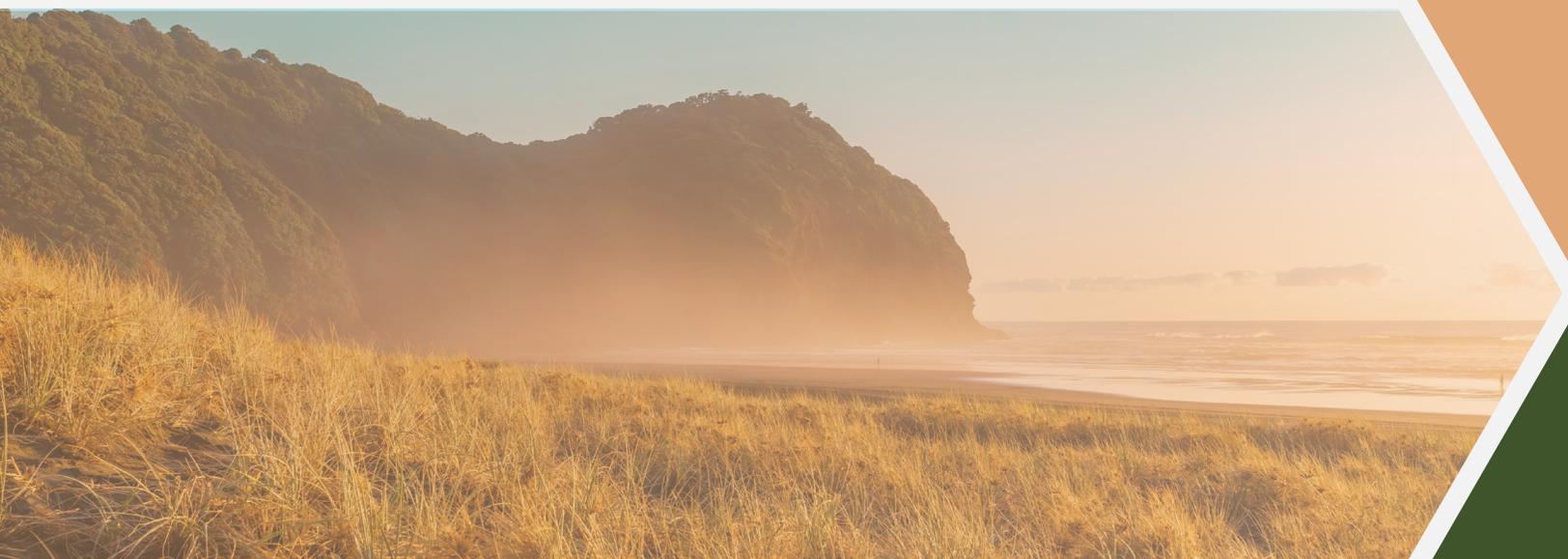


Protocolo para el
monitoreo ecosistémico de
playas y dunas costeras
en Áreas Naturales Protegidas

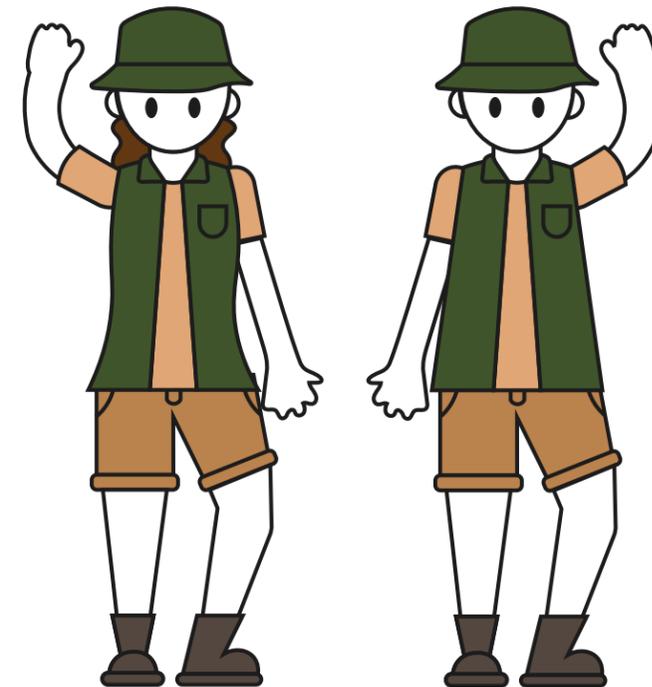


México, 2022

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



Protocolo para el
monitoreo ecosistémico de
playas y dunas costeras
en Áreas Naturales Protegidas



México, 2022



Primera edición digital: 17 de octubre del 2022

Revisión final: Iraís Gayoso Gutiérrez, Catalina Vázquez Camacho y Sharon Patricia Morales Díaz

Fotografía: “Dunas de arena cubiertas de hierba” [fotografía], por Wirestock, 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 playas y dunas costeras 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
playas y dunas costeras
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 | 114 | | |
| Indicador 2  | | | |
| Nutrientes | 19 | | |
| Hoja de registro | 115 | | |
| Indicador 3  | | | |
| *Composición florística de las dunas | 23 | | |
| Determinación de la composición florística | 25 | | |
| Hoja de registro | 116 | | |
| Indicador 4  | | | |
| *Cobertura y abundancia de la comunidad vegetal | 27 | | |
| Hoja de registro | 117 | | |
| Indicador 5  | | | |
| Diversidad de especies de invertebrados marinos | 33 | | |
| Invertebrados en general | 35 | | |
| Horadaciones de cangrejos | 36 | | |
| Organismos infaunales | 37 | | |
| Hojas de registro | | | |
| Invertebrados en general | 118 | | |
| Horadaciones de cangrejos | 119 | | |
| Organismos infaunales | 120 | | |
| Indicador 6  | | | |
| *Densidad de nidos por especie de tortuga marina | 41 | | |
| Recorridos | 43 | | |
| Dron | 44 | | |
| Hoja de registro | 121 | | |
| Indicador 7  | | | |
| Intervalo entre anidaciones | 47 | | |
| Hoja de registro | 121 | | |
| Indicador 8  | | | |
| Morfometría de hembras anidadoras | 51 | | |
| Hoja de registro | 122 | | |
| Indicador 9  | | | |
| *Estado de salud de las tortugas | 55 | | |
| Hoja de registro | 123 | | |
| Indicador 10  | | | |
| Varamientos de tortugas | 59 | | |
| Hoja de registro | 124 | | |
| Indicador 11  | | | |
| *Temperatura de los nidos | 63 | | |
| Hoja de registro | 125 | | |
| Indicador 12  | | | |
| *Porcentaje de éxito de la eclosión | 67 | | |
| Hojas de registro | | | |
| Recorridos | 126 | | |
| Eclosión | 127 | | |

Indicador 13

| | |
|--|-----------|
| *Diversidad de especies de aves playeras | 73 |
| Censo por área | 75 |
| Puntos de conteo de dos bandas | 75 |
| Hoja de registro | 128 |

Indicador 14

| | |
|-------------------------|-----------|
| *Topografía de la playa | 79 |
| Hoja de registro | 129 |

Indicador 15

| | |
|---------------------|-----------|
| *Erosión y acreción | 85 |
| Marea alta | 87 |
| Hoja de registro | 129 |

Indicador 16

| | |
|------------------|-----------|
| Tipo de grano | 89 |
| Hoja de registro | 129 |

Indicador 17

| | |
|---|-----------|
| *Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas | 93 |
| Bitácora | 95 |
| Recorridos | 95 |
| Hoja de registro | 130 |

Indicador 18

| | |
|--|-----------|
| Presencia de infraestructura turística | 99 |
| Hoja de registro | 130 |

Indicador 19

| | |
|---------------------------------|------------|
| *Cantidad de basura en la playa | 103 |
| Recorridos | 105 |
| Protocolo <i>SANDWATCH</i> | 106 |
| Distintivo <i>Blue Flag</i> | 106 |
| Hoja de registro | 130 |

Indicador 20

| | |
|-----------------------------|------------|
| Florecimiento de macroalgas | 109 |
| Hoja de registro | 131 |

| | |
|-----------------|------------|
| Recomendaciones | 133 |
|-----------------|------------|

| | |
|-----------------|------------|
| Agradecimientos | 135 |
|-----------------|------------|

Introducción

El siguiente protocolo de playas y dunas costeras 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 biodiversidad¹.

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 ecosistémicos². Su evaluación se compone de tres elementos fundamentales de los ecosistemas: composición, estructura y función, así como, las amenazas (fenómenos naturales) y presiones (perturbaciones humanas). Ambas tienen influencia en el bienestar y funcionamiento de los ecosistemas⁴.

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 las 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 ANP.

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 personas profesionales de distintas áreas (biología, ingenierías, entre otras), así como también, por personas guardaparques, técnicas y técnicos, personas de las poblaciones locales que contribuyan 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 **playas y dunas costeras**, se presentan 20 indicadores a medir:

cinco indicadores para composición, siete indicadores para función, tres indicadores para estructura y cinco indicadores de perturbaciones y amenazas. De estos 20 indicadores, 11 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 a 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 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 en los que sea necesario realizar colectas de organismos, se deberá contar con los permisos de colecta correspondientes.
 •••••

Basado en:

- Carrillo-García, D. M. (2018). *Indicadores para monitorear la integridad ecológica de los arrecifes de coral: el caso del caribe mexicano* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TESO1000769592
- Herrera, B., y Corrales, L. (2004). Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas. Programa Ambiental Regional para Centroamérica. https://www.researchgate.net/publication/308202055_Manual_para_la_evaluacion_y_monitoreo_de_la_integridad_ecologica_en_areas_protegidas
- 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. Sistema Nacional de Investigación Forestal (SINFOR), Escuela Agrícola Panamericana (EAP /Universidad Zamorano) y Proyecto USAID. https://www.researchgate.net/publication/306611581_Guia_para_el_monitoreo_de_integridad_ecologica_en_el_Sistema_Nacional_de_Areas_Protegidas_y_Vida_Silvestre_de_Honduras
- Macías, C., Contreras, S., Martínez, E., Alba, M. P., Cárdenas, O. G., Alcántara, P. C., García, G., González, J., Monroy, A. G., Cruz, N. N., Salazar, A., Torres, L. F., Cervantes, 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 (TNC). https://www.researchgate.net/publication/279931131_Diseño_de_protocolos_de_monitoreo_para_estimar_la_integridad_ecologica_en_selvas_y_bosques_de_sitios_prioritarios_de_la_Alianza_Mexico_REDD
- 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. doi: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053)

| Indicadores que requieren trabajo de campo | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Elemento de integridad ecosistémica | Indicador | Tipo de muestreo | Equipo necesario | Frecuencia de monitoreo |
| Función | 1. *Parámetros físicoquímicos del agua | Monitoreo y observacional | GPS, formatos de registro impresos, sonda multiparamétrica, si no se tiene entonces sensor permanente temperatura, sensor permanente de pH, sensor permanente de salinidad y un sensor óptico para la concentración de oxígeno disuelto | Mensualmente, o de ser posible de manera semanal |
| | 2. Nutrientes | Recolección y análisis | GPS, formatos de registro impresos, botella de Niskin, filtros gf/f y viales plásticos falcón | Al menos una vez al año |
| Composición | 3. *Composición florística de las dunas | Transectos | GPS, formatos de registro impresos, flexómetro, cuerdas y prensa botánica en caso de contar con permiso de la colecta | |
| | 4. *Cobertura y abundancia de la comunidad vegetal | Cuadrantes | GPS, formatos de registro impresos, flexómetro y cuerdas, estacas y cuadrantes de PVC de 50 x 50 cm divididos en 25 sectores de 10 x 10 cm | |
| | 5. Diversidad de especies de invertebrados marinos | Transectos | GPS, formatos de registro impresos, botella Van Dorn, solución de lugol neutralizada con acetato de sodio, frascos de vidrio ámbar | Trimestral, considerando la temporada seca y lluviosa |
| | 6. *Densidad de nidos por especie de tortuga marina | Recorridos nocturnos | GPS, formatos de registro impresos y drones | Todas las noches durante la época de anidación |
| Función | 7. Intervalo entre anidaciones | | GPS y formatos de registro impresos | |
| | 8. Morfometría de hembras anidadoras | | GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y vernier | |
| | 9. *Estado de salud de las tortugas | | GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y vernier | |
| Perturbaciones y amenazas | 10. Varamientos de tortugas | | GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y vernier | |
| Función | 11. *Temperatura de los nidos | GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y termómetro | | |
| | 12. *Porcentaje de éxito de la eclosión | GPS y formatos de registro impresos | | |

| Elemento de integridad ecosistémica | Indicador | Tipo de muestreo | Equipo necesario | Frecuencia de monitoreo |
|-------------------------------------|--|---|---|--|
| Composición | 13. *Diversidad de especies de aves playeras | Censo por área, puntos de conteo y guías de campo | GPS, formatos de registro impresos, binoculares, cronómetro, guía de campo, cinta métrica, cinta de plástico o listones y plumón | De preferencia bimestral para observar efectos del turismo, o al menos dos veces al año (temporada de lluvias y secas) |
| Estructura | 14. *Topografía de la playa | Medición e inclinación | GPS, formatos de registro impresos, cinta métrica y clinómetro | Dos veces al año (secas y lluvias) |
| | 15. *Erosión y acreción | Medición del tamaño de la playa | GPS, formatos de registro impresos y cinta métrica | Mensual |
| | 16. Tipo de grano | Recolección de arena | GPS, formatos de registro impresos, tamiz de 2 000 micras, tamiz de 63 micras y balanza | Trimestral |
| Perturbaciones y amenazas | 17. *Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas | Bitácora | GPS, formatos de registro impresos, libreta para realizar el registro y material de papelería (lápiz, plumas, sacapuntas, gomas, entre otros) | Antes y durante las temporadas de mayor visitación |
| | 18. Presencia de infraestructura turística | Cartografía disponible y/o recorridos en campo | GPS, formatos de registro impresos, cartografía disponible y dron (de ser posible) | Indefinido |
| | 19. *Cantidad de basura en la playa | Recolección de basura | GPS, formatos de registro impresos, báscula y bolsas de recolección de basura | Trimestral |
| | 20. Florecimiento de macroalgas | Recorridos por las playas | GPS y formatos de registro impresos | A lo largo del año, con énfasis en primavera y verano |

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.
-

Indicador 1

*Parámetros fisicoquímicos del agua



Los parámetros fisicoquímicos que se miden son: **la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad**. Estos se medirán con una sonda multiparamétrica o sondas específicas para cada parámetro. Las mediciones deberán hacerse al menos en 4 puntos en la plataforma continental.

Nota importante: antes de realizar las lecturas de los parámetros, la sonda o los sensores utilizados deberán ser calibrados para obtener lecturas reales. La lectura de los parámetros deberá realizarse siempre a la misma hora del día. Asimismo, se sugiere el uso de HOBOS específicos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH para reducir el sesgo en la medición de los parámetros fisicoquímicos; estos pueden producirse por errores de tiempo, uso y calibración de la sonda multiparamétrica. Su uso reduce considerablemente el número de visitas a campo, lo que se traduce en una disminución en los costos, personal y tiempo invertido.

Medición de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad

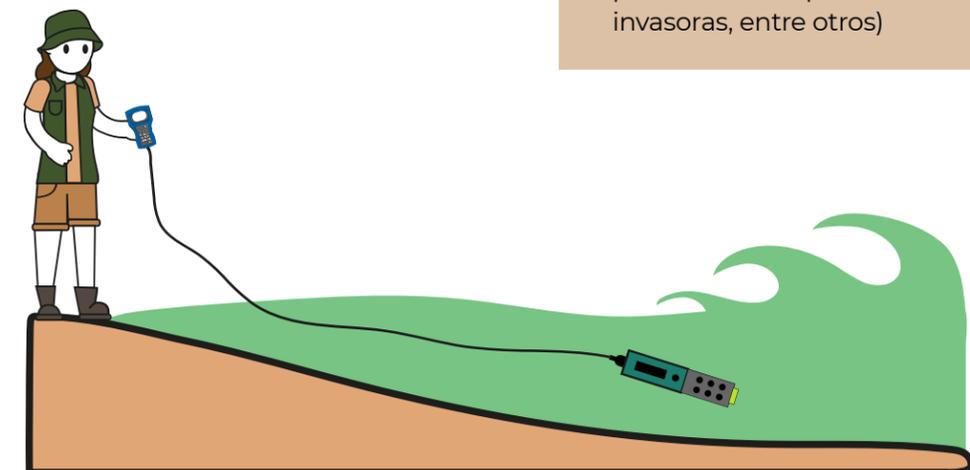
1 Sumerja una sonda multiparamétrica o sondas específicas para cada parámetro hasta una profundidad cercana al fondo y obtenga:

- 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)



Indicador 2

Nutrientes

Basado en:

- 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. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ac60331a022>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s12237-020-00720-5>
- Millero, F. J., Feistel, R., Wright, D. G. y McDougall, 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. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2007.10.001>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Vaquer-Sunyer, R., y Duarte, C. M. (2008). Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(40), 15452-15457. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803833105>

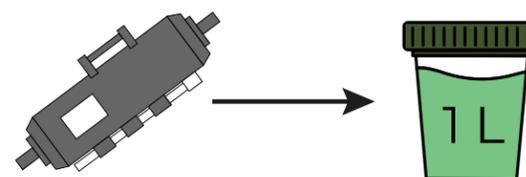




Nota importante: para llevar a cabo el análisis de los nutrientes de la zona litoral, será necesario contar con un convenio de colaboración con un laboratorio que cuente con el equipo y la experiencia requerida.

Los parámetros a determinar son las concentraciones de sólidos totales suspendidos, amonio, nitritos, nitratos y fosfatos.

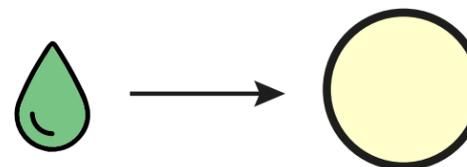
1 Colecte en el fondo una muestra de un litro de agua con una botella Niskin.



5 Registre datos.

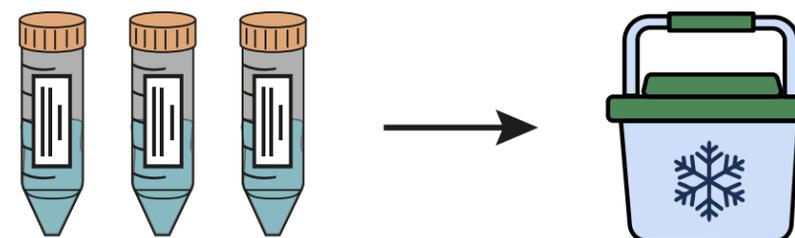
Los métodos para el análisis de las muestras se deberán acordar con el laboratorio que vaya a prestar el servicio de análisis de nutrientes. Para más detalles sobre el análisis consulte el Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM (Almada-Villela *et al.*, 2003).

2 Las muestras obtenidas se filtran con filtros *gf/f*.



3 El agua filtrada de cada muestra se almacena en tres viales plásticos Falcón y se etiquetan (ID, nombre del colector, lugar y fecha).

4 Mantenga las muestras congeladas hasta su procesamiento.



Datos a registrar:

- Coordenadas
- Identificador (ID)
- Clave de identificación de la muestra
- Sólidos totales suspendidos (PPM)
- Amonio (mg/L)
- Nitritos (mg/L)
- Nitratos (mg/L)
- Fosfatos (mg/L)
- Observaciones

Basado en:

- Almada-Villela, P. C., Sale, P. F., Gold-Bouchot, G., y Kjerfve, B. (2003). *Manual de métodos para el programa de monitoreo sinóptico del SAM. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de Parámetros Físicos y Biológicos para su Uso en la Región Mesoamericana* (Revisión para publicación en la web). Unidad Coordinadora del Proyecto Coastal Resources Multi-Complex Building, Princess Margaret Drive. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.8134&rep=rep1&type=pdf>
- Congdon, V. M., Dunton, K. H., Brenner, J., Goodin, K. L. y Ames, K.W., (2018). Ecological Resilience Indicators for Seagrass Ecosystems. En Goodin, K., Faber-Langendoen, D., Brenner, J., Allen, S., Day, R., Congdon, V. M., Shepard, C., Cummings, K., E., Stagg, C., Gabler, C. A., Dunton, K., H., Ruzicka, R., R., Semon-Lunz, K., Reed, D., Wirt, K. y Love, M. (Eds.), *Ecological Resilience Indicators for Five Northern Gulf of Mexico Ecosystems* (151-207). NatureServe. https://www.natureserve.org/sites/default/files/projects/files/ecological_resilience_indicators_for_five_northern_gulf_of_mexico_ecosystems.pdf
- Lapointe, B. E., y Clark, M. W. (1992). Nutrient inputs from the watershed and coastal eutrophication in the Florida Keys. *Estuaries*, 15(4), 465-476. <https://doi.org/10.2307/1352391>
- Littler, M. M., Littler, D. S., y Brooks, B. L. (2006). Harmful algae on tropical coral reefs: bottom-up eutrophication and top-down herbivory. *Harmful algae*, 5(5), 565-585. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2005.11.003>
- Vivas-Aguas, L. J., y Navarrete-Ramírez, S. M. (2014). Protocolo Indicador Calidad de Agua (ICAMP FF). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, gef y pnud. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 69. <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/protocoloindicadorcalidadambientaldeaguaicampff.pdf>

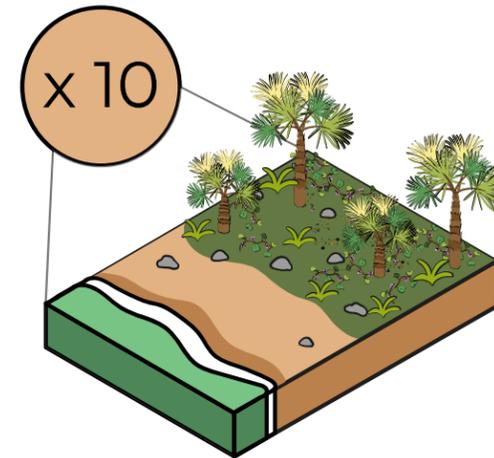
Indicador 3

*Composición florística de las dunas



Determinación de la composición florística

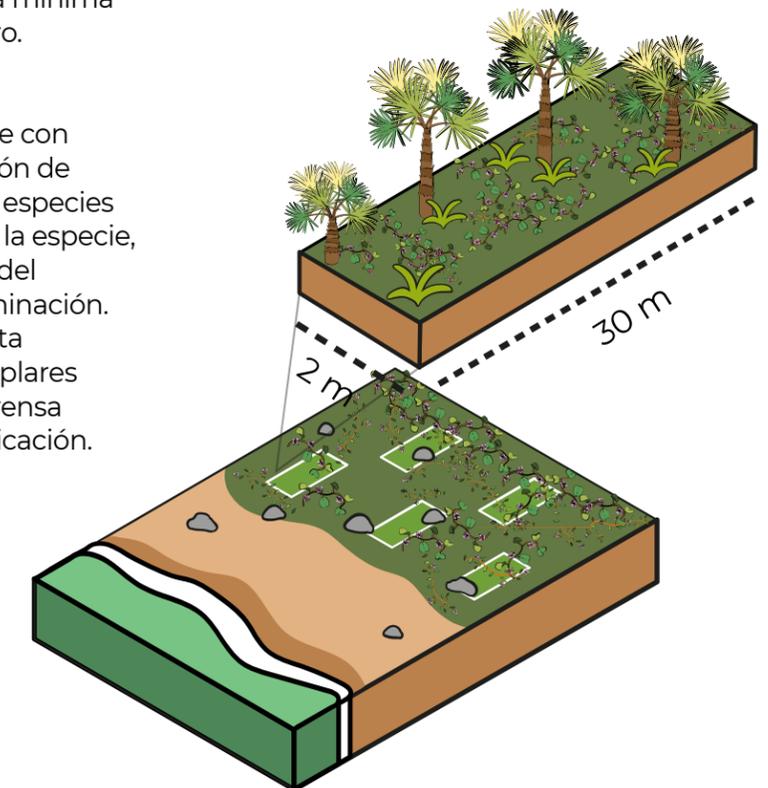
- 1 Seleccione al menos 10 sitios de muestreo con vegetación representativa de dunas costeras.



- 2 En cada uno de los sitios establezca 5 transectos perpendiculares a la costa de 30 x 2 m, considerando una distancia mínima de separación de 50 m uno de otro.

- 3 Recorra los transectos y determine con ayuda de una guía de identificación de vegetación de dunas costeras, las especies presentes. En caso de no conocer la especie, se recomienda tomar fotografías del ejemplar para su posterior determinación. Si cuenta con el permiso de colecta correspondiente, colecte los ejemplares necesarios y colóquelos en una prensa botánica para su posterior identificación.

- 4 Registre la información requerida por transecto.



Datos a registrar:

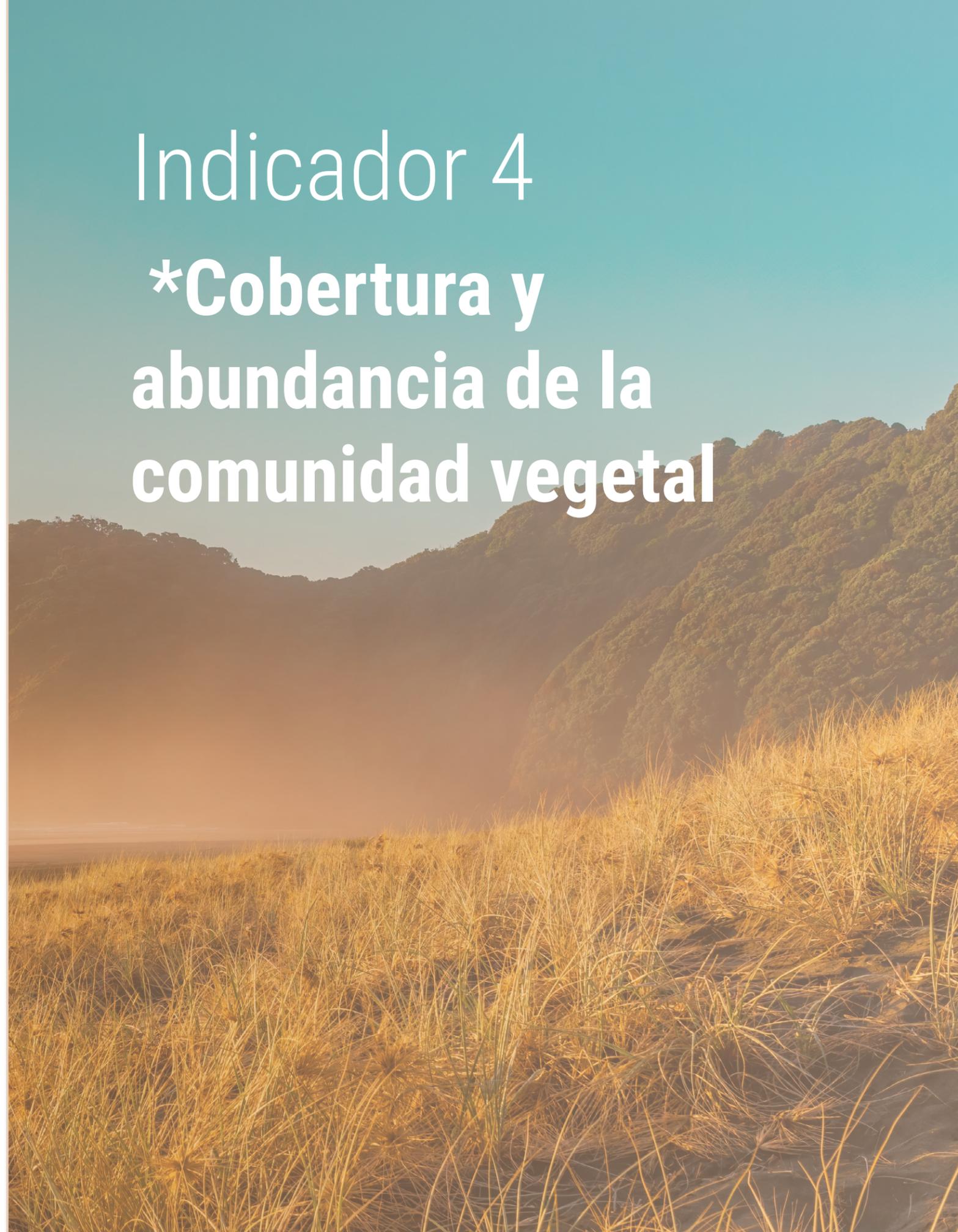
- Número de transecto
- Coordenadas de inicio y final del transecto
- Nombre común
- Género o especie de los ejemplares observados
- Número de foto asociada
- Número de ejemplares
- Indique si los individuos observados corresponden a especies endémicas, exóticas-invasoras y si se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Observaciones

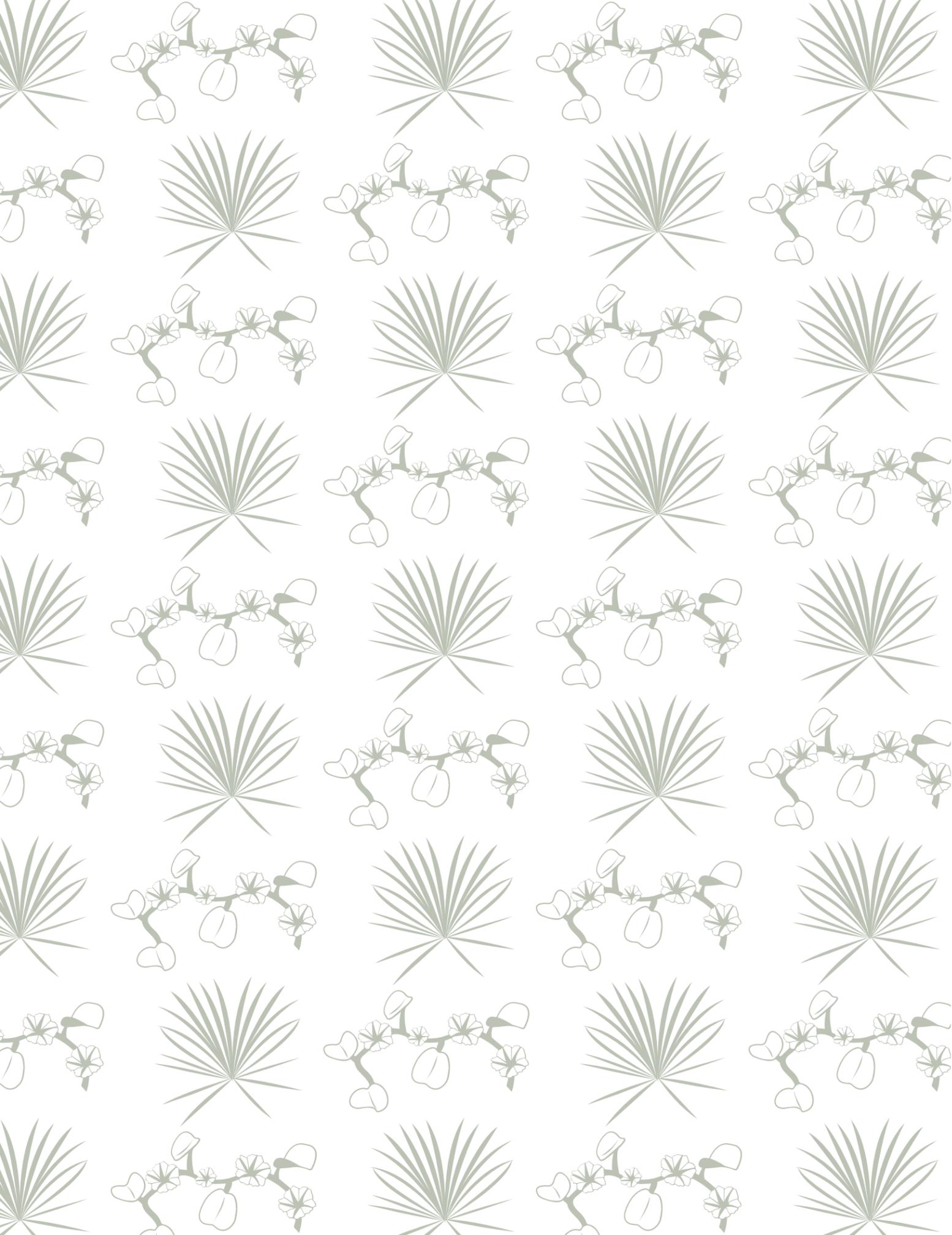
Basado en:

- Luna, M., Parteli, E. J., Durán, O. y Herrmann, H. J. (2011). Model for the genesis of coastal dune fields with vegetation. *Geomorphology*, 129(3), 215- 224. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.01.024>
- Martínez, M. L., Psuty, N. P. y Lubke, R. A. (2004). A perspective on coastal dunes. En Martínez, M. L., Psuty, N. P. y Lubke, R. A. (Editor), *Coastal dunes, ecology and conservation* (3-10). Springer-Verlag. [10.1007/978-3-540-74002-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74002-5_1)
- Portillo, H., Secaira, E., y Lara, K. (2013). Plan de Conservación del Parque Nacional Montaña de Celaque: Basado en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias. ICF, USAID ProParque y MAPAN CE/PROCELAQUE. https://www.academia.edu/12151409/Plan_de_Conservaci%C3%B3n_del_Parque_Nacional_Monta%C3%B1a_de_Celaque_Basado_en_An%C3%A1lisis_de_Amenazas_Situaci%C3%B3n_y_del_Impacto_del_Cambio_Clim%C3%A1tico_y_Definici%C3%B3n_de_Metas_y_Estrategias
- Reyes-Ortiz, J. (2014). *Estructura comunitaria de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz* [tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias]. Repositorio Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/pozarica/mmemc/files/2014/12/Reyes-Ortiz-Jose-Luis.pdf>
- Rodrigues, R. S., Mascarenhas, A. y Jagtap, T. G. (2011). An evaluation of flora from coastal sand dunes of India: Rationale for conservation and management. *Ocean and Coastal Management* 54(2), 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.11.005>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). *Manejo de ecosistemas de dunas costeras, criterios ecológicos y estrategias* (1^{era} ed.). Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. <https://ciencias.ens.uabc.mx/documentos/libros/LibroDunasCosteras.pdf>
- Tena, G. (2010). *Determinación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en la zona costera e islas de Bahía Magdalena, B. c. s., México* [tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, s. c.]. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/402>

Indicador 4

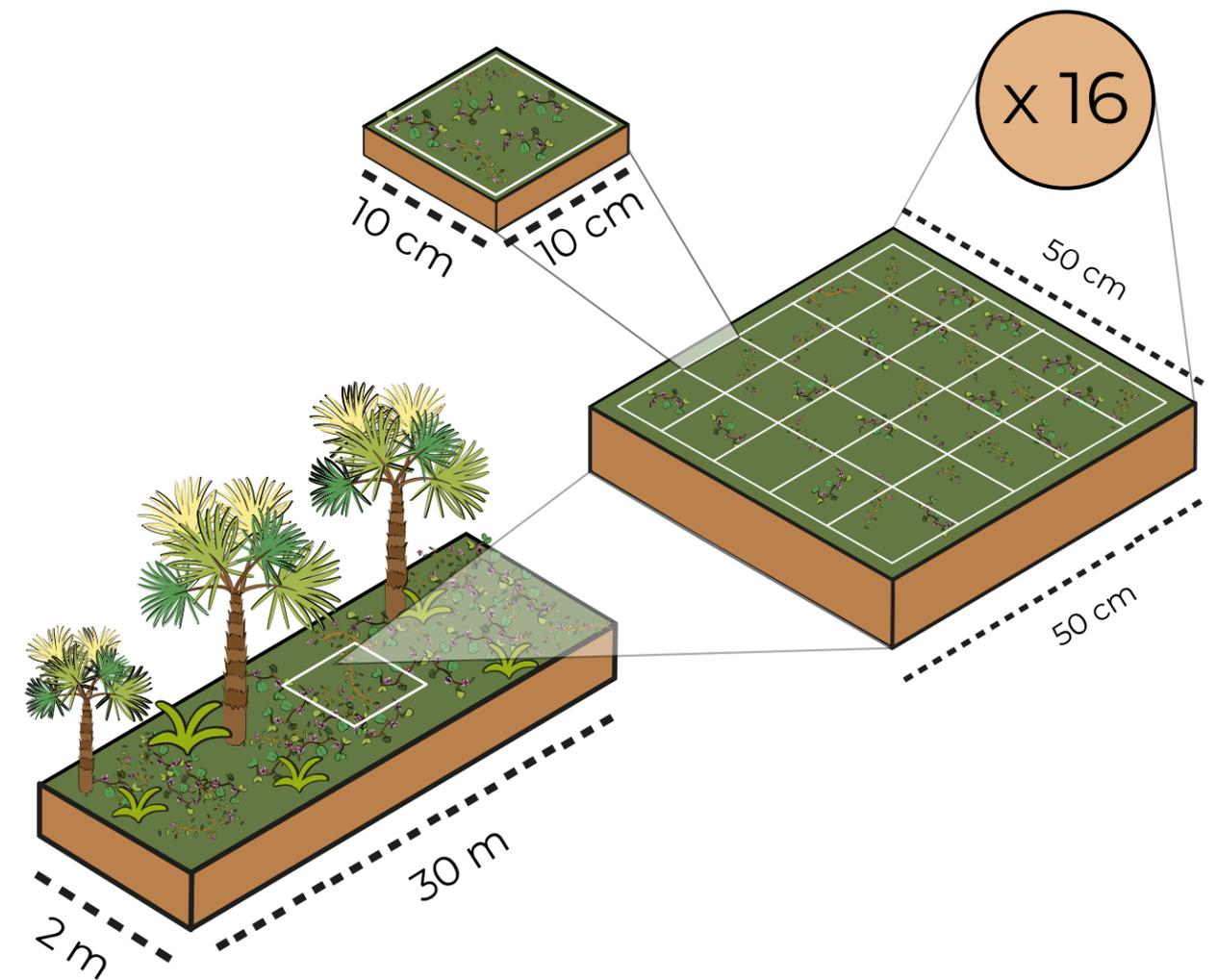
*Cobertura y abundancia de la comunidad vegetal





Se retomarán los transectos previamente trazados para para el Indicador 3 (Composición florística de las dunas). Por lo cual se recomienda medir ambos indicadores de manera simultánea, si solo desea medir este indicador, revise el protocolo del Indicador 3 para el establecimiento de los transectos. Para la estimación de la cobertura y abundancia de la vegetación se utilizarán las clases de dominancia de Saito y Atobe (1970).

- 1** En los transectos previamente elaborados (ver página 25), distribuya sistemáticamente cuadrantes de 50 x 50 cm divididos en 25 sectores de 10 x 10 cm.
- 2** Realice 16 réplicas de estos.
- 3** Estime la cobertura total considerando cada cuadrante de 10 cm de acuerdo con la tabla 2 (página 28).
- 4** Registre datos.



| Clase | Cantidad de sustrato cubierto | Porcentaje de sustrato cubierto | Punto medio (%) M |
|-------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 5 | ½ a todo | 50 % - 100 % | 75 % |
| 4 | ¼ a ½ | 25 % - 50 % | 37.5 % |
| 3 | 1/8 a ¼ | 12.5 % - 25 % | 18.75 % |
| 2 | 1/16 a 1/8 | 6.25 % - 12.5 % | 9.38 % |
| 1 | > de 1/16 | < 6.25 % | 3.13 % |
| 0 | Ausente | 0 % | 0 % |

Tabla 2. Clases de coberturas definidas de cobertura.

Fuente: tomado de Saito y Atobe, (1970) citado en Tomado de Reyes-Ortiz, (2014).

Datos a registrar:

- Número de transecto
- Coordenadas
- Cantidad de sustrato cubierto (tabla 2)
- Porcentaje de sustrato cubierto (tabla 2)
- Especies observadas en los cuadrantes
- Observaciones

Basado en:

- Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Castillo-Campos, G., Garcillán, P. P., Álvarez, L., Castillo-Argüero, S., ... y León de la Luz, J. L. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta botánica mexicana*, (121), 39-81. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1290>
- Espejel, I. C. León, J. L. Fermán, G. Bocco. F. Rosete, B. Graizbord, A. Castellanos, O. Arizpe y G. Rodríguez (2004). Planeación del uso del suelo en la región costera del Golfo de California y Pacífico Norte de México. En Arriaga Rivera et al. (Eds.) *El manejo costero en México* (321-339). Centro EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT Campeche, CETYS y UQROO. https://www.researchgate.net/publication/256474438_Planeacion_del_uso_del_suelo_en_la_region_costera_del_Golfo_de_California_y_Pacifico_norte_de_Mexico
- Portillo, H., Secaira, E., y Lara, K. (2013). Plan de Conservación del Parque Nacional Montaña de Celaque: Basado en Análisis de Amenazas, Situación y del Impacto del Cambio Climático, y Definición de Metas y Estrategias. ICF, USAID ProParque y MAPAN CE/PROCELAQUE. https://www.academia.edu/12151409/Plan_de_Conservaci%C3%B3n_del_Parque_Nacional_Monta%C3%B1a_de_Celaque_Basado_en_An%C3%A1lisis_de_Amenazas_Situaci%C3%B3n_y_del_Impacto_del_Cambio_Clim%C3%A1tico_y_Definici%C3%B3n_de_Metas_y_Estrategias
- Reyes-Ortiz, J. (2014). *Estructura comunitaria de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz* [tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias], Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/pozarica/mmemc/files/2014/12/Reyes-Ortiz-Jose-Luis.pdf>
- Saito, Y. y Atone, S. (1970). Phytosociological study of intertidal marine algae I. Vsujiri benten-jima, Hokkaido. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univer.*, 21, 37-69. <http://hdl.handle.net/2115/23414>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010, 30 de diciembre). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Seingier, G., Espejel, I., y Almada, J. L. F. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación ambiental*, 1(1), 54-69. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/gacetas/604/cobertura.pdf>
- Seoane, C. L. V., Santamaría, R. M., y Pascual, C. V. (2009). *Manual de restauración de dunas costeras*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de Publicaciones. <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0652461.pdf>



Indicador 5
**Diversidad de
especies de
invertebrados marinos**

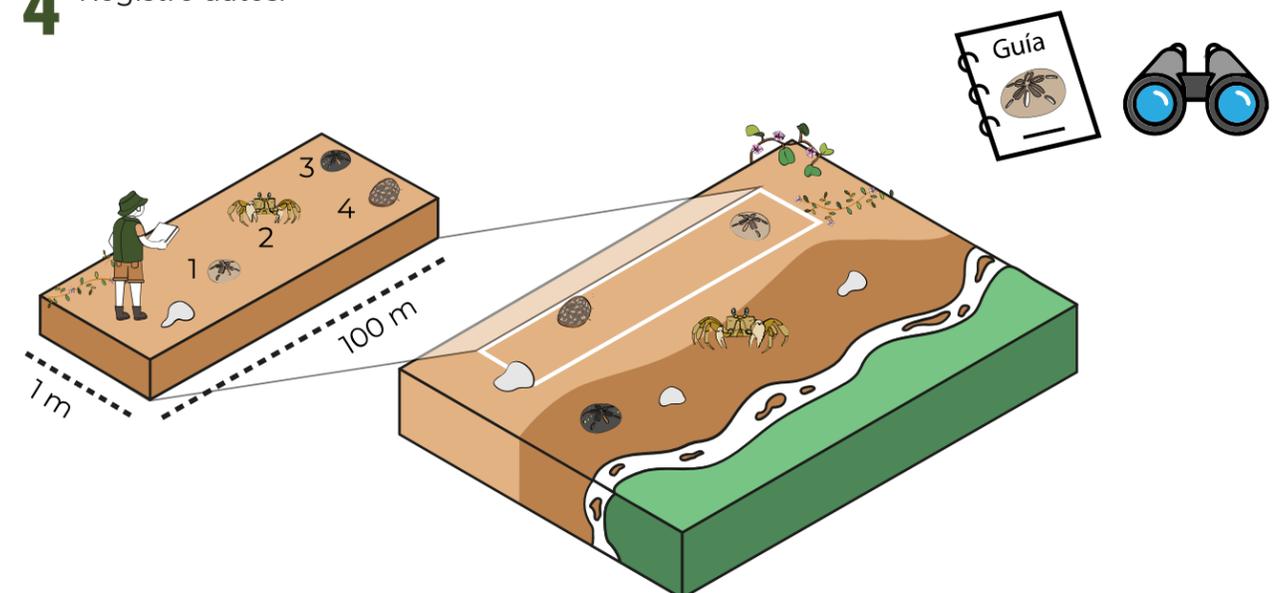
- **Nota importante:** se recomienda la adquisición de guías de identificación de invertebrados marinos para el área o la región, o la elaboración doméstica de guías a partir de los listados de especies y las imágenes que puedan obtenerse en campo o en Internet.

Invertebrados en general

- 1 Establezca un transecto de 100 x 1 m por la playa y la intermareal de forma paralela a la línea de marea baja.
- 2 Camine a lo largo del transecto e identifique si observa rastros y/o invertebrados marinos tales como moluscos, gusanos, tubos de poliquetos, galletas de mar, cangrejos, insectos, entre otros.
- 3 Cuente cada uno de los individuos que llegue a observar. Apóyese de guías de campo que estén disponibles para los distintos grupos.
- 4 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del transecto
- Coordenadas del punto de observación
- Gradiente intermareal del muestreo (superior, medio e inferior)
- Por cada individuo observado:
 - Grupo al que pertenece (molusco, cnidario, poliqueto, equinodermo, crustáceo, artrópodo, entre otro) o indique la especie en caso de conocerla
 - Si su registro corresponde a presencia del individuo o rastro
- Observaciones

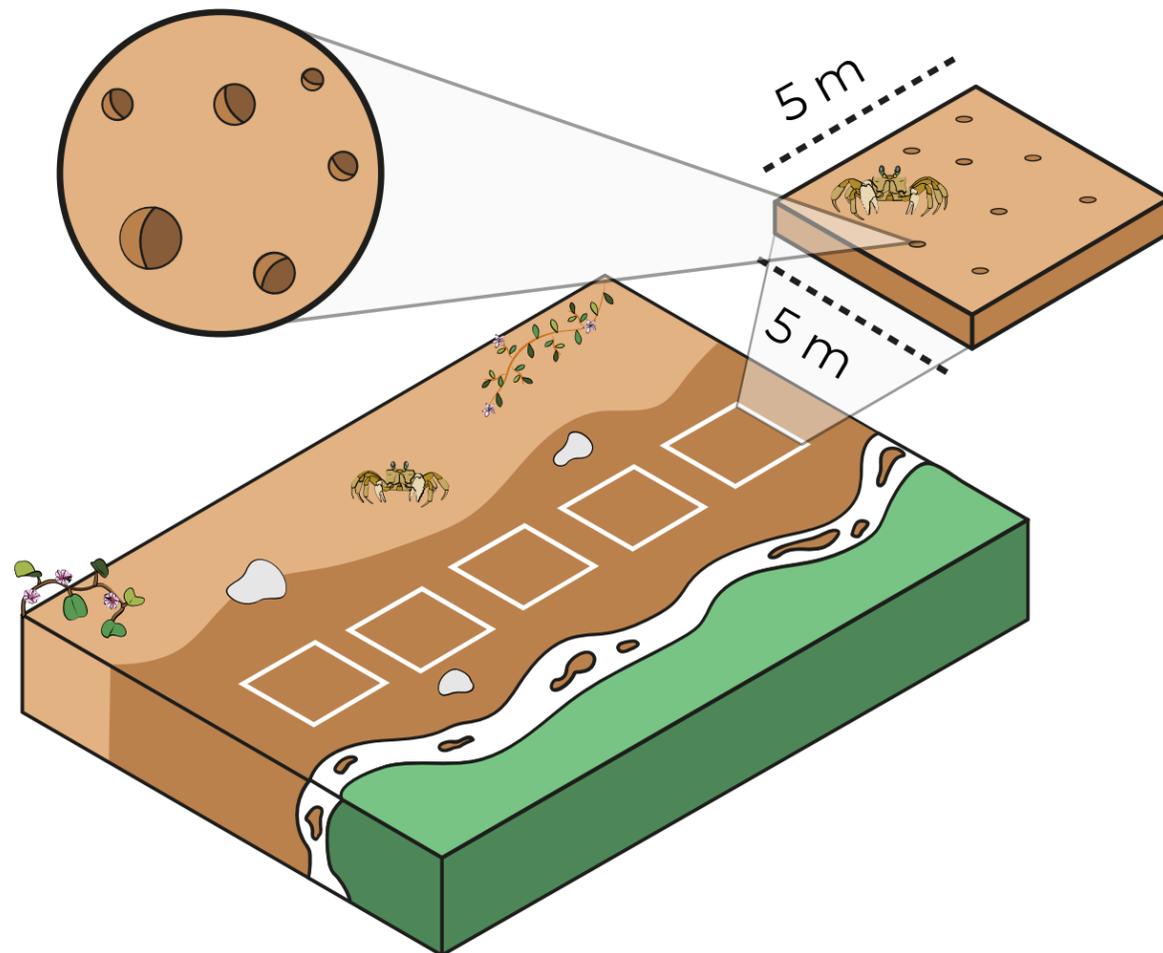


Horadaciones de cangrejos

- 1 Al término del transecto para la medición de invertebrados en general, realice 5 cuadrículas de 5 x 5 m continuas en el litoral medio.
- 2 Cuantifique la cantidad de horadaciones de cangrejo presentes. Las horadaciones de cangrejo se distinguen por presentar "bolitas" de arena alrededor de la horadación, cosa que no pasa en otros organismos.
- 3 Registre datos.

Datos a registrar:

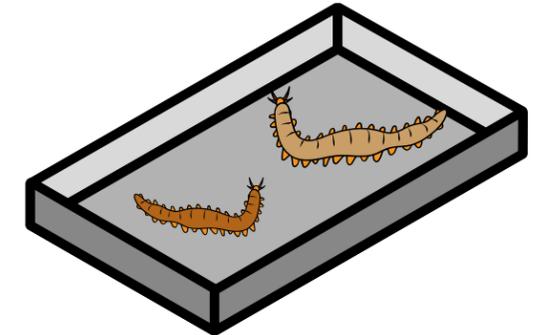
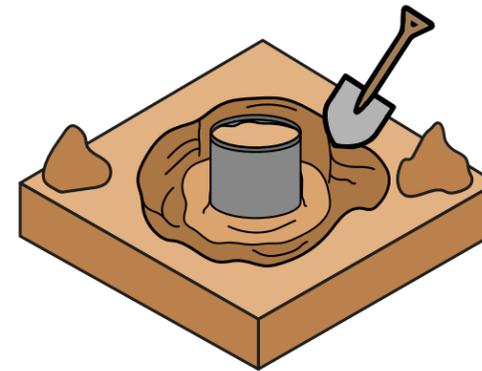
- Coordenada de la cuadrícula
- Número de horadaciones
- Gradiente intermareal de la cuadrícula (superior, medio e inferior)
- Por cada individuo observado:
 - Indique la especie en caso de conocerla
 - Si su registro corresponde a presencia del individuo o rastro
- Observaciones



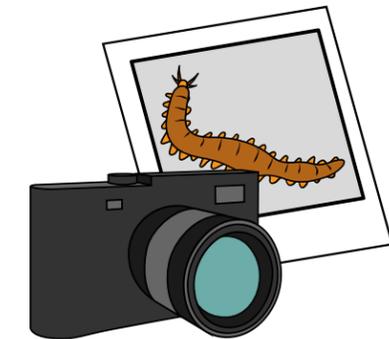
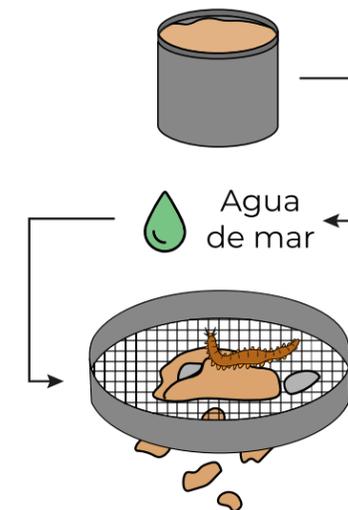
Organismos infaunales

Nota importante: para la identificación de algunos organismos *infaunales* (organismos que viven entre las partículas del sedimento en el medio acuático) se recomienda establecer un convenio de colaboración entre el ANP y un **laboratorio** que cuente con el equipo y la experiencia requerida para el procesamiento y análisis de las muestras.

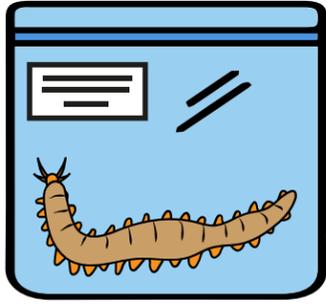
- 1 Entierre un cilindro o "corer" en la arena y con una pala extraiga el cilindro de arena.
- 4 Coloque los organismos que se obtengan en el tamiz en una charola.



- 2 Coloque el contenido del cilindro o "corer" en un tamiz.
- 3 En el tamiz haga el lavado del bloque de arena utilizando agua de mar.
- 5 Fotografié los caracteres distintivos que puedan facilitar su identificación.



- 6 De ser necesario para su identificación y contando con los permisos de colecta requeridos, coloque los organismos que se obtengan en el tamiz en una bolsa debidamente rotulada (nombre del colector, ID, lugar, fecha y coordenadas) para llevar al laboratorio.



7 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio donde se extrajo el cilindro
- Gradiente intermareal del muestreo (superior, medio e inferior)
- Por cada individuo observado:
 - Grupo al que pertenece (molusco, poliqueto, equinodermo, crustáceo, artrópodo, entre otro) o indique la especie en caso de conocerla
- Observaciones

En caso de tener acceso a un laboratorio proceda a registrar:

Datos a registrar en laboratorio:

- Nombre de especie
- Nombre común
- Número de individuos por especie
- Medición de individuo
- Estimación de biomasa (contenido de carne)

Basado en:

- Pedragosa, M. (2012). *Variabilidad longitudinal de la comunidad macrobentónica de una playa arenosa: efectos del gradiente morfodinámico* [tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias], Universidad de la República Uruguay. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1458/1/uy24-15715.pdf>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). Protocolo PRONAMEC: *Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

.....
• **Nota importante:** los indicadores 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 (Densidad
• de nidos por especie de tortuga marina, Intervalo entre
• anidaciones, Morfometría de hembras anidadoras, Estado de
• salud de tortugas, Varamiento de tortugas, Temperatura de
• nidos y Porcentaje de éxito de la eclosión), se sugiere que sean
• medidos de manera simultánea, ya que comparten el protocolo
• de monitoreo. Si desea solo medir un indicador en particular,
• realice los pasos descritos en el indicador seleccionado.
.....

Indicador 6

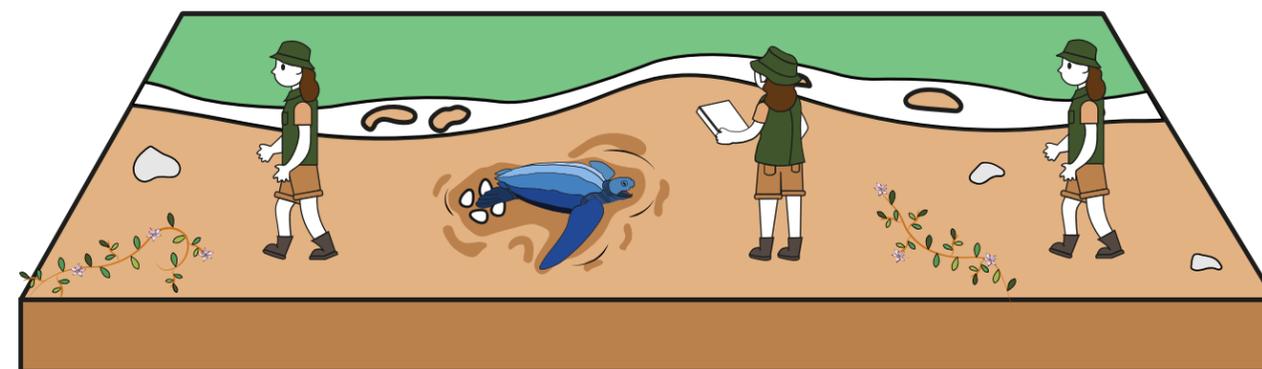
*Densidad de nidos por especie de tortuga marina

Para medir la densidad de nidos de tortugas se proponen dos métodos. Su elección dependerá de los recursos de cada ANP. Familiarícese con las especies que arriban a la playa en la que se realizará la medición del indicador.

Recorridos

- 1** Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs).
- 2** En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).
- 3** Cuando encuentre una hembra anidando registre los datos solicitados (página 44).

☾ → 21:00 h
☀ → 06:00 h

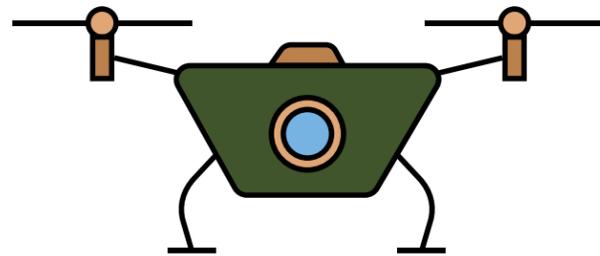


Dron

Otra alternativa a explorar es el uso de drones para el monitoreo de tortugas marinas en la playa. Al adicionar cámaras de visión nocturna, los drones pueden ser de gran utilidad para tareas de inspección y vigilancia en playas de anidación de tortugas y desde la distancia permite obtener los datos.

1 El uso de drones, cuando es realizado de manera sistemática, permite hacer conteos de las hembras anidando a un mismo tiempo a lo largo de una playa de dimensión considerable.

2 Registre datos.



Datos a registrar:

- Hora del encuentro
- **Actividad de la tortuga:** subiendo, haciendo cama, haciendo cámara de huevos, depositando, tapando cámara de huevos, tapando cama o regresando al mar
- Coordenada del nido
- **Especie:** tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), y/o tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)
- Observaciones

Basado en:

- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobos y M. Donnelly (Eds). (2000). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas uicn/cse (Publicación No. 4.). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1999-076-Es.pdf>
- Santos, A. J. B., C. Bellini, D. H. G. Vieira, L. D. Neto y G. Corso. (2013). Northeast Brazil shows highest hawksbill turtle nesting density in the South Atlantic. *Endangered Species Research* 21(1), 25-32. https://www.int-res.com/articles/esr_oa/n021p025.pdf
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). Protocolo PRONAMEC: *Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

The background image is a landscape photograph. In the foreground, there are dunes covered in tall, golden-brown grasses. To the left, a sandy beach meets the ocean with gentle waves. In the background, a large, dark, forested cliffside rises from the beach. The sky is a clear, light blue, and the overall lighting suggests a bright, sunny day.

Indicador 7

Intervalo entre anidaciones



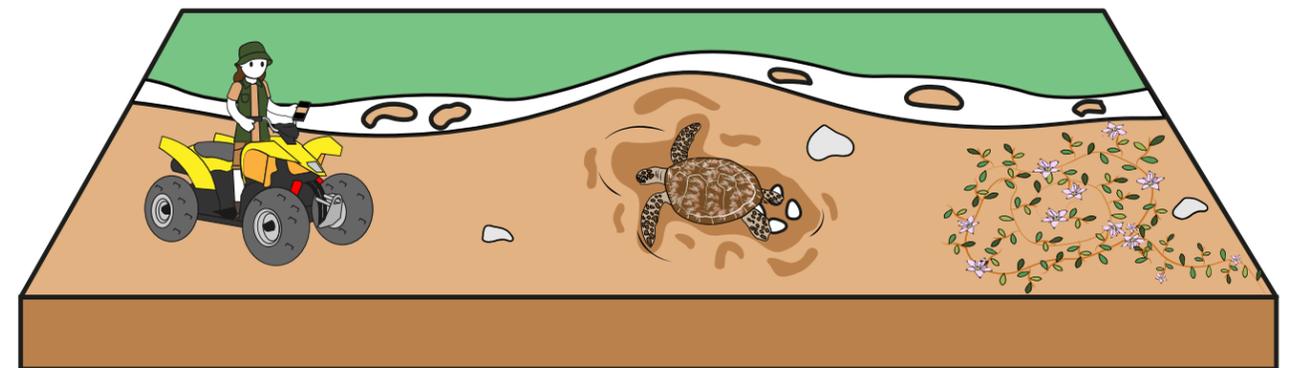
1 Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs).

2 En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).

3 Al localizar una tortuga registre datos.

☾ → 21:00 h

☀ → 06:00 h



Datos a registrar:

- Hora del encuentro
- **Actividad de la tortuga:** subiendo, haciendo cama, haciendo cámara de huevos, depositando, tapando cámara de huevos, tapando cama o regresando al mar
- Coordenadas del nido
- **Especie:** tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), y/o tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)
- Registre el número de la marca (marcas metálicas modelo 681C de la National Band and Tag Company (NBTC), proporcionadas por la Coordinación del Programa Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas en México) si se cuenta con ello, si no solo anote el número de tortuga
- Observaciones

Basado en:

- Miller, J. D. (1997). Reproduction in sea turtles. En Lutz, P. L. y Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles* (51–81). <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203737088-3/reproduction-sea-turtles-jeffrey-miller>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Santos, A. J. B., C. Bellini, D. H. G. Vieira, L. D. Neto y G. Corso. (2013). Northeast Brazil shows highest hawksbill turtle nesting density in the South Atlantic. *Endangered Species Research* 21(1), 25-32. https://www.researchgate.net/publication/259339445_Northeast_Brazil_shows_highest_hawksbill_turtle_nesting_density_in_the_South_Atlantic
- Sato, K., Matsuzawa, Y., Tanaka, H., Bando, T., Minamikawa, S., Sakamoto, W. y Naito, Y. (1998). Internesting intervals for loggerhead turtles, *Caretta caretta*, and green turtles, *Chelonia mydas*, are affected by temperature. *Can. J. Zool.* 76, 1651–1662. https://www.researchgate.net/publication/238041516_Internesting_intervals_for_loggerhead_turtles_Caretta_caretta_and_green_turtles_Chelonia_mydas_are_affected_by_temperature
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 8

Morfometría de hembras anidadoras

50

Indicador 7





1 Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs). En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).

2 Al localizar una tortuga colóquese guantes de protección y mida:

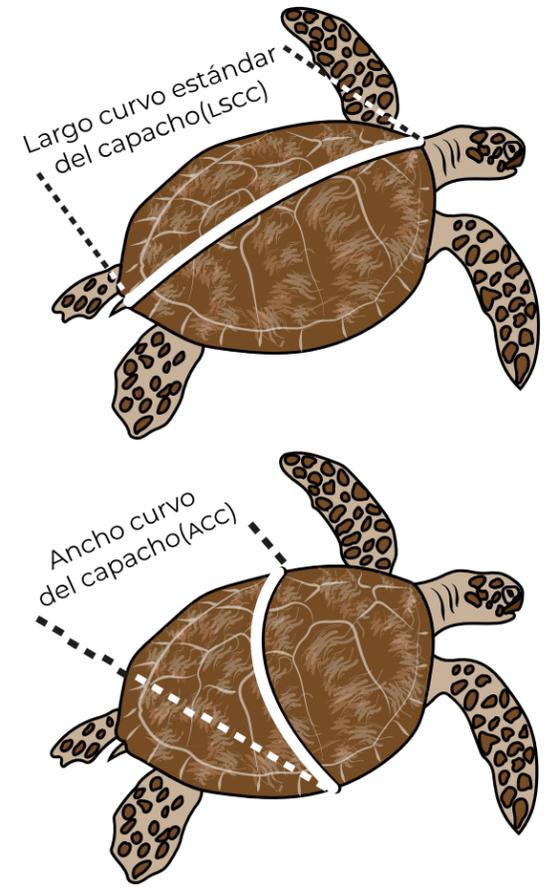
- **Largo curvo estándar del capacho (LSCC):** desde el punto anterior donde la piel se une al escudo nuczal hasta el extremo posterior de la superficie dorsal
- **Ancho curvo del capacho (ACC):** distancia a lo largo de la parte más ancha de éste, y perpendicular al eje longitudinal del cuerpo

3 Registre datos.

• **Nota importante:** desinfecte el material utilizado en la medición entre cada tortuga para minimizar los riesgos de contaminación.

Datos a registrar:

- **Actividad de la tortuga:** subiendo, haciendo cama, haciendo cámara de huevos, depositando, tapando cámara de huevos, tapando cama o regresando al mar
- **Coordenada del nido**
- **Especie:** tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*), y/o tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*)
- **Número de la marca:** marcas metálicas modelo 681C de la National Band and Tag Company (NBTC), proporcionadas por la Coordinación del Programa Nacional para la Conservación de Tortugas Marinas en México
- **Largo curvo estándar del capacho (LSCC)**
- **Ancho curvo del capacho (ACC)**
- **Observaciones**



Basado en:

- Bolten, A. B. (1999). Techniques for measuring sea turtles. En Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A. y Donnelly, M. (Eds.), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles* (110-114). https://static1.squarespace.com/static/5e4c290978d00820618e0944/t/5e5025345f501f3dd0e91638/1582310713703/Full+Research+and+Management+techniques_en.pdf
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>
- Varo-Cruz, N. (2010). *Biología reproductora de la tortuga boba (Caretta caretta Linneo, 1758) en la isla de Boavista, archipiélago de Cabo Verde* [tesis de doctorado, Facultad de Ciencias del Mar], Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/4707>

Indicador 9

*Estado de salud de las tortugas





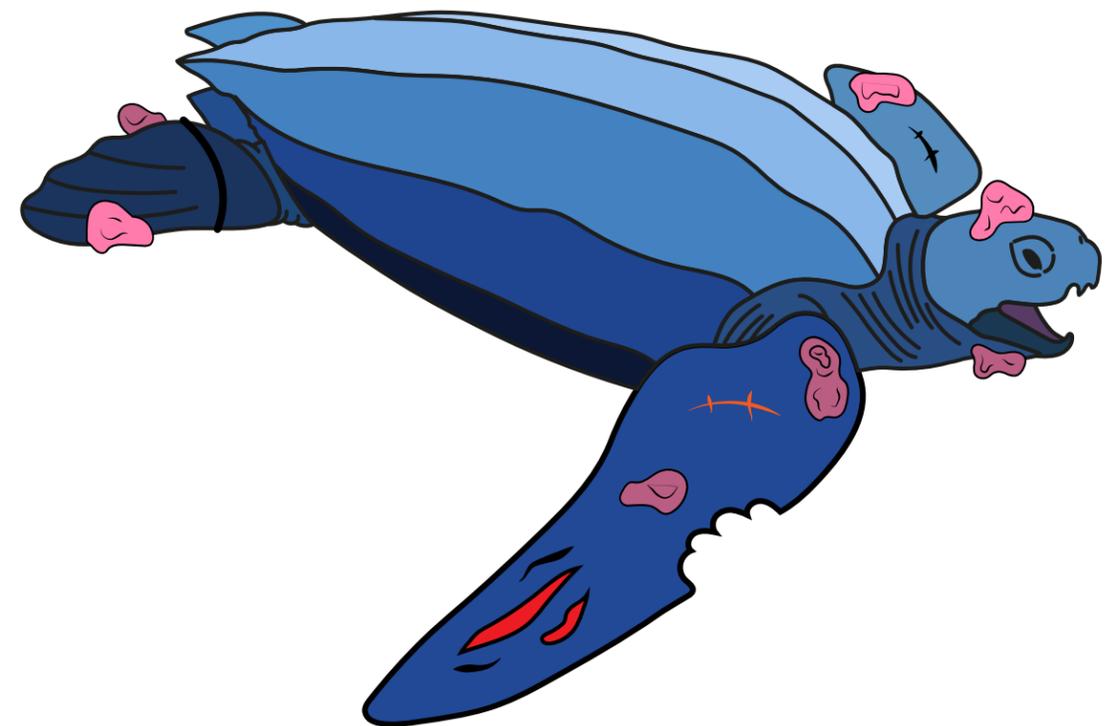
1 Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs).

2 En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).

3 Al localizar una tortuga registre datos.

Datos a registrar:

- Actividad de la tortuga
- **Especie:** tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*), o tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*)
- Cicatrices, evidencias de propelazos, presencia de anzuelos, heridas por cuerda o mordidas, sin marcas aparentes, falta de extremidades o extremidades incompletas
- Presencia de tumores (fibropapilomas)
- Número del nido
- Ubicación del nido respecto a las balizas
- Número de huevos
- Ubicación del nido en el perfil de playa: (a) anteplaya, (b) posplaya (berma), (c) duna
- Observaciones



Basado en:

- Aguirre, A. A., y Lutz, P. L. (2004). Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator? *EcoHealth*, 1(3), 275-283. https://www.academia.edu/8554034/Marine_Turtles_as_Sentinels_of_Ecosystem_Health_Is_Fibropapillomatosis_an_Indicator
- Aguirre, A. A., Vasconcelos-Perez, J., Spraker, T. R., Hernandez-Saldafia, P., Principe, B., Albavera-Padilla, E., et al. (2000). Studies of marine turtle fibropapillomatosis in Mexico: an international collaboration of research and training. En Mosier A, Foley A, Brost B (Eds.) *Proceedings of the 20th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, u.s. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-477. https://www.academia.edu/8554034/Marine_Turtles_as_Sentinels_of_Ecosystem_Health_Is_Fibropapillomatosis_an_Indicator
- Jacobson, E. R., Mansell, J. L., Sundberg, J. P., Hajjar, L., Reichmann, M. E., Ehrhart, L. M., ... y Murru, F. (1989). Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of Comparative Pathology*, 101(1), 39-52. [https://doi.org/10.1016/0021-9975\(89\)90075-3](https://doi.org/10.1016/0021-9975(89)90075-3)
- Miller, J. D. (1997). Reproduction in sea turtles. En Lutz, P. L. y Musick, J. A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles* (51-81). <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203737088-3/reproduction-sea-turtles-jeffrey-miller>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 10

Varamientos de tortugas





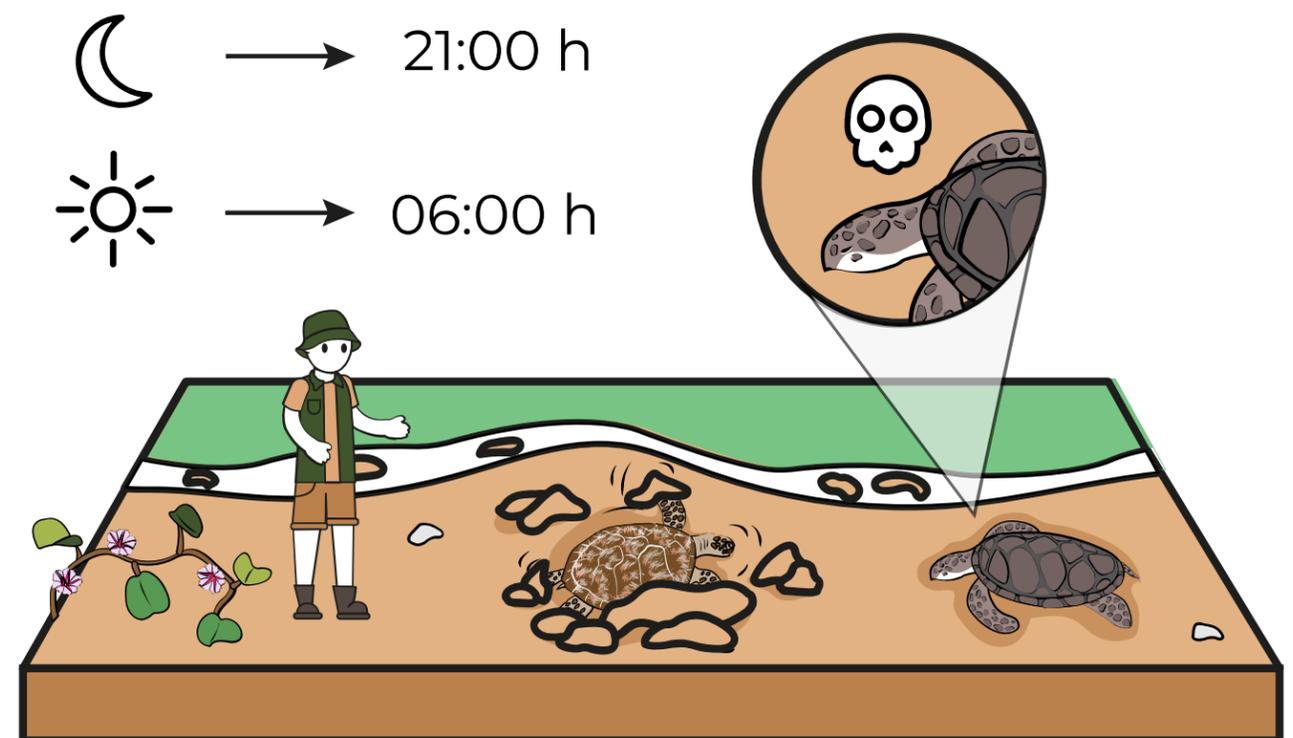
1 Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs). En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).

2 Si detecta algún varamiento de tortuga marina, primero observe si el ejemplar está vivo o muerto. Posteriormente, de aviso a las autoridades pertinentes (PROFEPA y al campamento tortuguero más cercano), para que sea canalizada al centro de rehabilitación más cercano o se lleve a cabo la necropsia por la autoridad correspondiente.

3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Transecto
- Coordenada de varamiento
- Hora del varamiento
- **Especie:** tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), y/o tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)
- Evidencias de enfermedad, presencia de fibropapilomas, propelazos, presencia de anzuelos, redes de pesca, mordidas de tiburones, entre otras evidencias que podrían explicar la causa del varamiento
- Observaciones



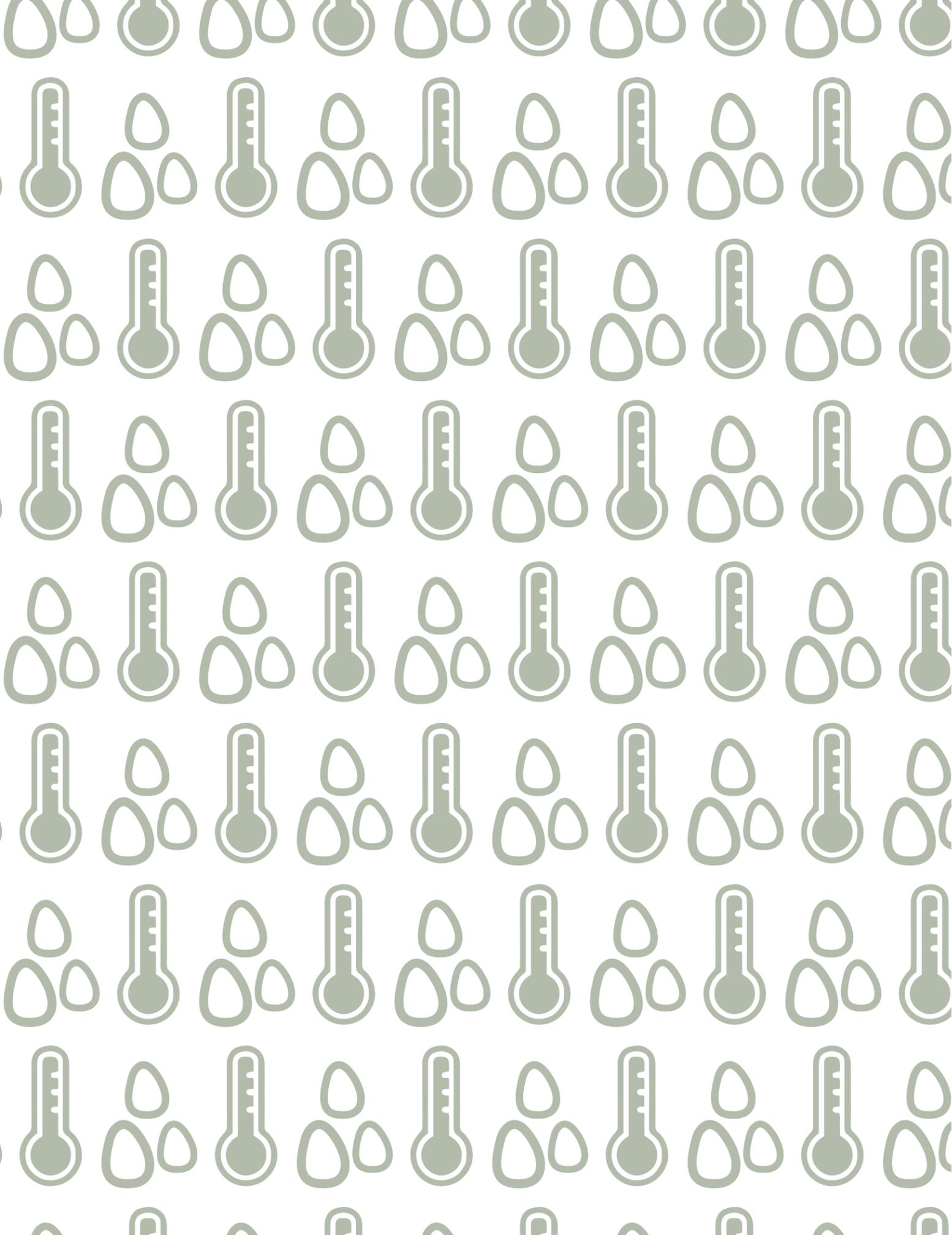
Basado en:

- Hart, K. M., P., Mooreside y L. B., Crowder (2006). Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biological Conservation* 129(2), 283-290. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320705004635?via%3Dihub>
- Ortega-Argeta, A. y Gordillo, G. (2004). La Red de Varamientos de tortugas marinas y mamíferos acuáticos de Veracruz. *La Ciencia y el Hombre*, 1, 43-50. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/5570>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 11

*Temperatura de los nidos





1 Recorra la playa diariamente (si las condiciones logísticas lo permiten) durante la época de anidación de las especies presentes en el ANP, preferiblemente en las últimas horas de la noche y las primeras de la madrugada (21:00 a 6:00 hrs). En playas largas o playas discontinuas se podrá utilizar vehículo motorizado (cuatrimoto).

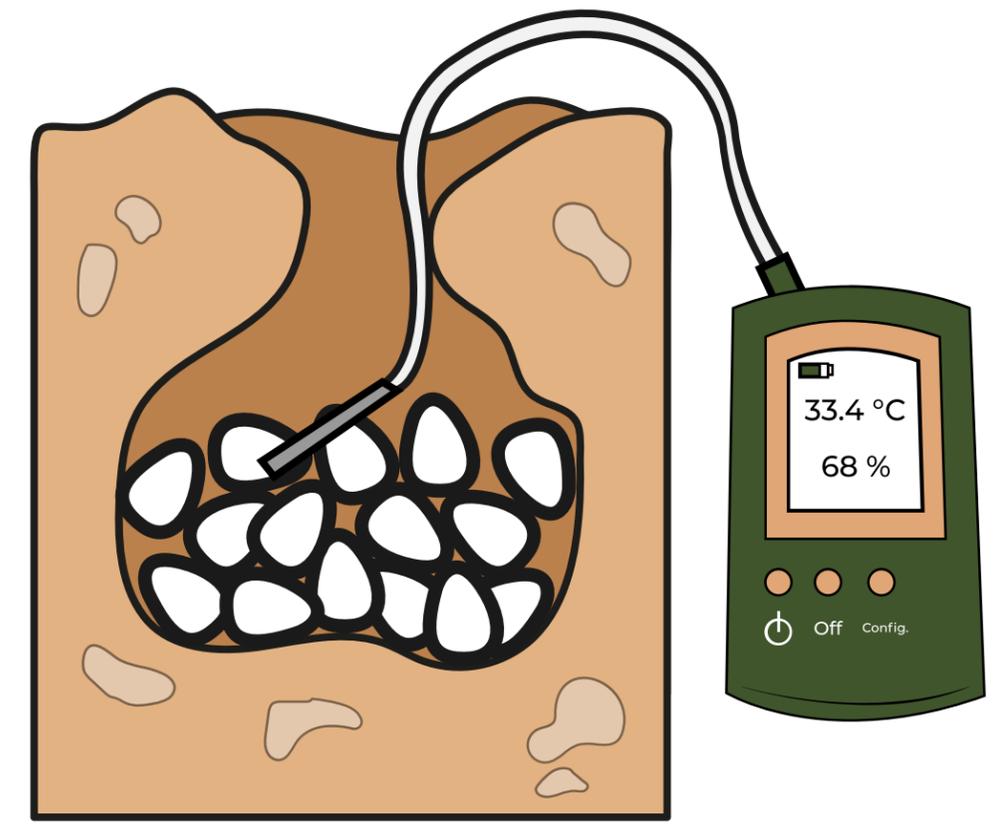
2 Para medir la temperatura de los nidos instale sensores permanentes de temperatura en los nidos cuando la tortuga esté ovopositando.

3 Programe los sensores para que tomen lectura cada hora.

4 Registre datos.

Datos a registrar por nido:

- Coordenada de nido
- Temperatura diaria
- Observaciones

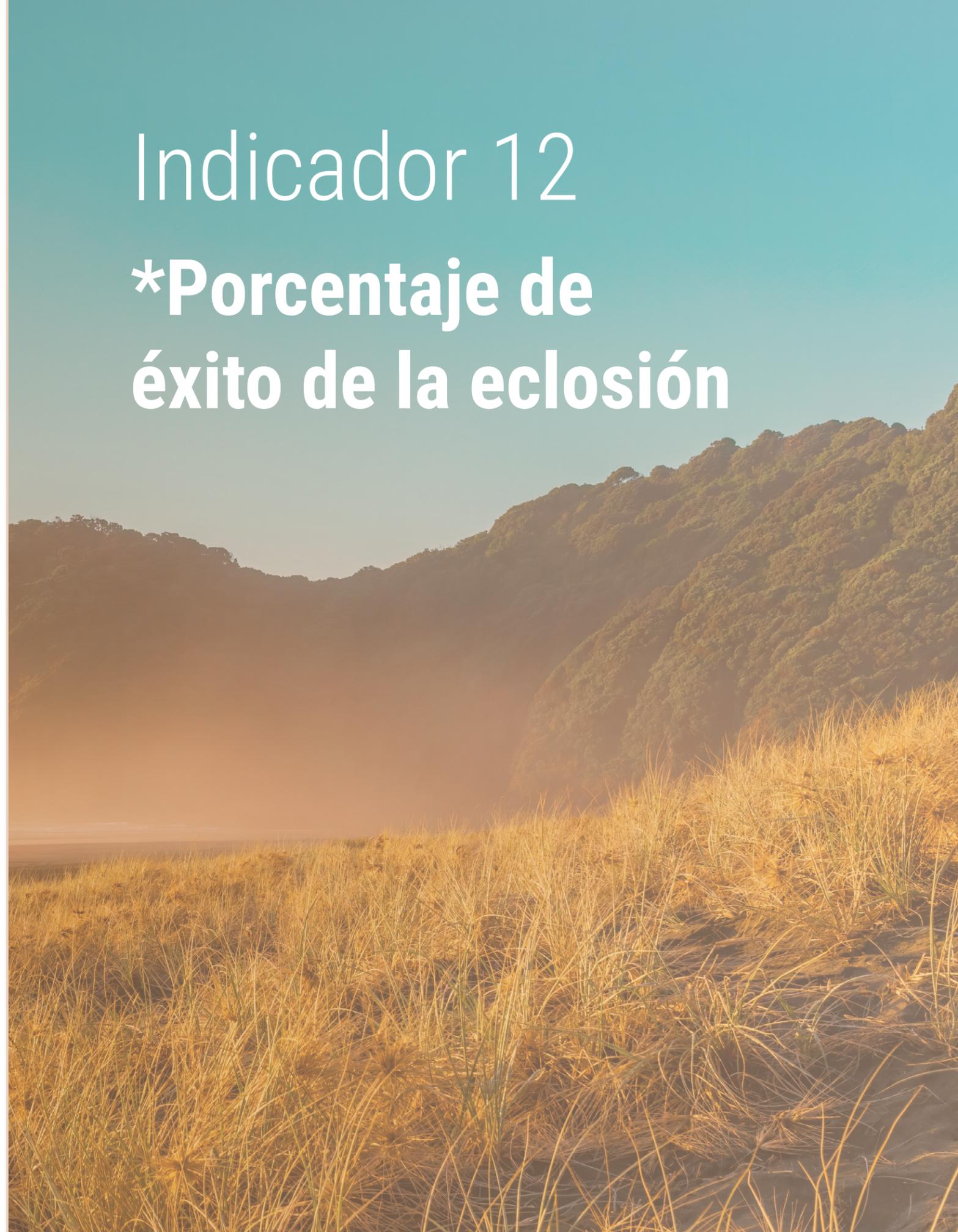


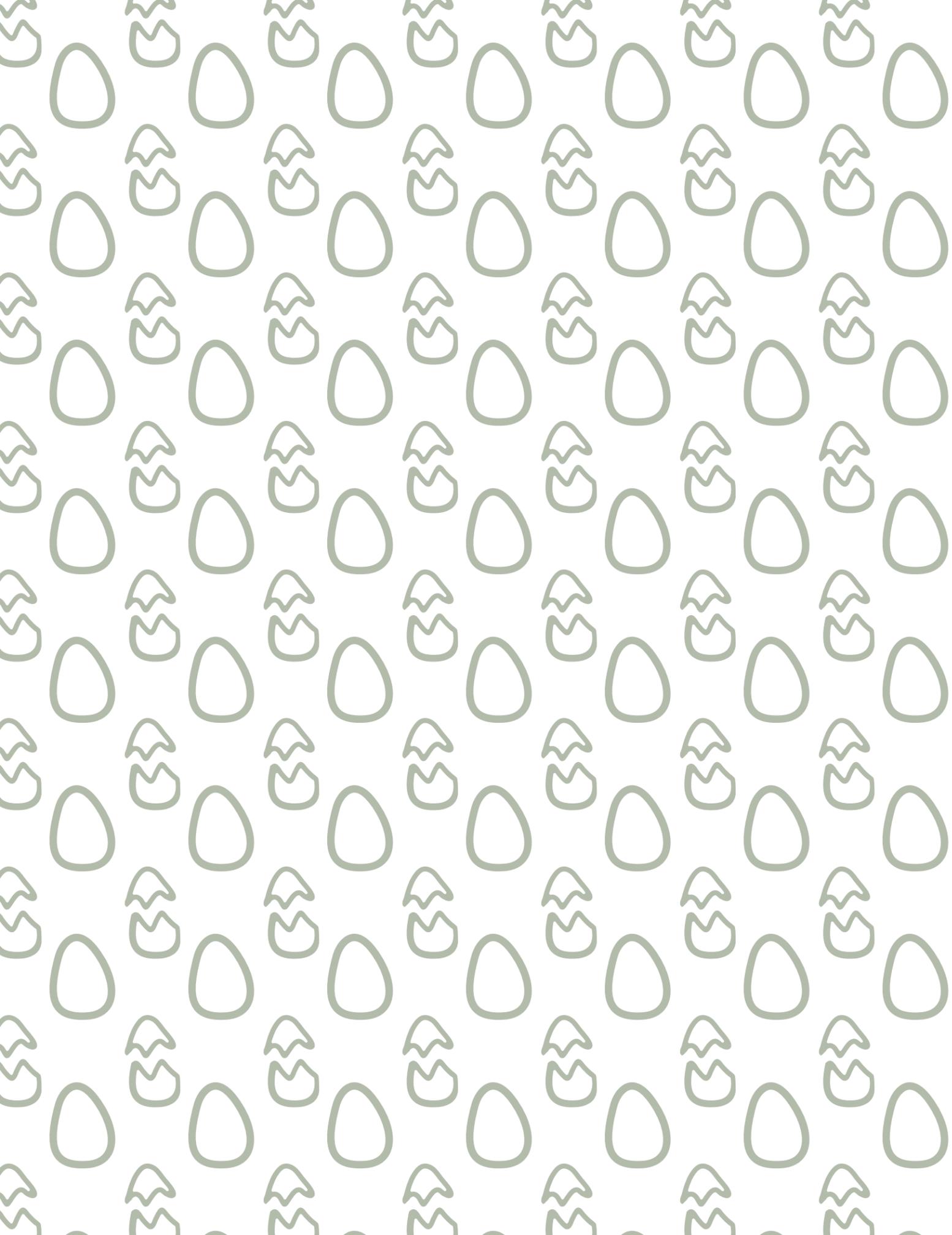
Basado en:

- Miller, J. D. (1985). Embryology of marine turtles. *Biology of the Reptilia*, 14, 269-328. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573387449498050176>
- Patino-Martínez, J. y Zientzia, A. (2013). Las tortugas marinas y el cambio global. *Munibe Monographs. Nature Serie 1*, 99-10. <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/2013099105.pdf>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Santidrián, P. (2011). Cambio climático y tortugas marinas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 47(1), 5-10. <https://doi.org/10.15359/rca.41-1.1>
- Santidrián, P. S., Suss, J. S., Wallace, B. P., Magrini, K. D., Blanco, G., Paladino, F. V., y Spotila, J. R. (2009). Influence of emergence success on the annual reproductive output of leatherback turtles. *Marine Biology*, 156(10), 2021-2031. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00227-009-1234-x>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 12

*Porcentaje de éxito de la eclosión





- 1 Realice recorridos sobre la playa, se recomienda que el intervalo entre los recorridos no supere los 15 días para poder garantizar la detección de nidos presentes en las playas.
- 2 Al encontrar un nido con huevos durante los recorridos en playa márkelo con ayuda de una vara y una etiqueta o estaca donde indique la fecha de la puesta, especie y número de huevos.
- 3 La vara o estaca de marcaje puede colocarse a 1 m al Norte del nido con el fin de no dañar los huevos.
- 4 Una vez anotada esta información, borre el rastro al terminar el registro y análisis del nido, para evitar que sea confundido y repetido en el nuevo recorrido.
- 5 Registre datos.



Intervalo entre recorridos no mayor a 15 días

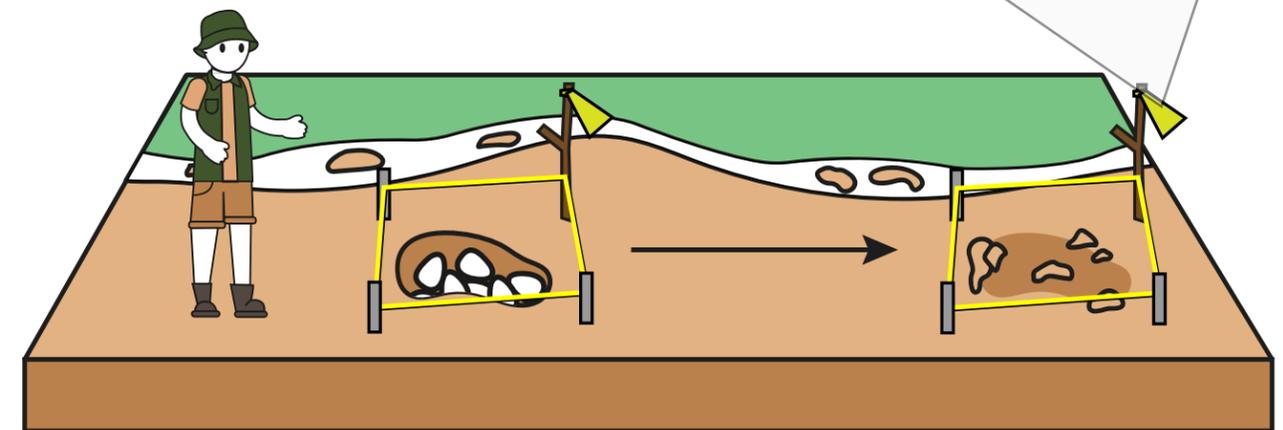
Datos a registrar:

- Coordenadas del nido
- Si se observan rastros o arqueos recientes, traté de identificar la especie según las características del rastro
- Número de nido
- Ubicación del nido en el perfil de la playa: (a) anteplaya, (b) posplaya o (c) duna
- Condición del nido (intacto, nacido, depredado o inundado)
- Número de huevos por nido
- Observaciones

Fecha de puesta: 28/08/22

Especie: *Eretmochelys imbricata*

No. huevos: 98



6 De acuerdo con la información obtenida en los monitoreos diurnos y nocturnos deberá calcular la fecha estimada de eclosión de los nidos, la cual dependerá de la especie. Para ello, puede consultar con el personal de los campamentos tortugueros locales o a personas expertas en tortugas marinas con las que el ANP colabore. Una vez que se aproxime la fecha de eclosión, se deberá prestar especial atención al nido.

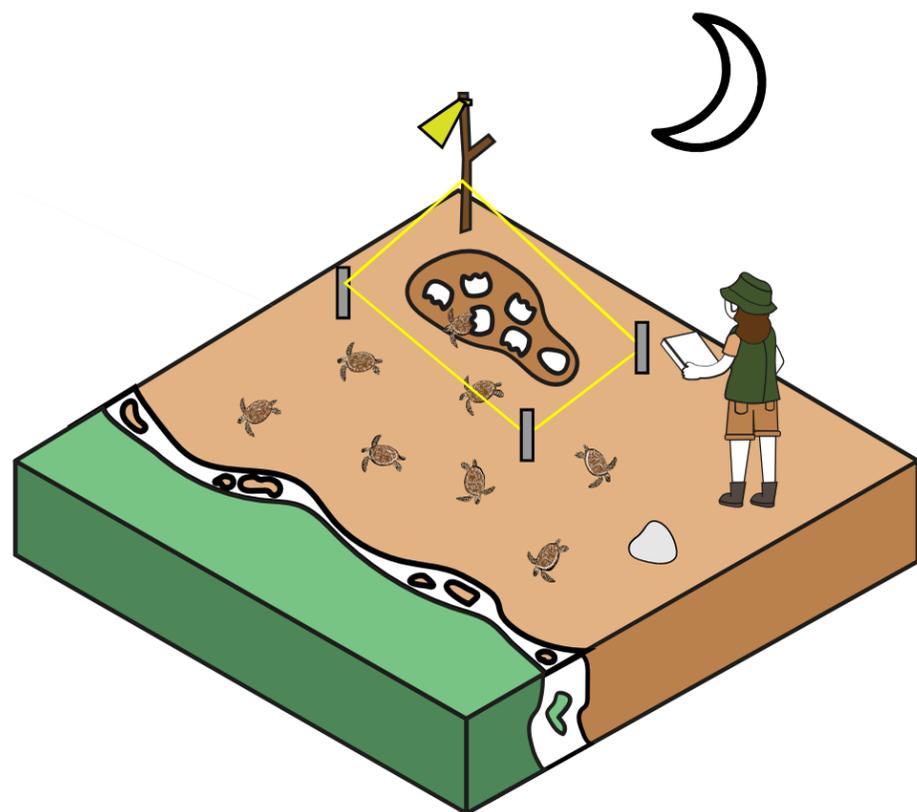
7 Si el nido está en un corral, se recomienda ponerle un rodete de malla para retener a las crías y liberarlas al momento, si nacen de noche. Si nacen de día, se deberá esperar la noche para liberarlas.

8 En casos de nidos que se encuentran en su ubicación original, podrá detectar la eclosión de los huevos si observa que se sumerge la parte donde estaban los huevos, se ven crías o huellas de crías. Se procede a su revisión.

9 Registre datos.

Datos a registrar:

- Número del nido
- Especie
- Fecha de eclosión
- Número de crías vivas (neonatos). Se puede obtener del número de cascarones rotos
- Número de crías muertas (que se encuentren en el nido)
- Número de huevos sin desarrollo aparente
- Pérdida del nido: inundación, saqueo, depredación, erosión, mareas extraordinarias, o recale del sargazo
- Observaciones



Basado en:

- Miller, J. D. (1985). Embryology of marine turtles. *Biology of the Reptilia*, 14, 269-328. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573387449498050176>
- Perera-Valderrama, S., Cerdeira-Estrada, S., Martell-Dubois, R., Rosique-de la Cruz, L. O., Caballero-Aragón, H., Ressler, R., ... y Francisco-Ramos, V. (2020). *Protocolos de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano*. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1409>
- Santidrián, P. (2011). Cambio climático y tortugas marinas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 41(1), 5-10. <https://doi.org/10.15359/rca.41-1.1>
- Santidrián, P. S., Suss, J. S., Wallace, B. P., Magrini, K. D., Blanco, G., Paladino, F. V., y Spotila, J. R. (2009). Influence of emergence success on the annual reproductive output of leatherback turtles. *Marine Biology*, 56(10), 2021-2031. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00227-009-1234-x>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>



Indicador 13
***Diversidad de
especies de
aves playeras**



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

Censo por área

Para los sitios que son pequeños o bien delimitados:

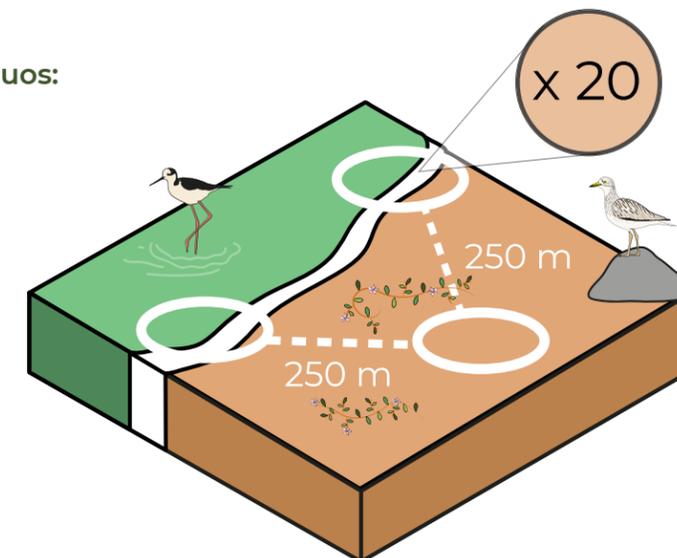
- 1 Con ayuda de binoculares realice un censo completo e intensivo de todas las aves playeras de un sitio. Apóyese en guías disponibles para su identificación.
- 2 Registre datos (página 77).



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.



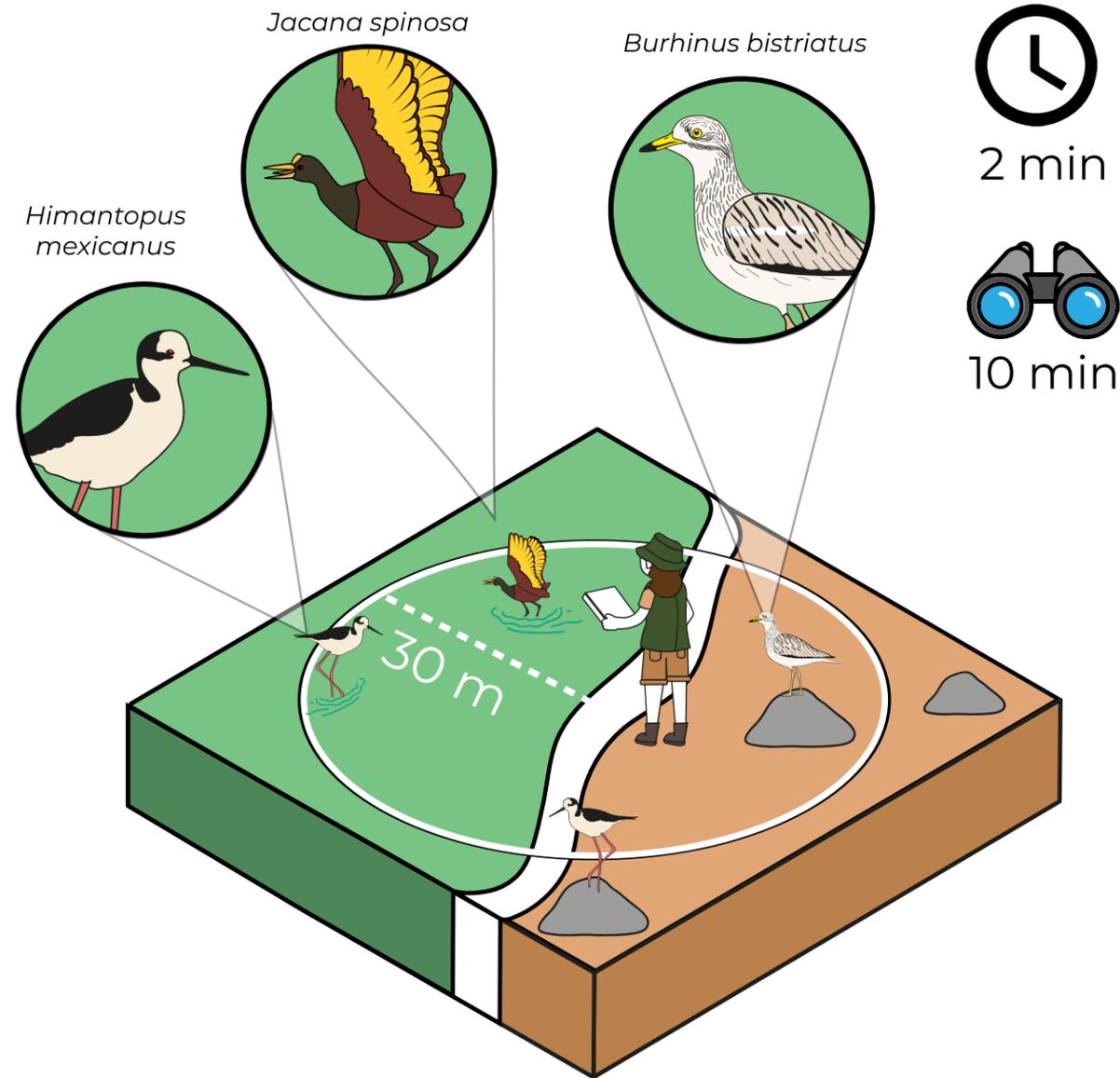
3 Al llegar a cada punto de conteo, espere 2 minutos antes de empezar a registrar a las aves observadas, ya que la presencia humana puede perturbar a las aves y se debe esperar a que se adapten a su presencia.

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

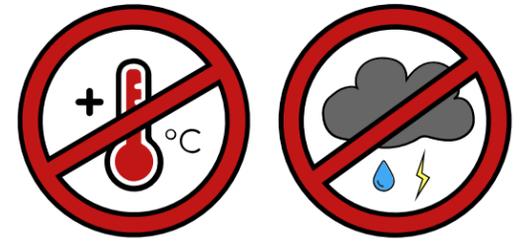
5 Indique si corresponde a una especie migratoria o residente, así como el número de individuos por especie en un radio de muestreo de 30 m.

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

7 Registre datos.



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 en la plataforma.



Datos a registrar:

- **Coordenadas de los puntos de conteo:** tome las coordenadas del centro del punto de conteo. En el caso de los transectos, registre las coordenadas al principio y al final de este
- **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/transecto
- Indique si corresponde a una especie migratoria o residente
- 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, cangrejos, organismos del sedimento
- 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.
- Fotografía del individuo (en caso de obtenerla)

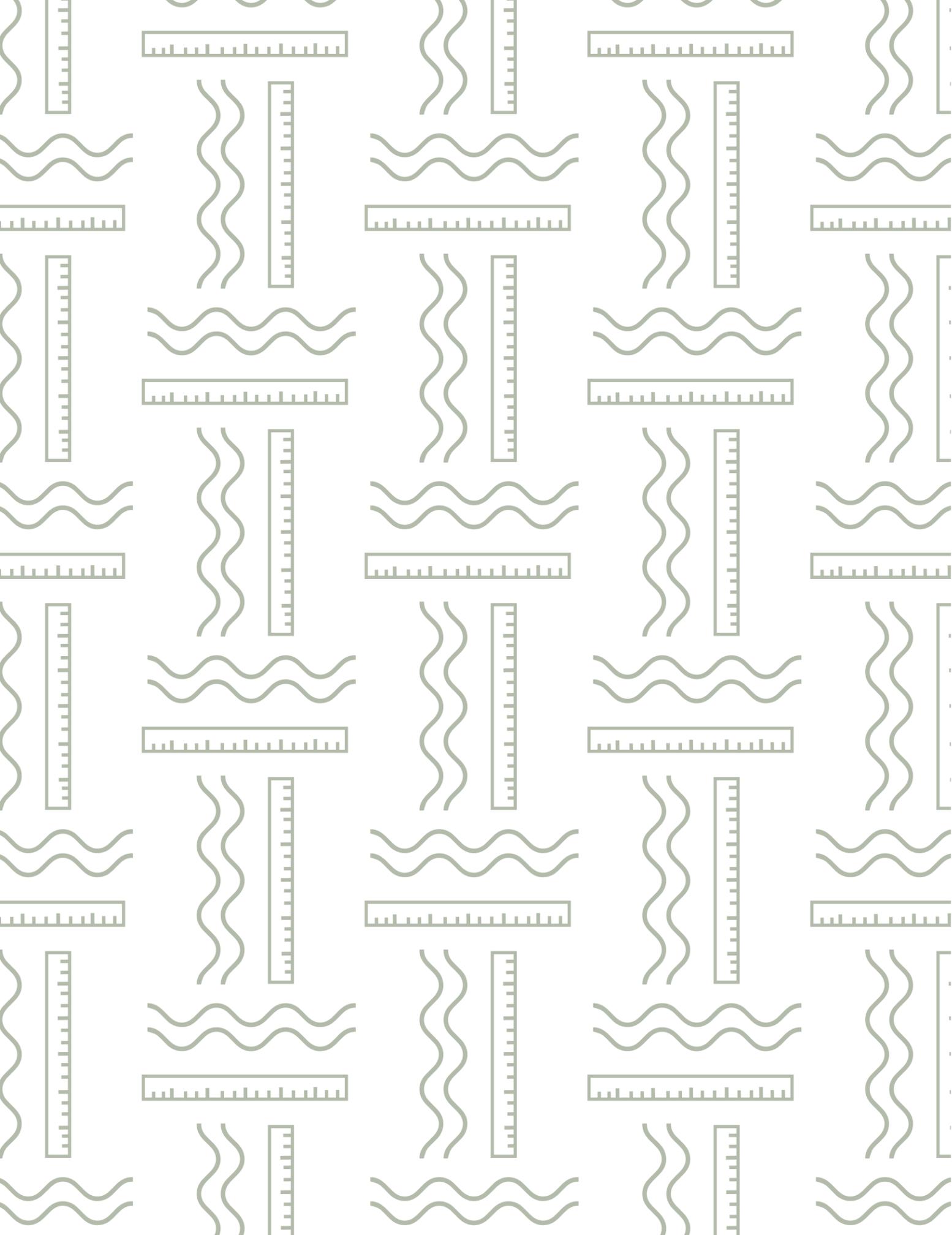
Basado en:

- Arizmendi, M. C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79, 997-1006. http://coroarizmendi.com.mx/uploads/9/6/7/4/96742330/arizmendi_2001.pdf
- Bart, J., Brown, S., Harrington, B. y Morrison, R. I. G. (2007). Population Trends of North American Shorebirds: Population declines or shifting distributions? *Journal of Avian Biology*, 38(1), 73-82. https://www.jstor.org/stable/30244778#metadata_info_tab_contents
- Brown, S. C., Hicky, C., Harrington, B. y Gill, R. (2001). *United States Shorebird Conservation Plan*. Segunda edición. <https://www.shorebirdplan.org/wp-content/uploads/2013/01/USShorebirdPlan2Ed.pdf>
- Chesser, R. T., Billerman, S. M., Burns, K. J., Cicero, C., Dunn, J. L., Hernández-Baños, B. E., Jiménez, R. A., Kratter, A. W., Mason, N. A., Rasmussen, P. C., Remsen, J. V., Stotz, D. F. y Winker, K. (2022). Check-list of North American Birds (online). *American Ornithological Society*. <https://checklist.aou.org/taxa>
- Gill, F. y Donsker, D. (2013). *ioc World Bird Names* (version 3.4). <http://www.worldbirdnames.org/>
- 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. DOI: [10.7550/rmb.41882](https://doi.org/10.7550/rmb.41882)
- Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (2019). Monitoreo de Aves Playeras. WHSRN. <https://whsrn.org/es/acerca-de-las-aves-playeras/monitoreo-de-aves-playeras/>
- 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. <https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (CEM). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 14

*Topografía de la playa

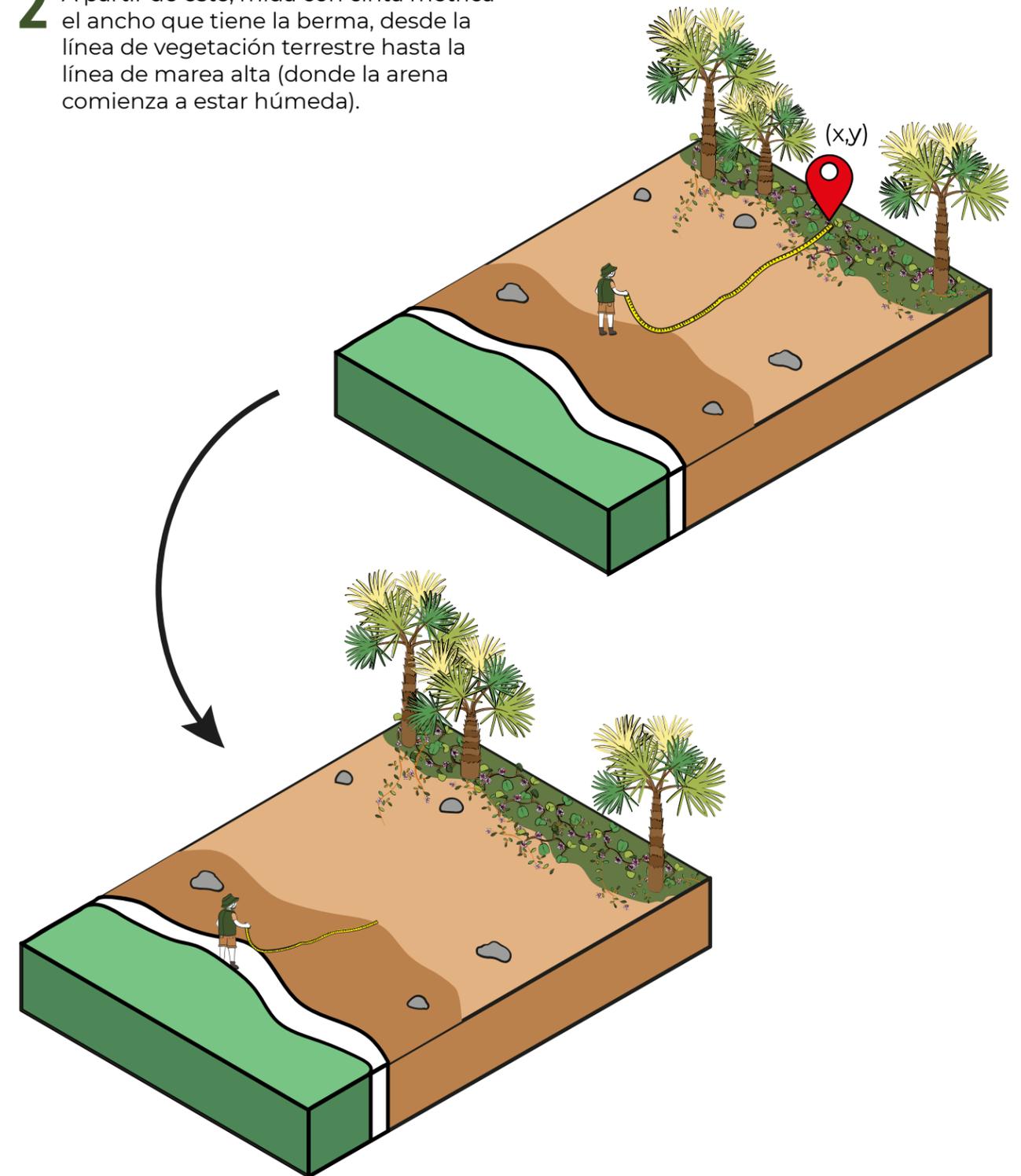




1 Registre las coordenadas del punto de partida dentro de la vegetación terrestre.

2 A partir de este, mida con cinta métrica el ancho que tiene la berma, desde la línea de vegetación terrestre hasta la línea de marea alta (donde la arena comienza a estar húmeda).

3 De igual modo mida el ancho de las zonas entre mareas desde la línea de marea alta hasta el nivel de marea baja.



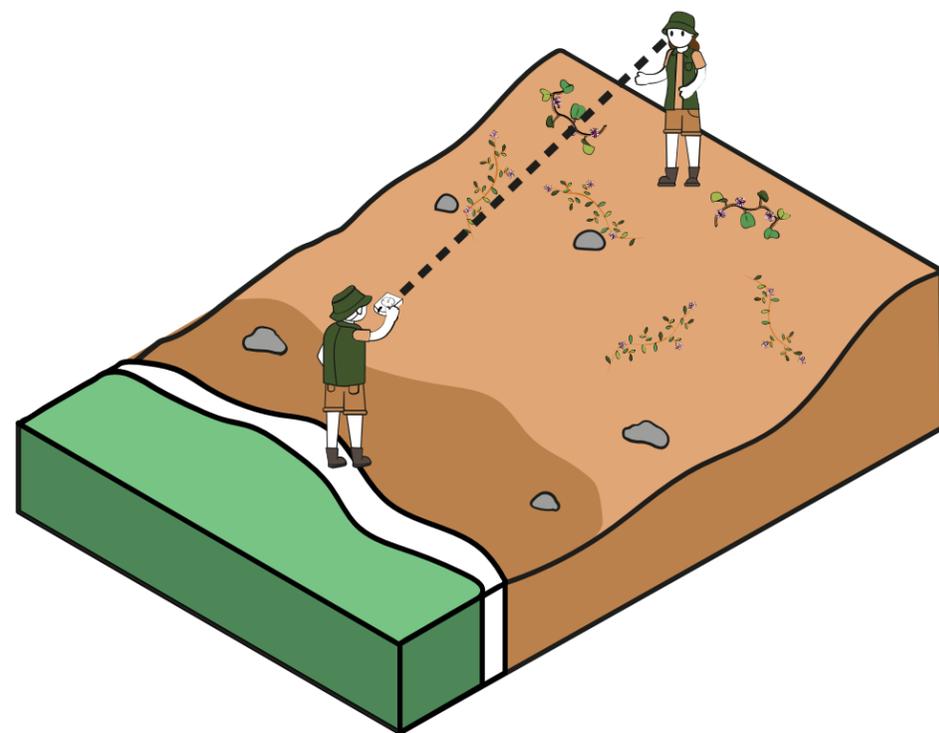
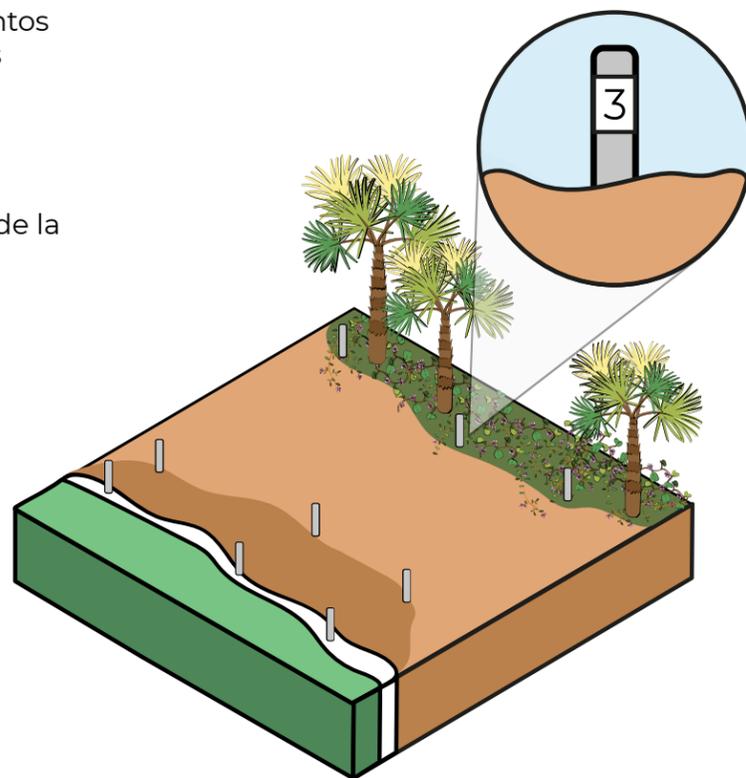
4 Esto se debe hacer en varios puntos fijos en la playa a monitorear, los cuales es mejor marcarlos con postes numerados.

5 Finalmente, mida la inclinación de la playa usando un clinómetro.

6 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio
- Ancho de la berma
- Ancho de la zona intermareal
- Inclinación de la playa
- Observaciones



Basado en:

- Defeo, O., Gomez, J. y Lercari, D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, 212, 159-170. <https://www.jstor.org/stable/24864183>
- Defeo, O., Lercari, D., de Álava, A., Gómez, J., Martínez, G., Celentano, E., Lozoya, J. P., Sauca, S., Carrizo, D. y Delgado, E. (2006). Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación. En Menafrá, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. y Conde, D. (eds), *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. *Vida Silvestre* (363-370). <https://cupdf.com/document/33-ecologia-de-playas-arenosas-de-la-costa-uruguaya-una-revision-de-25-anos.html?page=1>
- McArdle, S. B. y McLachlan, A. (1991). Dynamics of the swash zone and effluent line on sandy beaches. *Marine ecology progress series*. *Oldendorf*, 76(1), 91-99. <https://www.int-res.com/articles/meps/76/m076p091.pdf>
- McArdle, S. B. y McLachlan, A. (1992). Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. *Journal of coastal research*, 8(2), 398-407. <https://www.jstor.org/stable/4297985>
- Short, A. D. (1999). Wave-dominated beaches. *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*, 173-203. <http://113.160.249.209:8080/xmlui/handle/123456789/7038>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 15

***Erosión y acreción**



Marea alta

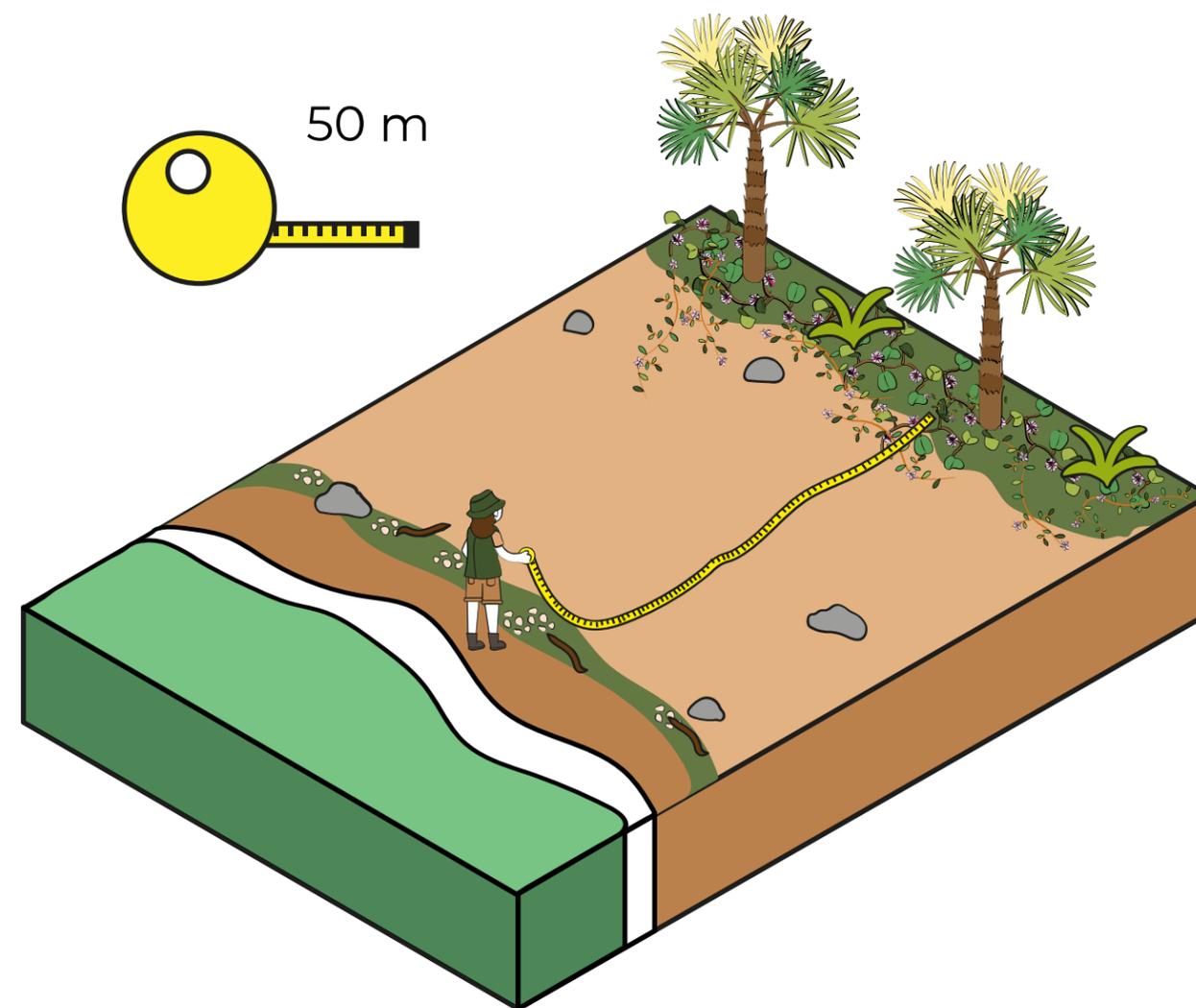
1 Utilizando como punto de referencia una palmera, un arbusto o un edificio, mida el tamaño de la playa con ayuda de una cinta métrica de 50 m.

2 Llegue hasta el punto de la pleamar, es decir, el punto más alto alcanzado por la ola. Este punto se reconoce porque generalmente queda marcado por una línea de residuos como algas, conchas, trozos de madera, o un color diferente por la arena mojada.

3 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio
- Tamaño de la playa
- Observaciones



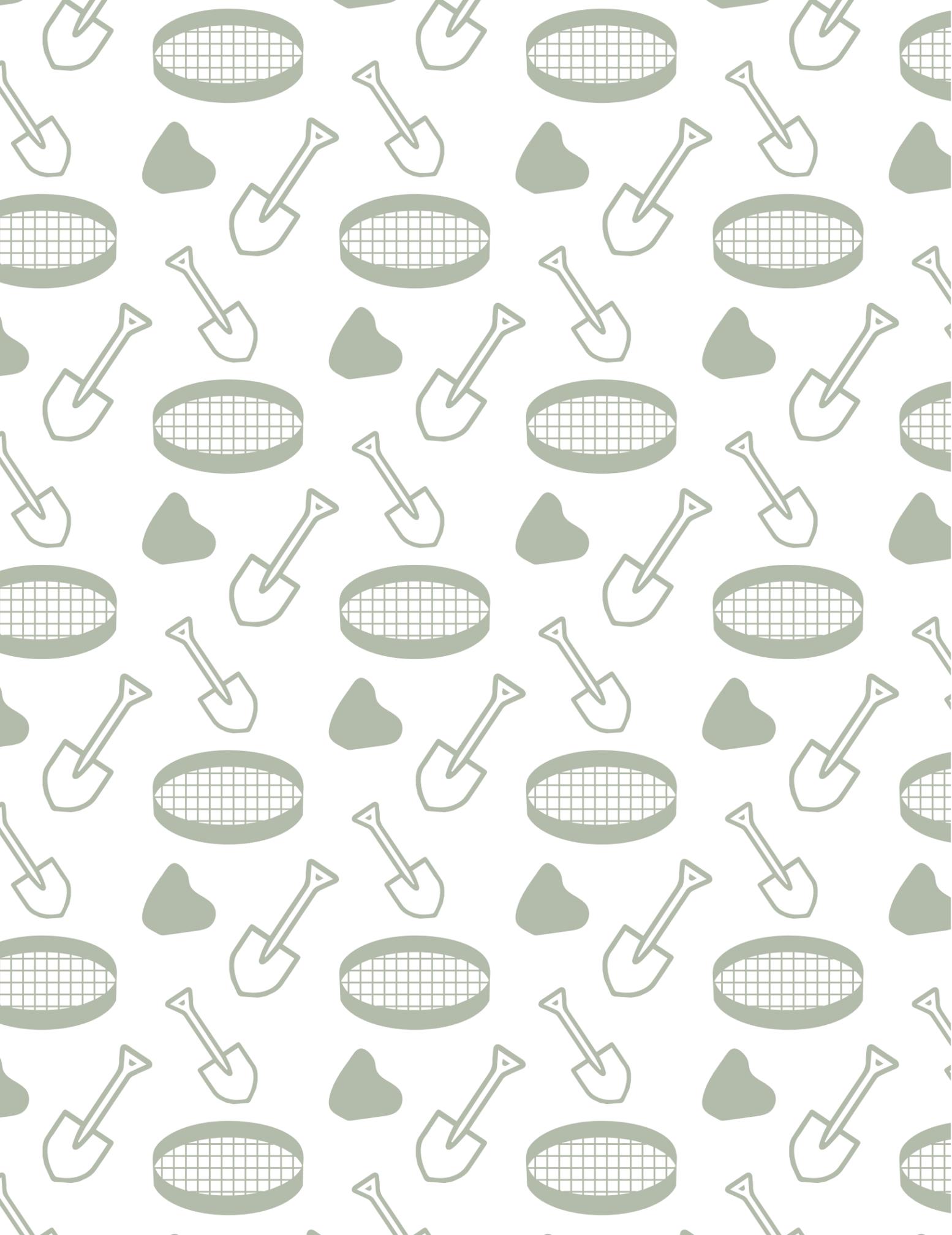
Basado en:

- Carranza-Edwards, A. (2010). Causas y consecuencias de la erosión de playas. En Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) *Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera* (36-50). Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/638/causas.pdf>
- Defeo, O., Lercari, D., de Álava, A., Gómez, J., Martínez, G., Celentano, E., Lozoya, J. P., Sauca, S., Carrizo, D. y Delgado, E. (2006). Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación. En Menafra, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. y Conde, D. (eds), *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre* (363-370). <https://cupdf.com/document/33-ecologia-de-playas-arenosas-de-la-costa-uruguaya-una-revision-de-25-anos.html?page=1>
- Defeo, O. y McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine ecology progress series*, 295, 1-20. doi: [10.3354/meps295001](https://doi.org/10.3354/meps295001)
- Fanini, L., Zampicinini, G. y Pafilis, E. (2014). Beach parties: a case study on recreational human use of the beach and its effects on mobile arthropod fauna. *Ethol. Ecol. Evol.* 26, 69-79. <https://doi.org/10.1080/03949370.2013.821674>
- Roig, F., Comas, E., Rodríguez, A., y Prieto, J. (2004). Tasas de erosión antrópica producida por los usuarios de las playas de Menorca. En G. Benito y Díez, A. (Eds), *Contribuciones Recientes sobre Geomorfología* (pp. 385-392). <https://docplayer.es/43040574-Contribuciones-recientes-sobre-geomorfologia.html>
- Roig-Munar, F. X. (2007). Microerosión inducida por los usuarios de las playas. El caso de Menorca (Islas Baleares). *Investigaciones Geográficas* (Esp), (43), 161-167. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17604309>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

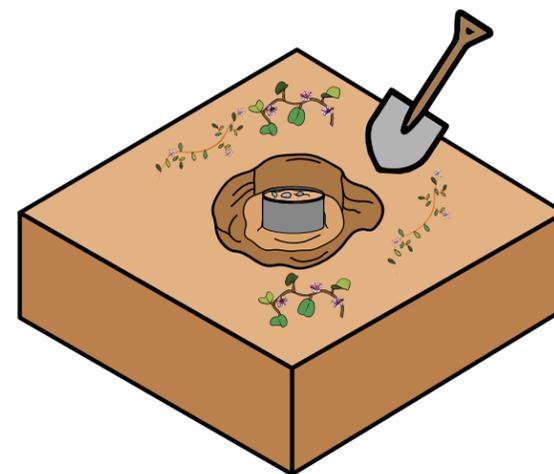
Indicador 16

Tipo de grano





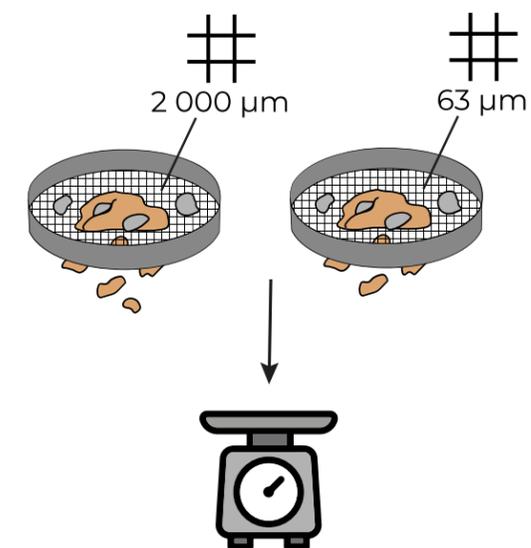
1 Tome muestras de arena de la playa ubicada en la zona de estudio para la zona de berma y la zona intermareal.



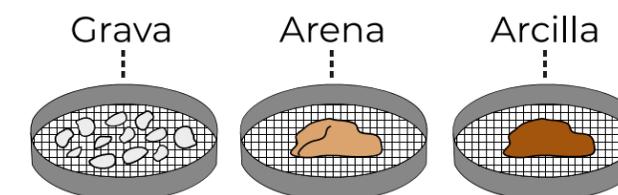
2 Déjela secar por completo y pese 100 g en la balanza.



3 Pase la muestra por un tamiz de 2 000 μm y por uno de 63 μm y pese en la balanza.



4 Registre la cantidad en gramos de un total de 100 g de arena seca que quedaron retenidos en cada tamiz y el fondo.



5 Registre datos.

Datos a registrar:

- Gramos en el tamiz de 2 000 μm (grava)
- Gramos en el tamiz de 63 μm (arena)
- Gramos en el fondo (limo y arcilla)
- Observaciones

Basado en:

- Defeo, O., Lercari, D., de Álava, A., Gómez, J., Martínez, G., Celentano, E., Lozoya, J. P., Sauca, S., Carrizo, D. y Delgado, E. (2006). Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación. En Menafra, R., Rodríguez-Gallego, L., Scarabino, F. y Conde, D. (eds), *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre* (363-370). <https://cupdf.com/document/33-ecologia-de-playas-arenosas-de-la-costa-uruguaya-una-revision-de-25-anos.html?page=1>
- Defeo, O., Gomez, J. y Lercari, D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, 212, 159-170. <https://www.jstor.org/stable/24864183>
- Defeo, O., Lercari, D. y Gomez, J. (2003). The role of morphodynamics in structuring sandy beach populations and communities: what should be expected?. *Journal of Coastal Research*, 352-362. <https://www.jstor.org/stable/pdf/40928782.pdf>
- Defeo, O. y McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine ecology progress series*, 295, 1-20. doi: 10.3354/meps295001
- McArdle, S. B. y McLachlan, A. (1991). Dynamics of the swash zone and effluent line on sandy beaches. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 76(1), 91-99. <https://www.int-res.com/articles/meps/76/m076p091.pdf>
- McArdle, S. B. y McLachlan, A. (1992). Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. *Journal of coastal research*, 8(2), 398-407. <https://www.jstor.org/stable/4297985>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>

Indicador 17

*Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas

Para la medición de este indicador se recomiendan dos métodos complementarios:

Bitácora

Mediante la organización y coordinación entre autoridades del ANP y los prestadores de servicios turísticos se acordará el llenado de una bitácora, en la cual se registre el número de turistas que entran a las áreas naturales.

Recorridos

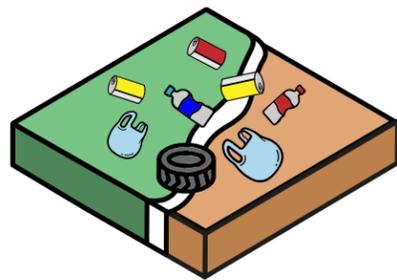
1 Recorra el área, observe y registre la información cada que detecte algún **impacto** en el ecosistema.

2 Registre datos.

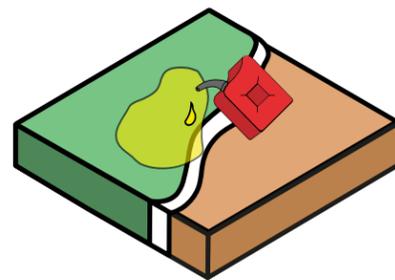
Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio
- **Tipo de impacto:** residuos sólidos (basura), residuos líquidos (derrames de alguna sustancia), daño en fauna (por ejemplo, pisoteo de macroinvertebrados), daño en la vegetación, fogatas, quema de basura, entre otros
- Grado de afectación (ver tabla 3)
- Observaciones

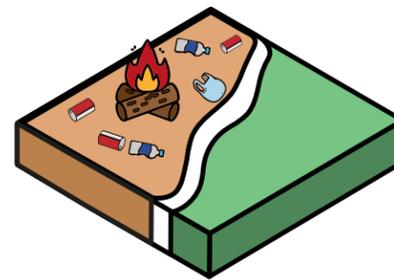




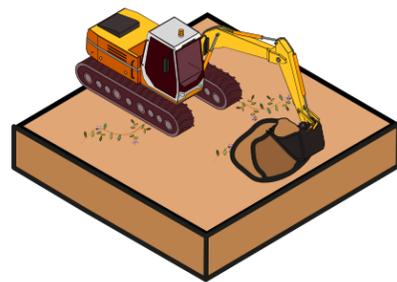
Residuos sólidos



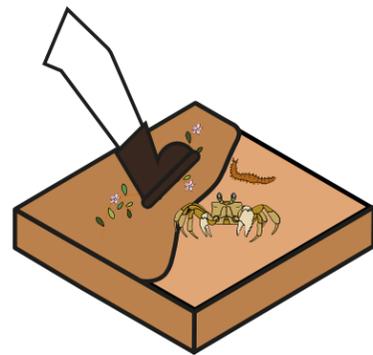
Residuos líquidos



Fogatas y quema de basura



Daño a la vegetación



Daño en la fauna

| | |
|----------------|---|
| No perceptible | Cuando aún estando presente, el daño no afecta la integridad del ecosistema |
| 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.

Basado en:

- Davenport, J. y Davenport, J. L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 67, 280-292. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.11.026>
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher, T. A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. y Scapini, F. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 81, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>
- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID-México) y Servicio Forestal de los Estados Unidos (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.* <https://www.fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/4.-Manual-de-Monitoreo-Vegetacion.pdf>
- Hylgaard, T. y Liddle, M. J. (1981). The effect of human trampling on a sand dune ecosystem dominated by *Empetrum nigrum*. *Journal of Applied Ecology* 18(2), 559-569. <https://doi.org/10.2307/2402417>
- Jaramillo, E., Contreras, H. y Quijon, P. (1996). Macroinfauna and human disturbance in a sandy beach of south-central Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 69, 655-663. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/4/Jaramillo_et_al_1996b.pdf
- Llewellyn, P. J. y Shackley, S. E. (1996). The effects of mechanical beachcleaning on invertebrate populations. *British Wildlife* 7, 147-155. <https://www.britishwildlife.com/article/volume-7-number-3-page-147-155>
- Secretaría de Turismo (2020). Compendio Estadístico del Turismo en México. DATATUR Análisis Integral del Turismo. <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/CompendioEstadistico.aspx>



Indicador 18
**Presencia de
infraestructura turística**



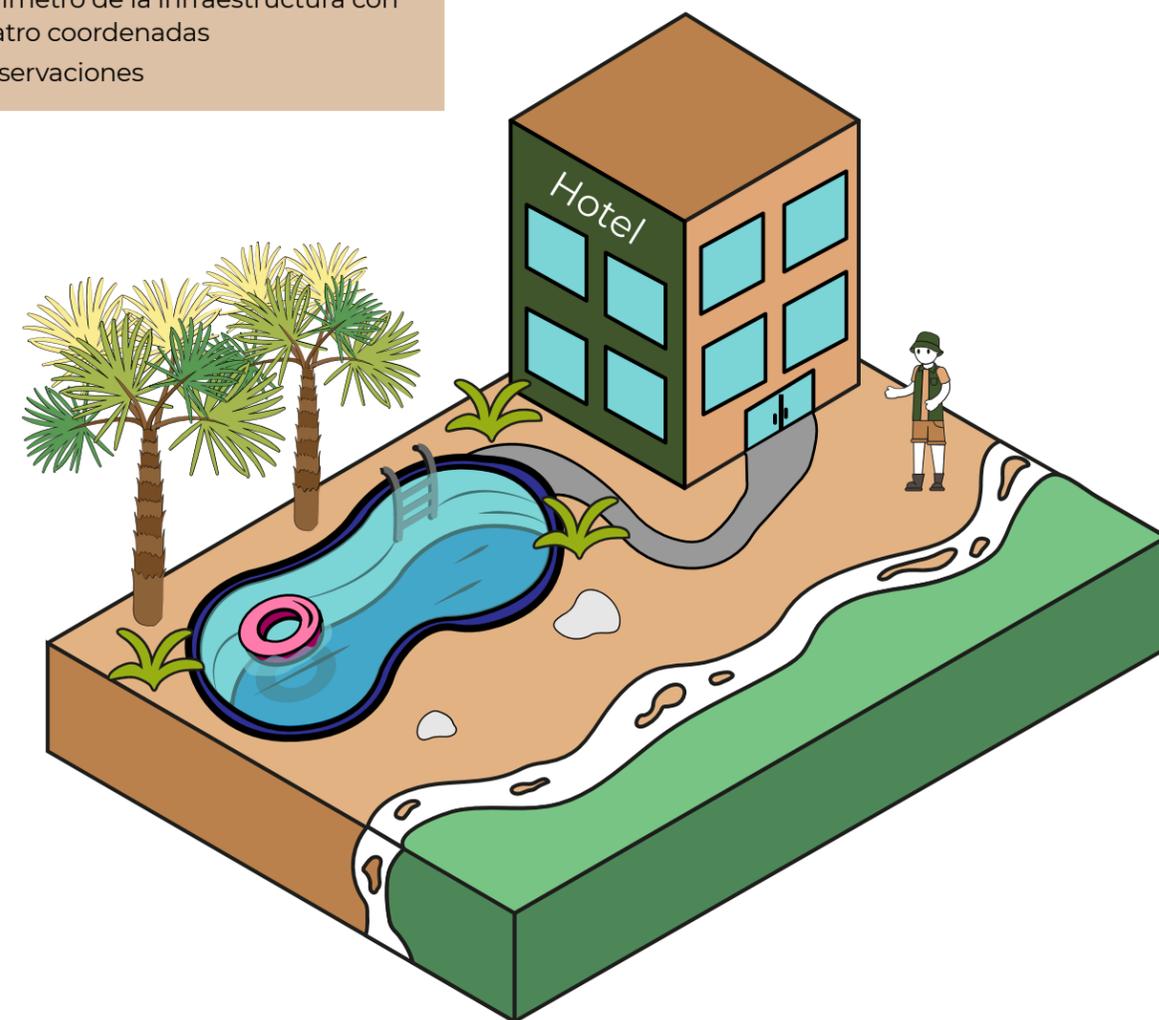
Este indicador puede ser medido a la par del Indicador 17 (Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas), ya que comparten la misma metodología. Si desea medir solo este indicador siga los siguientes pasos:

1 Recorra el área y observe.

2 Registre datos.

Datos a registrar:

- Coordenadas del sitio
- Tipo de infraestructura (hotel, palapas, restaurantes, contenedores de residuos, plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros)
- Por medio del GPS registre el perímetro de la infraestructura con cuatro coordenadas
- Observaciones



Basado en:

- Gómez-Sena, I. (2018). *Afectación del sistema playa-duna por el desarrollo urbano-turístico en las Bahías San Lucas y San José del Cabo, Baja California Sur* [tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas]. Repositorio digital Instituto Politécnico Nacional <https://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/26217>
- Guido Aldana, P., Ramírez Camperos, A., Godínez Orta, L., Cruz León, S., y Juárez León, A. (2009). Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. *Avances en Recursos Hidráulicos*, 20, 41-55. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=145012818007>
- Navarro Lozano, J. O., Nava Sánchez, E., Troyo Dieguez, E., y Cadena Zamudio, J. L. (2012). Tasas de erosión e índices geomorfológicos en tres cuencas costeras al sur de la península de Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 229-241. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222012000200008
- Reyes-Ortiz, J. (2014). *Estructura comunitaria de la vegetación litoral del municipio de Tuxpan, Veracruz* [tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias], Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/pozarica/mmemc/files/2014/12/Reyes-Ortiz-Jose-Luis.pdf>

Indicador 19

*Cantidad de basura en la playa



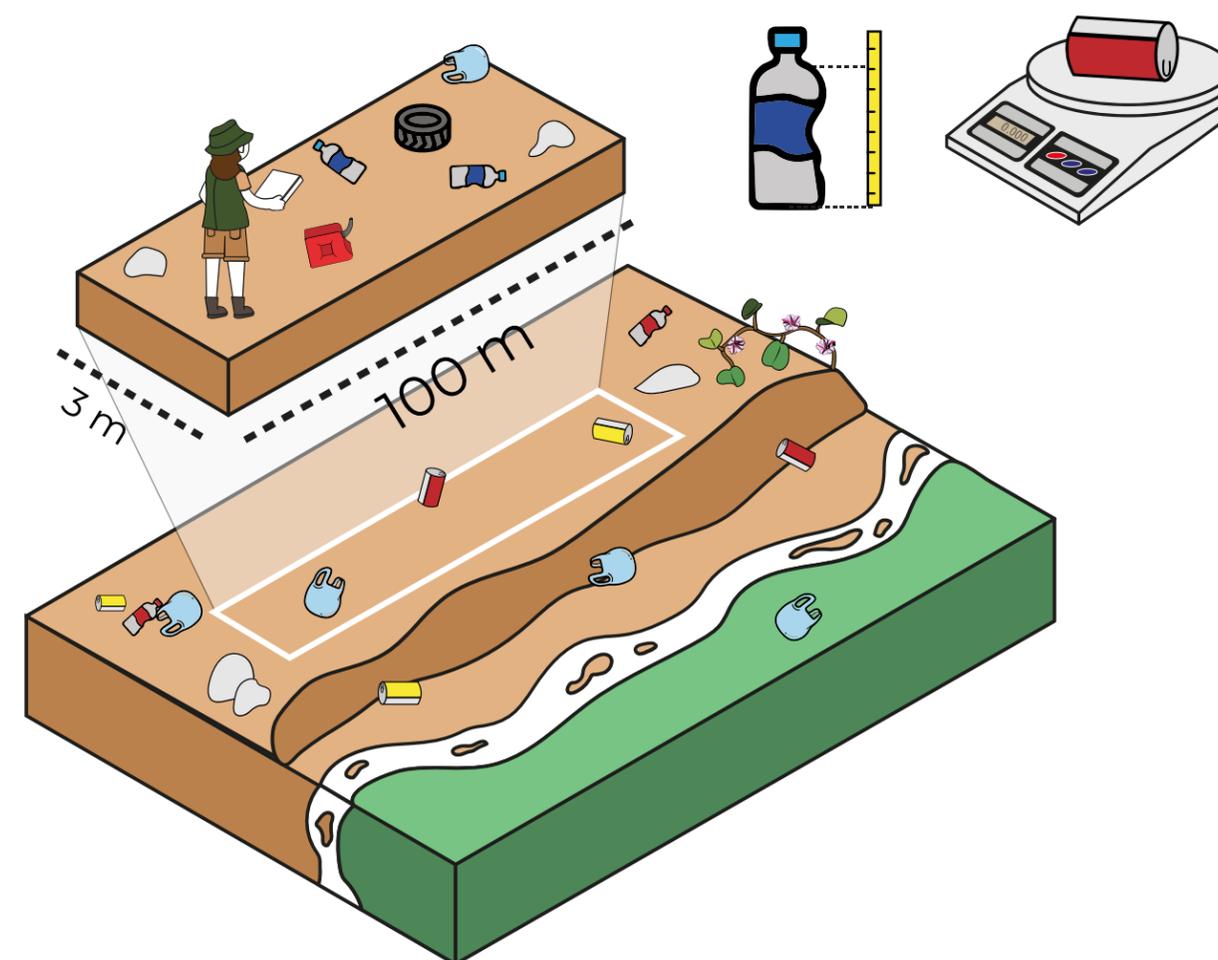


Este indicador puede ser medido en conjunto con los Indicadores 17 y 18 (Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas y Presencia de infraestructura turística), ya que la metodología es similar.

Para la medición de este indicador se recomiendan tres métodos.

Recorridos

- 1** Recoja la basura que se encuentre en un transecto de 100 m de longitud por 3 m de ancho paralela al mar, sobre la berma.
- 2** Separe, cuente, mida o pese cada pieza recolectada, salvo estructuras de metal, piezas de madera mayores de 1 m² y desechos sanitarios (que se anotan como presentes).



3 Clasifique la basura en cinco grupos generales: vidrios, metales, plásticos, materiales celulósicos y otros (depósitos de sargazo, residuos orgánicos, entre otros).

4 Los resultados se expresan como porcentaje de unidades/100 m.

5 Registre datos.



Datos a registrar:

- Coordenadas de la playa
- Tipo de basura
- Identifique el país de procedencia de cada pieza recolectada a partir de información que contenga como el código de barras, nombre del fabricante, dirección o logo
- Si la pieza proviene de alguna empresa de crucero o embarcación, apunte para una posible denuncia
- Criterio sobre la percepción del grado de contaminación de la playa, empleando una escala de (1) limpia, (2) moderadamente sucia (se entiende como moderadamente limpia), (3) sucia, (4) muy sucia a criterio del tomador de datos; que se le asigna como categoría a la playa
- Observaciones

Basado en:

- Ballance, A., Ryan, P. G. y Turpie, J. K. (2000). How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Science*, 96, 210–213. https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00382353_8975
- Cho, D. O. (2009). The incentive program for fishermen to collect marine debris in Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 58(3), 415–417. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.10.004>
- Derraik, J. G. B. (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Laist, D. W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. En Coe, J. M. y Rogers, D. B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions* (pp. 99–140). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-8486-1_10
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas*. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-PlayaArenosas.pdf>
- Williams, A. T., Rangel-Buitrago, N. G., Anfuso, G., Cervantes, O., y Botero, C. M. (2016). Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian north Caribbean coast. *Tourism Management*, 55, 209-224. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.02.008>

Protocolo SANDWATCH

Otra forma de medir la basura es de la línea de marea alta a la de marea baja, siguiendo el protocolo SANDWATCH <https://www.youtube.com/user/sandwatchvideosESP> Se mide trimestralmente en las playas accesibles.

Distintivo Blue Flag

Por otra parte, para las playas con distintivo *Blue Flag* (el cual se entrega a aquellos destinos costeros que han alcanzado la “excelencia” en la gestión y manejo ambiental, seguridad y servicios, aplicación de actividades de educación ambiental y calidad de agua), revisar si estas playas están cumpliendo con los criterios establecidos para poder tener el distintivo, sobre todo haciendo énfasis en el mantenimiento de las playas limpias, que se hagan estudios de la calidad del agua y el cumplimiento del control de las actividades por parte de los turistas (para ver los criterios de *Blue flag* México use la siguiente liga: <http://blueflagmexico.org/>).



Indicador 20
**Florecimiento
de macroalgas**



Este indicador puede ser medido en conjunto con los Indicadores 17, 18, y 19 (Número de impactos generados en las ANP por actividades turísticas, Presencia de infraestructura y Cantidad de basura en la playa), ya que la metodología es similar. Si solo desea medir este indicador siga los siguientes pasos:

1 Recorra el área y observe.

2 Detecte la presencia de macroalgas.

3 Registre datos.

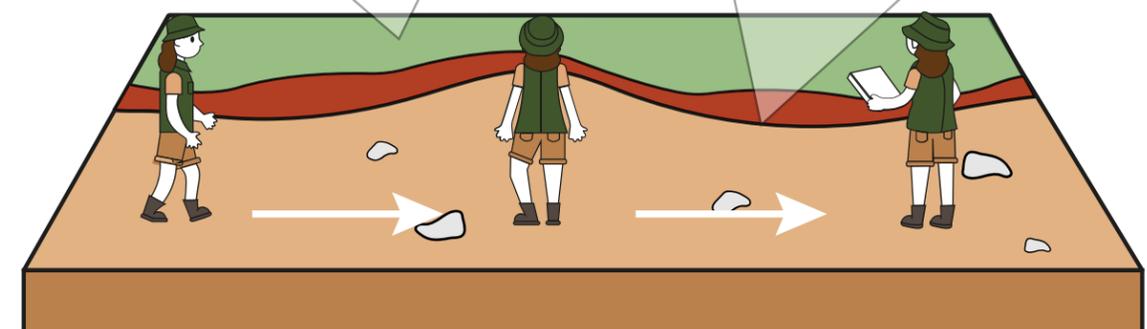
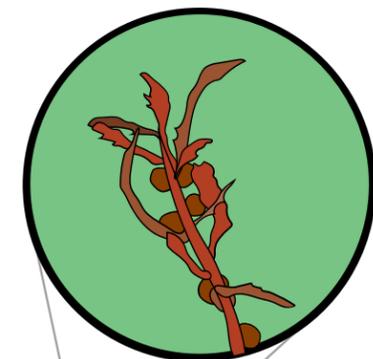
Datos a registrar:

- Coordenadas de los puntos en los que se encuentren florecimientos de macroalgas
- Nombre científico o nombre común de la macroalga presente
- Severidad de la presencia de macroalgas: poco, moderado, abundante o excesivo
- Si se está realizando algún tipo de manejo (colecta manual, dragado, uso de maquinaria, entre otras)
- En caso de conocer el dato, mencione la extensión que ocupan las macroalgas en la playa que recorre
- Observaciones

Macrocystis pyrifera



Sargassum fluitans



Basado en:

- Acosta-Calderón, J. A., Mateo-Cid, L. E. y Mendoza-González, Á. C. (2016). An updated list of marine green algae (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*) from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an. *Check List*, 12(3), 1886. <https://doi.org/10.15560/12.3.1886>
- Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B., y Jordán-Dahlgren, E. (2016). Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe mexicano (2014–2015). En García-Mendoza, E., Quijano-Scheggia, S. I., Olivos-Ortiz, A. y Núñez-Vázquez, E. J. (eds.). *Florecimientos Algales Nocivos en México* (pp. 352-365). https://www.moceyaxcuxtal.org.mx/wp-content/uploads/2019/02/2016_Rodri%CC%81guez-Marti%CC%81nez-et-al_RedFan_-Afluencia-Sargazo-al-Caribe-Mex.pdf
- United States Environmental Protection Agency (US-EPA). (2013). Impacts of Climate Change on the Occurrence of Harmful Algal Blooms. *Office of Water* <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/climatehabs.pdf>

Hojas de registro para el monitoreo de indicadores de los ecosistemas playas y dunas costeras



Recomendaciones

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

- 1** 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.
- 2** 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.
- 3** En caso de no poder identificar a los organismos, tomar la mayor cantidad de fotos para una identificación posterior.
- 4** No coleccionar a menos que sea extremadamente necesario.
- 5** 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%20SEMARNAT-08-049-A-B%20y%20C%20editable.pdf>
- 6** 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.
- 7** Por seguridad de los organismos y de las personas que realicen el monitoreo, es importante que se cuenten con guantes para la manipulación de organismos, así como con la desinfección del material utilizado para la toma de medidas morfométricas de animales.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de las personas que contribuyeron al enriquecimiento y elaboración del protocolo de playas y dunas costeras:

- Amantina Lavalle
- Carlos Domínguez Rodríguez
- Catalina Martínez Silva
- Denisse Ángeles Solís
- Eduardo Chaires Montecinos
- Eduardo Soto Montoya
- Elva Ivonne Bustamante Moreno
- Gabriela Eugenia Chalé Catzin
- Ignacio J. March Mifsut
- Jorge Brambila Navarrete
- Lidia Granados Bárcenas
- Maira Abigail Ortíz Cordero
- Norma Angelica Figueroa Soltero
- Víctor Hugo Vázquez Morán
- Wilberto Antele Sangabriel

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.**

