPS** (inicio)		**Coordenadas GPS** (fin)	
Hora (inicio)		**Hora** (fin)		**Estado del tiempo**	
Número de avistamiento	**Coordenadas de avistamiento**	**Especie**	**Nombre del lugar de avistamiento** (si lo tiene)	**Características del avistamiento**	
				N° individuos	**Crías**	**Tipo de grupo**	**N° de fotografía y nombre del archivo**	**Observaciones**
Observaciones								

Indicador 9. *Proporción de especies exóticas-invasoras de alto impacto

Hoja de registro

Nombre de monitor		**ANP**			
Localidad		**Fecha** (día/mes/año)	/	/	
Hora (inicio)		**Hora** (fin)		**Estado del tiempo**	
Coordenadas del avistamiento de la especie	**Nombre científico o común**	**Número de individuos observados**	**N° de fotografías del individuo**	**Observaciones**

Indicador 10. Varamientos de mamíferos marinos

Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP						
Localidad		/ /						
		Fecha (día/mes/año)				Estado del tiempo		
Coordenadas	Especie	Número de individuos	Vivo o muerto	Estadio (cría, juvenil o adulto)	Sexo	Condición	Causa	Largo total	N° de foto	Hora (indicar si es por reporte)	Observaciones

Indicador 11. *Presencia de contaminantes y sobrepesca

Hoja de registro

Nombre de monitor		ANP		
Localidad		**Fecha** (día/mes/año)		/ /
Coordenadas	Tipo de factor de presión	Tamaño de la embarcación pesquera		Observación

Recomendaciones

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

1. Al realizar actividades de buceo, se deberán seguir las normas de seguridad avaladas por La Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas (C.M.A.S) Zona América y La Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas (FMAS); además de las medidas de seguridad para la conservación del arrecife sugeridas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés).

2. No colectar a menos que sea extremadamente necesario.

3. **Para realizar las colectas/capturas se requieren los permisos vigentes necesarios expedidos por SEMARNAT a través del 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

4. 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.

5. Se debe realizar una sectorización previa del ANP para la selección de los sitios de muestreo representativos.

6. Se recomienda la adquisición de guías de identificación existentes para el área o la región, o la elaboración doméstica de guías a partir de los listados de especies y las imágenes que puedan obtenerse en campo o en Internet, etc.

7. En caso de no poder identificar, tomar la mayor cantidad de fotos para una identificación posterior.

8. Por seguridad, es importante que durante los monitoreos el personal técnico y las y los monitores porten sus credenciales de identificación como colaboradores del ANP. Asimismo, en caso de requerir el uso de embarcaciones, es necesario que éstas porten los logos del ANP y de la CONANP.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de las personas que contribuyeron al enriquecimiento y elaboración del protocolo de mar abierto:

- **A**mantina Lavalle
- **A**nastazia Teresa Banaszak
- **E**lva ivonne Bustamante Moreno
- **I**gnacio J. March Mifsut
- **I**rving Leonardo Chavez Estrada
- **L**orenzo Alvarez Filip

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.