



**PROTOCOLO PARA LA CARACTERIZACIÓN Y  
SELECCIÓN DE SITIOS PARA EL BUCEO RECREATIVO  
EN EL PARQUE NACIONAL REVILLAGIGEDO, MÉXICO**

Adaptación y resultados de la primera aplicación



**Medio Ambiente**  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



**CONANP**  
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS  
NATURALES PROTEGIDAS



**PARQUE NACIONAL  
Revillagigedo**

**Liderado por:**

La producción de este informe es un esfuerzo liderado por la dirección del Parque Nacional Revillagigedo (PNR) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México.

**Elaboración técnica:** MSc. Marta Cambra Agustí, bióloga marina y consultora ambiental.

**Asesoría técnica:** Carlos Paul Vargas, CONANP.

**Trabajo de campo:** Osvaldo Hernández, Nathaniel Rivera, Carlos Paul Vargas, Enrique López, Celina Amden, Marco Antonio Serrano, Adrián Pila, Diego Erralde, Paul Preciado, Alberto Rocha, Armando Abreu, Marta Cambra.

**Diseño de mapas:** Enrique López.

**Fotografía de portada:** Erick Higuera

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente

**Citar como:**

Parque Nacional Revillagigedo. Protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo. Adaptación y resultados de la primera aplicación. México, 2024.

**Agradecimientos:**

El proceso de adaptación y aplicación del protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo fue llevado a cabo mediante el apoyo técnico de la bióloga marina *Marta Cambra Agustí* y mediante la colaboración de los y las participantes de la expedición donde se aplicó por primera vez el protocolo en el PNR. El proceso se pudo llevar a cabo gracias al apoyo financiero de Beta Diversidad, y al apoyo de las empresas propietarias de las embarcaciones que operan con mayor frecuencia en el Parque Nacional Revillagigedo: Nautilus México, Quino El Guardián, Sun Rider, El Quetzal, Rocío del Mar y Solmar V.

## Contenido

Resumen ejecutivo	12
Resumen visual	13
Presentación	14
<b>SECCIÓN 1. Diagnóstico del buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo</b>	16
1.1. El Parque Nacional Revillagigedo como destino para el buceo recreativo	16
1.2. Sitios de buceo, intensidad de uso y regulaciones	20
1.3. Necesidades de manejo del buceo recreativo en el PNR	24
<b>SECCIÓN 2. Adaptación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo: criterios e indicadores</b>	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Objetivos	28
2.3. Metodología general y principios	28
2.4. Adaptación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo	30
2.5. Criterios e indicadores evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo	30
2.5.1. Criterio Seguridad	31
2.5.2. Criterio Atractivo	38
2.5.3. Criterio Resiliencia	47
2.6. Metodología para la aplicación del protocolo	53
2.6.1. Distribución de los indicadores entre los observadores	53
2.6.2. Pasos y recomendaciones metodológicas	56
2.6.3. Equipo de monitoreo necesario para aplicar el protocolo	57
2.7. Metodología para el análisis e interpretación de los resultados	58
2.7.1. Análisis de los resultados	58
2.7.2. Interpretación de los resultados	59
<b>SECCIÓN 3. Aplicación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo: actividades y resultados obtenidos</b>	63
3.1. Actividades, cronograma y sitios visitados	63
3.2. Análisis e interpretación de resultados	66
3.2.1. Potencial de los sitios evaluados para el buceo recreativo	66
3.2.2. Resultados y discusión de los criterios e indicadores evaluados	68
3.2.3. Caracterización de los sitios evaluados	75
▪ Old Man of the Rock	75
▪ Punta Ortolán	80
▪ Zoológico	86
▪ Tres Hermanos	92

▪ Bajo Grayson _____	97
▪ Cabo Henslow _____	102
▪ Bahía Cornwallis _____	107
▪ Extensión Old Man _____	113
▪ Acuario _____	117
▪ Bahía Universidad _____	122
▪ El Barquito _____	127
▪ Dedos de Lava _____	132
<b>SECCIÓN 4. Conclusiones y recomendaciones</b>	
4.1. Conclusiones _____	138
4.2. Recomendaciones para el manejo del buceo recreativo en el PNR _____	139
4.3. Recomendaciones para una segunda evaluación de sitios _____	142
<b>REFERENCIAS</b> _____	144
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Encuestas realizadas a guías de buceo del Parque Nacional Revillagigedo _____	148
Anexo 2. Especies emblemáticas y otras especies de interés en el Parque Nacional Revillagigedo _____	150
Anexo 3. Descripción y ejemplos de las categorías morfológicas utilizadas para evaluar los Indicadores 2.7 y 3.3 _____	152
Anexo 4. Ejemplo práctico para evaluar el Indicador 2.7 'Diversidad de cobertura' _____	153
Anexo 5. Tablas utilizadas en el campo para el registro de los indicadores _____	154
Anexo 6. Participantes de la expedición _____	158
Anexo 7. Riqueza de peces óseos registrada _____	159
Anexo 8. Riqueza y abundancia de especies emblemáticas, de otras especies de interés y de cardúmenes de peces óseos _____	161
Anexo 9. Resultados de la evaluación de la diversidad de cobertura del sustrato _____	163
Anexo 10. Tablas resumen de la diversidad de cobertura (Indicador 2.7 del criterio Atractivo) y de la densidad de organismos sésiles frágiles (Indicador 3.3 del criterio Resiliencia) _____	166
<b>GALERÍA DE IMÁGENES</b> _____	167

## Cuadros

**Cuadro 1.** Tarifas de ingreso al PNR con brazaletes o pasaporte

**Cuadro 2.** Empresas con permisos de ingreso y operación de buceo en el PNR, sus embarcaciones correspondientes y la frecuencia con la que operan actualmente.

**Cuadro 3.** Capacidad de carga por sitio establecida en el Programa de Manejo del Parque Nacional Revillagigedo.

**Cuadro 4.** Estudios que demuestran los factores causantes de los efectos negativos del buceo recreativo (sin uso de carnada) sobre tiburones y rayas a nivel global.

**Cuadro 5.** Lista de indicadores y su escala de valores respectiva para medir el criterio 'Seguridad' en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Cuadro 6.** Lista de indicadores con su escala de valores para medir el criterio 'Atractivo' en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Cuadro 7.** Grupos y categorías morfológicas adaptadas al PNR utilizadas para evaluar el indicador de cobertura del sustrato.

**Cuadro 8.** Lista de indicadores con su escala de valores para medir el criterio 'Resiliencia' en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Cuadro 9.** Propuesta de repartición de indicadores entre 5 observadores para la aplicación del protocolo de caracterización y evaluación de sitios de buceo en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Cuadro 10.** Ejemplo para el análisis de los resultados del criterio 'Seguridad' con 7 indicadores.

**Cuadro 11.** Actividades programadas para cada grupo durante los días de monitoreo.

**Cuadro 12.** Sitios evaluados por día, sus coordenadas en grados decimales y cantidad de visitas recibidas en total y por cada uno de los grupos en los que se repartieron los participantes.

**Cuadro 13.** Puntos y valoraciones obtenidas por criterio y sitio, a partir de las cuales se evalúa su potencial para el buceo recreativo y si se debiera o no visitar en una segunda evaluación. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación obtenida en el criterio 'Atractivo'.

**Cuadro 14.** Valores obtenidos para los 9 indicadores del criterio 'Atractivo' por buceo y sitio evaluado, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

**Cuadro 15.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Atractivo

**Cuadro 16.** Valores de los 7 indicadores del criterio 'Seguridad' por buceo y sitio evaluado, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

**Cuadro 17.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Seguridad

**Cuadro 18.** Valores de los 7 indicadores del criterio 'Resiliencia' por buceo y sitio, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

**Cuadro 19.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Resiliencia

**Cuadro 20.** Evaluación del criterio Atractivo en Old Man of the Rock, sitio ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 21.** Evaluación del criterio Seguridad en Old Man of the Rock, sitio ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 22.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Old Man of the Rock', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 23.** Datos generales registrados por buceo en 'Punta Ortolán', ubicado en Isla San Benedicto.

**Cuadro 24.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'Punta Ortolán', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 25.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'Punta Ortolán', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 26.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Punta Ortolán', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 27.** Datos generales registrados por buceo en 'El Zoológico', ubicado en San Benedicto.

**Cuadro 28.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'El Zoológico', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 29.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'El Zoológico', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 30.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'El Zoológico', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 31.** Datos generales registrados por buceo en 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto.

**Cuadro 32.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 33.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 34.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 35.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Bajo Grayson', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 36.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Bajo Grayson', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 37.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Bajo Grayson', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 38.** Datos generales registrados por buceo en 'Cabo Henslow', ubicado en Socorro

**Cuadro 39.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 40.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 41.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 42.** Datos generales registrados por buceo en 'Bahía Cornwallis', ubicado en Socorro.

**Cuadro 43.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Bahía Cornwallis', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 44.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Bahía Cornwallis', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 45.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Bahía Cornwallis', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 46.** Datos generales registrados por buceo en 'Extensión Old Man', ubicado en Socorro.

**Cuadro 47.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Extensión Old Man', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 48.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Extensión Old Man', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 49.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Extensión Old Man', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 50.** Datos generales registrados por buceo en 'El Acuario', ubicado en Socorro.

**Cuadro 51.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 52.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 53.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 54.** Datos generales registrados por buceo en 'Bahía Universidad', ubicado en Socorro

**Cuadro 55.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Bahía Universidad', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 56.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Bahía Universidad', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 57.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Bahía Universidad', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 58.** Datos generales registrados por buceo en 'El Barquito', ubicado en Socorro.

**Cuadro 59.** Evaluación del criterio Atractivo en el sitio 'El Barquito', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 60.** Evaluación del criterio Seguridad en el sitio 'El Barquito', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 61.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'El Barquito', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida

**Cuadro 62.** Datos generales registrados por buceo en 'Dedos de Lava', ubicado en San Benedicto.

**Cuadro 63.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 64.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

**Cuadro 65.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

## Figuras

**Figura 1.** Zonificación de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo (CONANP 2004)

**Figura 2.** Zonificación del actual Parque Nacional Revillagigedo. Adaptado de CONANP 2019.

**Figura 3.** Número de visitantes anuales en el PNR que realizan buceo recreativo y la derrama económica derivada de dicha actividad por año. Fuente de los datos propia de la CONANP.

**Figura 4.** Sitios de buceo conocidos en Isla San Benedicto e Isla Socorro. En rojo se marcan los sitios más utilizados y en amarillo los que reciben una menor cantidad de visitas.

**Figura 5.** Número de buzos por sitio de buceo entre los años 2017 y 2023 por parte de la empresa Nautilus Explorer en el Parque Nacional Revillagigedo. Los colores indican la isla o islote en que se encuentran los sitios: Roca Partida (anaranjado), San Benedicto (verde) y Socorro (amarillo).

**Figura 6.** Diseño ilustrativo sobre el derivador para medir corrientes superficiales (izquierda) e imagen del derivador construido manualmente para la aplicación del protocolo al PNR (derecha).

**Figura 7.** Mapas de las islas Socorro y San Benedicto indicando las zonas de exposición alta y baja establecidas en cada caso para evaluar el Indicador 1.6 (Grado de exposición)

**Figura 8.** Representación visual de la toma de datos sobre la diversidad de cobertura del sustrato. Las flechas representan las paradas a realizar en intervalos de 5 minutos.

**Figura 9.** Dos observadores realizando la prueba de visibilidad mediante el disco Secchi horizontal en el PNR. Crédito: Marta Cambra.

**Figura 10.** Tablas acrílicas para la toma de datos con papel contra agua y cintas métrica.

**Figura 11.** Diagrama representativo sobre los pasos a seguir para interpretar el potencial de los sitios para el buceo recreativo según las valoraciones obtenidas en los criterios de 'Atractivo', 'Seguridad' y 'Resiliencia'.

**Figura 12.** Participantes de la primera aplicación del protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo.

**Figura 13.** Mapa de la Isla San Benedicto con la ubicación de los sitios evaluados organizados numéricamente por orden de visita.

**Figura 14.** Mapa de la Isla Socorro con la ubicación de los sitios evaluados organizados numéricamente por orden de visita.

**Figura 15.** Ubicación del sitio de buceo 'Old Man of the Rock' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 16.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Old Man of the Rock' en isla Socorro. Las flechas señalan las referencias utilizadas hacia el lado derecho de la isla (imagen superior) y hacia el lado izquierdo (imagen inferior). Créditos: Marta Cambra.

**Figura 17.** Mapa representativo del sitio 'Old Man of the Rock' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 18.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Old Man of the Rock' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si se recomienda someter este sitio a una segunda evaluación.

**Figura 19.** Ubicación del sitio 'Punta Ortolán' en Isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final donde terminaron los buceos de evaluación realizados (B1 y B2).

**Figura 20.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio de 'Punta Ortolán' en San Benedicto. La flecha señala la pared fina de lajas usada como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 21.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Punta Ortolán' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 22.** Ubicación del sitio de buceo 'El Zoológico' en San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final donde terminaron los tres buceos de evaluación realizados (B1, B2 y B3).

**Figura 23.** Referencias visuales para ubicar el sitio de buceo 'El Zoológico' en Isla San Benedicto. En la primera imagen se señala El Boiler hacia el oeste señalado en el buceo 1. En la segunda imagen se señalan las 4 cuevas de referencia señaladas en el buceo 2. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 25.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'El Zoológico' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 26.** Ubicación del sitio de buceo 'Tres Hermanos' en isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 27.** Referencias visuales para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Tres Hermanos' en Isla San Benedicto. La flecha indica el arco que se utilizó como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 28.** Mapa representativo del sitio 'Tres Hermanos' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 29.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Tres Hermanos' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 30.** Ubicación del sitio de buceo 'Bajo Grayson' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 31.** Referencias visuales (indicadas con la flecha) utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Bajo Grayson' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 32.** Mapa representativo del sitio 'Bajo Grayson' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 33.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Bajo Grayson' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 34.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como 'Cabo Henslow' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 35.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Cabo Henslow' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 36.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Cabo Henslow' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 37.** Ubicación del sitio de buceo 'Bahía Cornwallis' en Isla Socorro. Se indica en rojo el punto de inicio y en verde el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 38.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Bahía Cornwallis' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 39.** Mapa representativo del sitio 'Bahía Cornwallis' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por el grupo 2 se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 40.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Bahía Cornwallis' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 41.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como 'Extensión Old Man' en Isla Socorro. Se indica en rojo el punto de inicio y en verde el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 42.** Referencias visuales (indicadas con la flecha y la línea discontinua) utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Extensión Old Man' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 43.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Extensión Old Man' según las valoraciones por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 44.** Ubicación del sitio de buceo 'El Acuario' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 45.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'El Acuario' en Socorro. La flecha señala la pared fina usada como referencia. Créditos: Marta Cambra

**Figura 46.** Mapa representativo del sitio 'El Acuario' visto desde un plano superior y angular. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 47.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'El Acuario' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 48.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como 'Bahía Universidad' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 49.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Bahía Universidad' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 50.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Bahía Universidad' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 51.** Ubicación del sitio de buceo 'El Barquito' en Isla Socorro. Se indica en rojo el punto de inicio y en verde el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Figura 52.** Referencias visuales utilizadas por el grupo 2 para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'El Barquito' en Isla Socorro. La flecha señala la pared fina usada como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 53.** Mapa representativo del sitio 'El Barquito' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por el grupo 2 se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 54.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'El Barquito' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Figura 55.** Ubicación del sitio de buceo 'Dedos de lava' en isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los dos buceos de evaluación realizados (B1 y B2).

**Figura 56.** Referencias visuales para ubicar el punto de inicio de 'Dedos de lava' en San Benedicto. La flecha indica la formación rocosa que se utilizó como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Figura 57.** Mapa representativo del sitio 'Dedos de lava' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Figura 58.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Dedos de lava' según las valoraciones por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

## Resumen ejecutivo

El Parque Nacional Revillagigedo (PNR) es un sitio reconocido a nivel mundial por su abundante fauna marina y por la posibilidad de interactuar con megafauna pelágica. Actualmente, no existen regulaciones en cuanto a la selección de sitios en los que se desarrollan las actividades de buceo recreativo, provocando una sobrecarga de visitantes en aquellos sitios de buceo donde existen mayores probabilidades de interactuar con tiburones, manta rayas y delfines. A raíz de esta problemática, la dirección del PNR, con el apoyo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), promovió la búsqueda de fondos y de colaboradores para desarrollar un proyecto que tuviera como objetivo identificar y caracterizar nuevos sitios de buceo y así reducir la intensidad de uso de los sitios de mayor visitación actual. A raíz de esos esfuerzos se adaptó el Protocolo para la Caracterización y Selección de Sitios para el Buceo Recreativo a las condiciones y necesidades del PNR y se realizó su primera aplicación en diciembre del 2023.

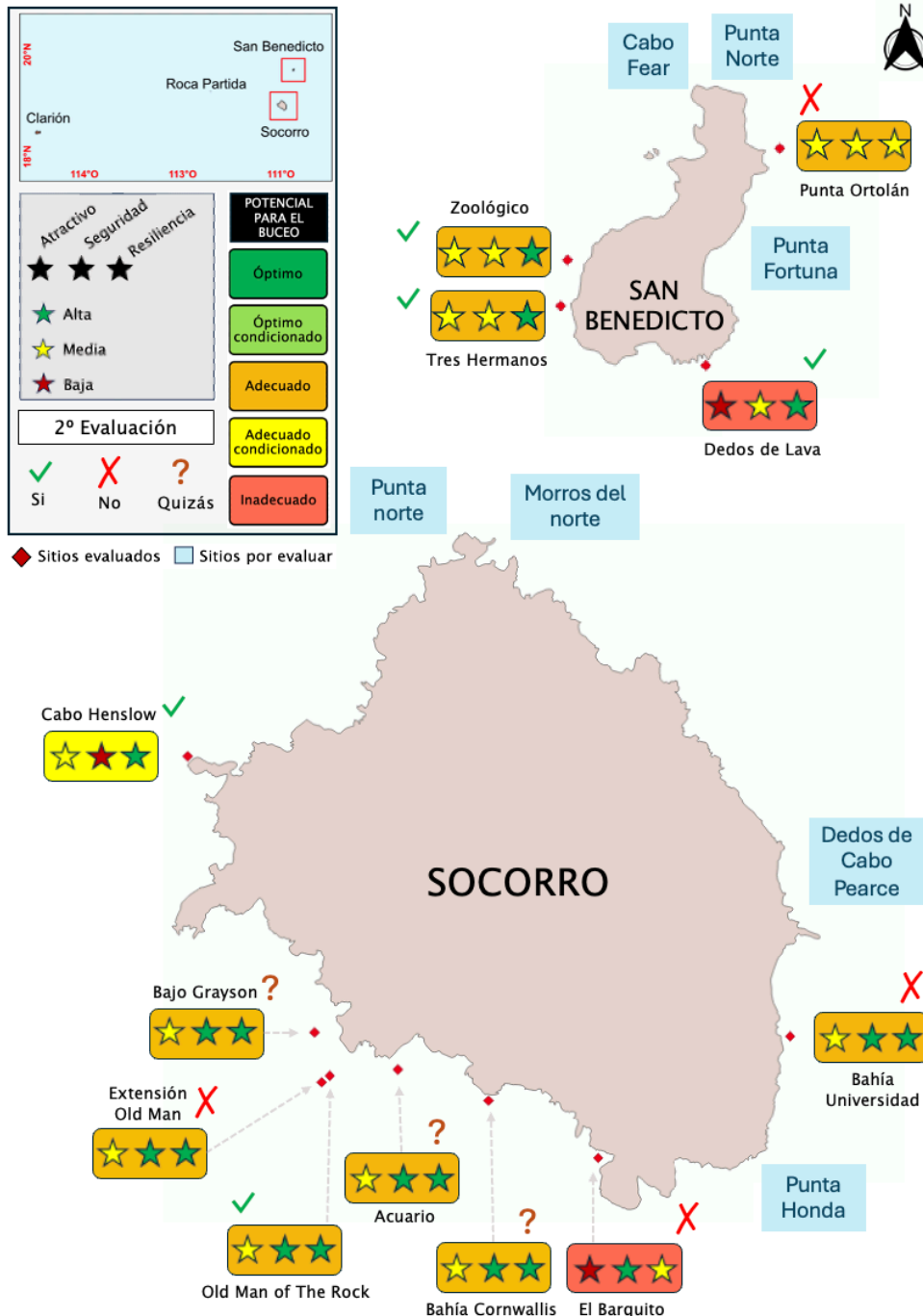
Mediante la participación de 12 personas, entre guardaparques, profesionales en biología y guías de buceo del PNR se visitaron un total de 12 sitios, 4 sitios en Isla San Benedicto y 8 sitios en Isla Socorro, donde se evaluaron 23 indicadores asociados a criterios de 'Atractivo', 'Seguridad' y 'Resiliencia'. Cada uno de los indicadores se evaluó de manera cuantitativa mediante el registro de datos durante recorridos de buceo en una escala del 1 al 4, de manera que la suma de los valores obtenidos por indicador evaluara si el nivel de atractivo, seguridad y resiliencia de los sitios evaluados era 'Alta', 'Media' o 'Baja'. Según la combinación de valoraciones obtenidas en los tres criterios se clasificó el potencial de los sitios para el buceo recreativo en sitios con un potencial óptimo, óptimo condicionado, adecuado, adecuado condicionado o inadecuado.

Una vez aplicado el protocolo y analizados los datos, se lograron identificar 9 sitios con un 'Potencial Adecuado', un sitio con un 'Potencial Adecuado Condicionado' y 2 sitios con un 'Potencial Inadecuado' para el buceo recreativo. Ninguno de los sitios evaluados presentó un atractivo comparable a los sitios actualmente más visitados en el PNR, aunque en la mayoría se identificaron suficientes atractivos como para ser utilizados para el buceo recreativo. En cuanto los demás criterios, predominaron sitios con puntuaciones altas y medias para los criterios de Seguridad y Resiliencia, lo que indica que la mayoría de los buceos se realizaron en condiciones seguras para el buceo recreativo y que no se registraron factores de relevancia que incrementen la vulnerabilidad de los sitios a los posibles impactos derivados del buceo recreativo.

Se recomienda realizar por lo menos 2 visitas más por sitio en una época del año distinta. La prioridad de una segunda evaluación fue alta en 5 sitios, media en 3 sitios y baja en 4 sitios. Por lo tanto, este trabajo no solo permitió identificar los sitios con un mayor potencial para el buceo recreativo en el PNR, sino que también permitió caracterizarlos, proporcionar recomendaciones de uso y servir de guía para futuras evaluaciones. Se espera que este trabajo sirva para incentivar a otras Áreas Naturales Protegidas de México que busquen fortalecer el manejo del buceo recreativo y que puedan seguir el ejemplo del PNR al tomar medidas regulatorias preventivas que garantizan tanto la conservación como el uso turístico sostenible de sus recursos naturales.

## Resumen visual

A continuación, se presenta un resumen visual de los resultados obtenidos tras aplicar el Protocolo para la Caracterización y Selección de Sitios para el Buceo Recreativo en el PNR. Se muestran los sitios evaluados en Isla San Benedicto y en Isla Socorro (rombo rojo) y los sitios que quedaron pendientes de evaluar (cuadro azul). Para cada uno de los sitios evaluados se muestran los resultados mediante 3 estrellas, la primera representa el criterio Atractivo, la segunda Seguridad y la tercera Resiliencia. Los resultados obtenidos por criterio se muestran en una escala de colores, siendo el verde una valoración alta, el amarillo valoración media y el rojo valoración baja. Según los resultados obtenidos por criterio se muestra la interpretación del potencial de cada sitio para el buceo mediante una escala de colores que se refleja en el cuadro que integra las 3 estrellas en cada sitio. Finalmente, se muestra mediante 3 símbolos si se recomienda volver a realizar una segunda evaluación en los sitios evaluados.



## Presentación

El buceo recreativo con equipo autónomo permite a las personas entrar en contacto con una espectacular diversidad de formas marinas que de otra forma serían inaccesibles a la mayoría de los seres humanos. A medida que los ambientes marinos se han vuelto más accesibles y las facilidades para los visitantes han mejorado, el número de personas certificadas para practicar el buceo recreativo ha aumentado. Actualmente, el buceo recreativo se identifica como una de las industrias turísticas de mayor crecimiento en la última década, con miles de nuevos buceadores certificados cada año (Musa & Dimmock 2012).

Una alta diversidad de destinos de buceo se encuentra en Áreas Marinas Protegidas (AMP) debido a la mayor cobertura de coral y biomasa de peces que usualmente éstas albergan (Giglio et al. 2020). Mediante las tarifas de ingreso a las AMP, el turismo del buceo genera beneficios económicos que permiten el mantenimiento de las AMP con una derrama económica que se extiende hasta las comunidades costeras cercanas (Gallagher et al. 2015). Sin embargo, el turismo del buceo recreativo dentro de las AMP debe de ser gestionado de forma efectiva para evitar efectos adversos en el ecosistema. Entre los impactos negativos más comunes derivados de esta actividad turística se identifican los daños al fondo marino por el anclaje de embarcaciones (Barker & Roberts 2004), la degradación de arrecifes coralinos por el contacto de los buceadores con el sustrato (Abidin & Mohamed 2014), la alteración del comportamiento, distribución y rendimiento físico de las especies (Cubero-Pardo et al. 2011, Healy et al. 2020) o por la provisión de alimento para la observación de ciertas especies (Brunnschweiler et al. 2014, Brena et al. 2015).

Los potenciales efectos del buceo recreativo en los ecosistemas marinos aumentan a medida que aumentan la cantidad de visitas en un mismo sitio dado que se generan perturbaciones con efectos acumulativos que pueden causar destrucciones localizadas significativas sobre organismos y hábitats marinos sensibles (Hawkins et al. 1999, Lloret et al. 2006). Por lo tanto, una evaluación y selección justificada de los sitios de buceo debería de ser uno de los primeros pasos para regular el turismo del buceo recreativo en un AMP (GIZ & SINAC 2016), seguido de otras estrategias de manejo adaptativas como el establecimiento de capacidad de carga por sitio y el monitoreo ecológico a largo plazo (Hipólito et al. 2024). Una adecuada selección de sitios de buceo es especialmente importante en aquellos casos en los que unos pocos sitios reciben la mayor cantidad de visitas en una AMP (GIZ & SINAC 2016).

Una selección adecuada de sitios de buceo en una AMP permite redistribuir la intensidad de uso entre una mayor variedad de sitios, que de otra forma tendería a acumularse en aquellos pocos sitios con mayor atractivo y usualmente con más elementos vulnerables a la presencia constante de buceadores en el agua. Adicionalmente, mediante una evaluación previa de los posibles sitios de buceo en una AMP, se obtiene una caracterización ecológica por sitio que puede servir como línea base con la que realizar comparaciones en el paso del tiempo. Esa caracterización permite evaluar no solo el atractivo y la seguridad de un sitio de buceo, sino también la resiliencia a los

posibles efectos derivados del buceo recreativo y con eso, establecer medidas de manejo acorde con los resultados obtenidos.

De la misma forma en la que el establecimiento de capacidades de carga sigue unas fórmulas y criterios técnicos específicos, la evaluación y selección de nuevos sitios de buceo en una AMP también debería realizarse mediante una metodología estandarizada y basada en sustento técnico (GIZ & SINAC 2016). Frente a esa necesidad se creó el 'Protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en Áreas Marinas Protegidas', una herramienta práctica para administradores de AMP que permite identificar nuevos sitios de buceo de forma estandarizada y mediante criterios técnicos (GIZ & SINAC 2016). En el presente documento se presentan los resultados derivados de la aplicación de dicho protocolo en PNR, México.

El documento se divide en cuatro secciones. En la primera sección 'Diagnóstico del buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo' se presenta el PNR como un destino turístico para el buceo recreativo, la evolución del buceo recreativo en el PNR desde sus inicios hasta la situación actual y las regulaciones y necesidades de manejo del buceo recreativo. En la segunda sección 'Adaptación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo: criterios e indicadores' se presentan los antecedentes y metodología general del protocolo, así como la versión adaptada del protocolo para ser aplicado en el PNR. En la tercera sección 'Aplicación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo: actividades y resultados obtenidos' se presenta el plan de trabajo, la metodología empleada y los resultados obtenidos tras aplicar el protocolo en el PNR. Finalmente, en la cuarta y última sección 'Conclusiones y recomendaciones' se presentan una serie de sugerencias dirigidas al fortalecimiento del manejo de la actividad del buceo recreativo en el PNR.

Se espera que este documento sirva como primer paso hacia la regularización y ordenación de la actividad del buceo recreativo en el PNR y que sirva como base para otras estrategias de manejo adicionales necesarias para minimizar el posible impacto de esta actividad en los ecosistemas marinos de este parque nacional. Los resultados presentados deben de considerarse el primer set de datos de un proceso de evaluación que idealmente debería de comprender por lo menos una o dos rondas de evaluación adicionales. De esa forma, se esperarían cubrir una mayor cantidad de sitios y capturar la variabilidad de las condiciones que caracterizan a los sitios de buceo evaluados.

## SECCIÓN 1: DIAGNÓSTICO DEL BUCEO RECREATIVO EN EL PARQUE NACIONAL REVILLAGIGEDO

### 3.1. El Parque Nacional Revillagigedo como destino para el buceo recreativo

El Archipiélago de Revillagigedo está localizado en el Pacífico Tropical Oriental dentro de la Zona Económica Exclusiva de México, a 386 km al sur de la costa de Cabo San Lucas, Baja California Sur. Está integrado por un grupo de tres islas volcánicas, Socorro (132 km<sup>2</sup>), Clarión (19.8 km<sup>2</sup>) y San Benedicto (5.9 km<sup>2</sup>) y Roca partida que es un pequeño islote (14 km<sup>2</sup>) (CONANP 2004). Estas islas forman parte de una cordillera submarina y representan la cima de volcanes que emergen abruptamente de las llanuras abisales del piso oceánico profundo a 4000 m bajo el nivel del mar (Aguirre-Muñoz et al. 2015).

El Archipiélago de Revillagigedo y sus aguas circundantes fueron declaradas Reserva de la Biósfera el 6 de junio del 1994 y Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 2016. La Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo abarcaba una superficie total de 636,685 ha y estaba conformada por cuatro zonas núcleo terrestres, constituidas por las islas, y una franja marina alrededor de las islas, donde únicamente se permitían actividades de investigación y ecoturismo, con una superficie total de 205,495 ha (CONANP 2004). Cada isla del Archipiélago de Revillagigedo también tenía una zona de amortiguamiento marina, donde se permitían actividades de aprovechamiento sustentable, con una superficie total de 431,190 ha (Figura 1).

La relevancia biológica, geológica y ecológica de la Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo, y la necesidad de su adecuada protección y manejo justificaron un cambio de categoría y una ampliación considerable de su área protegida (CONANP 2017). Y así, el 27 de noviembre del 2017 se creó el Parque Nacional Revillagigedo, con una extensión de 14,808,780 ha, convirtiéndose en el Área Natural Protegida (ANP) más grande de México y la zona de no pesca más representativa de Norte América (Figura 2) (CONANP 2019). Con este cambio de categoría, la zona núcleo de esta ANP pasó de 205,495 ha a 14,807,977 ha y las actividades pesqueras pasan a estar prohibidas dado que únicamente se permiten actividades que promuevan la protección de sus recursos naturales (CONANP 2019).

El aislamiento geográfico y la ausencia de actividad humana en el PNR, junto con las condiciones oceanográficas específicas derivadas de la influencia de la región tropical, la región Indo pacífica y la transición templado-tropical del Pacífico mexicano, resultan en altos niveles de productividad, endemismo y riqueza de especies. Estas condiciones ofrecen ecosistemas mayormente intactos que alojan algunas de las mayores agregaciones de megafauna pelágica del mundo, tales como atunes, manta rayas, ballenas, delfines y tiburones. La posibilidad de observar estas especies atrae a un mercado internacional de buceadores que convierten al PNR en uno de los destinos de buceo con megafauna marina más famosos del mundo (Aguirre-Muñoz et al. 2015).

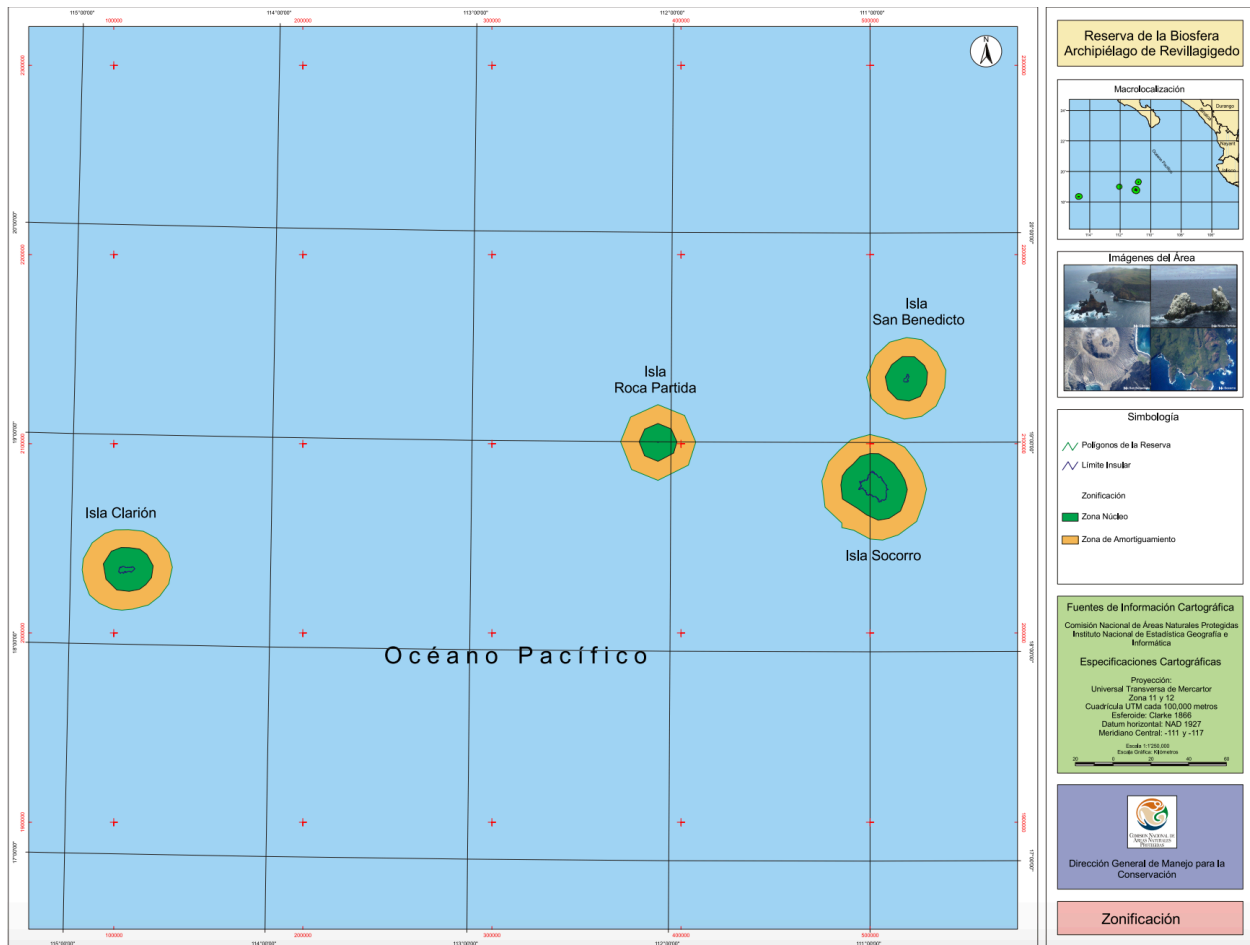
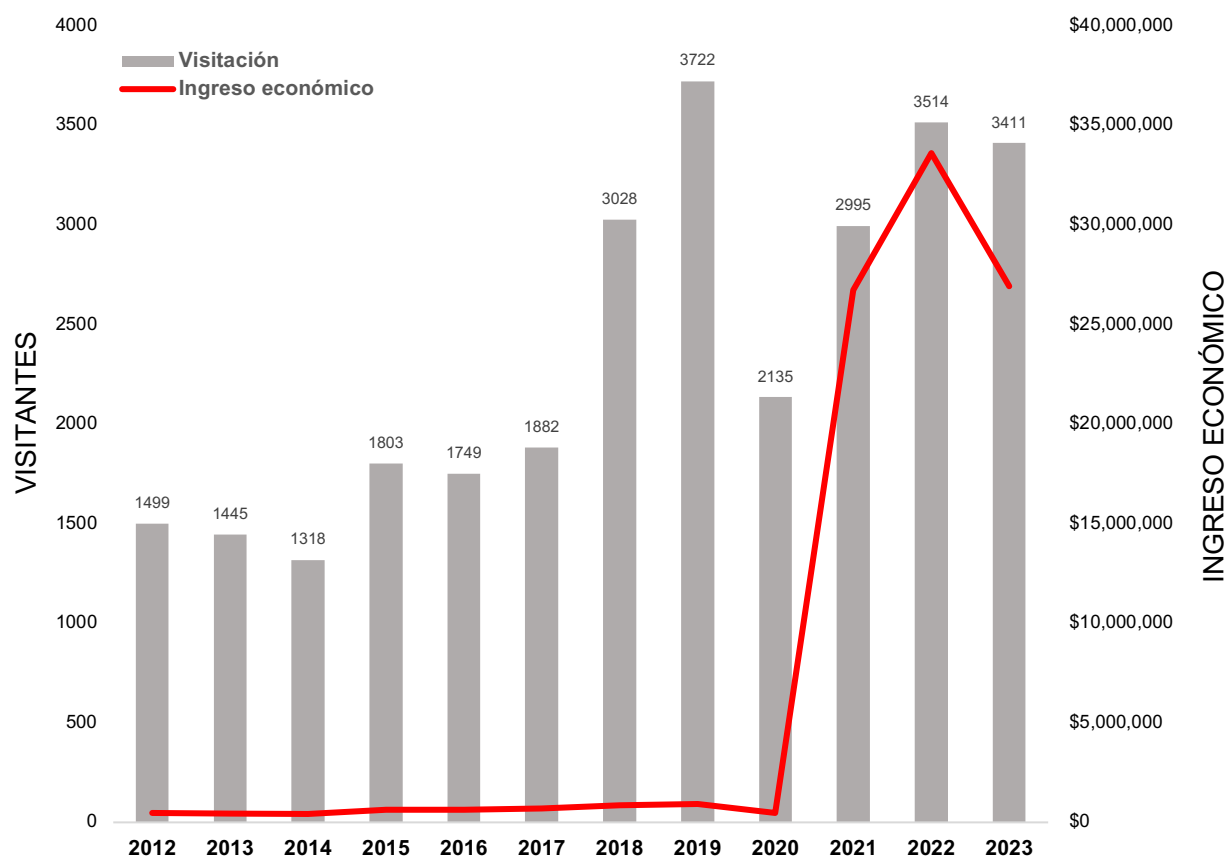


Figura 1. Zonificación de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo (CONANP 2004)



Figura 2. Zonificación del actual Parque Nacional Revillagigedo. Adaptado de CONANP 2019.

El turismo del buceo recreativo ya existía en el Archipiélago de Revillagigedo cuando era manejado como Reserva de la Biósfera. Se tienen datos (INE-SEMAR) con registros de entre 70 y 80 cruceros turísticos y de pesca deportiva anualmente al área, con un tiempo de permanencia de una a dos semanas por crucero (CONANP 2004). Desde entonces, el número de visitantes y prestadores de servicios ha ido aumentando gradualmente debido a la popularidad del PNR como uno de los pocos sitios del mundo donde los buceadores pueden observar e interactuar con megafauna pelágica en estado salvaje. Entre los años 2012 y 2017 se registraron entre 1300 y casi 2000 visitantes anuales, mientras que a partir del 2018 y hasta la actualidad (a excepción del año 2020), el número de visitantes aumentó entre 3000 y 3500 visitantes anuales. El año con mayor visitación registrada hasta el momento fue en el 2019, con un total de 3722 buceadores (Figura 3). Según un estudio de tesis realizado en el 2015, el 37% de los visitantes provienen de Estados Unidos, el 33% de Europa y el resto de otras nacionalidades (Ruiz-Sakamoto 2015).



**Figura 3.** Número de visitantes anuales en el PNR que realizan buceo recreativo y la derrama económica derivada de dicha actividad por año. Fuente de los datos propia de la CONANP.

Asimismo, la derrama económica derivada de la actividad del buceo recreativo también aumentó con el paso del tiempo, hasta convertirse en el ingreso principal del PNR (Ruiz-Sakamoto 2015). Entre los años 2012 y 2020, el PNR recibió un promedio de \$600,000 anuales, mientras que a partir del 2021 y hasta el 2023, el promedio aumentó unos \$29,095,383 anuales con un valor máximo de \$33,607,347 en el 2022 (Figura 3). Este aumento considerable se debe principalmente al incremento de las tarifas de ingreso las cuales pasaron de costar entre \$30 y \$60 pesos mexicanos entre 2012 y 2020 a \$1,500 pesos mexicanos en el 2021, cifra que siguió aumentando hasta la actualidad (Cuadro 1). Otro cambio ocurrido en el 2021 es que el pasaporte de la conservación, con el que previamente se podía acceder a todas las ANP de México, dejó de ser válido para el ingreso al PNR (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Tarifas de ingreso al PNR con brazalete o pasaporte

<b>Año</b>	<b>Brazalete (MXN)</b>	<b>Pasaporte (MXN)</b>
2012	54	281
2013	54	281
2014	56	290
2015	61	315
2016	62	322
2017	64	333
2018	68	355
2019	36	372
2020	37	402
2021	1,500	-
2022	1,610	-
2023	1,736	-
2024	1,811	-

El creciente número de visitantes se ha convertido en una forma de captar recursos económicos para un importante sector de prestadores de servicios turísticos de Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Colima, principalmente (CONANP 2017). Actualmente, hay 18 embarcaciones con el permiso de ingreso y operación turística en el PNR, las cuales pertenecen a 14 empresas touroperadoras distintas. Sin embargo, solamente 8 embarcaciones se encuentran actualmente activas realizando viajes de forma constante al PNR (Cuadro 2). Estas embarcaciones operan principalmente de noviembre a junio, aunque la mayor parte de la actividad (del 69% al 76%) se concentra en los primeros cuatro meses del año (de enero a abril) (CONANP 2017). Los tipos de viajes de buceo que se realizan son en la modalidad de vida a bordo o ‘liveaboard’, donde los turistas conviven durante el tiempo que dure el viaje (CONANP 2019). La mayoría de empresas realizan viajes de 5 días efectivos de buceo, aunque hay algunas que ofrecen 6 días y en algunas ocasiones especiales hasta 7 días de buceo. La capacidad promedio de cada embarcación es de 26 pasajeros (CONANP 2017).

**Cuadro 2.** Empresas con permisos de ingreso y operación de buceo en el PNR, sus embarcaciones correspondientes y la frecuencia con la que operan actualmente.

Num	Empresas o propietarios	Embarcaciones	Frecuencia
1	Alejandro Vázquez Pila	Quetzal	Poco frecuente
2	Alfonso Orel Blancafort Camarena	Sharkwater	Poco frecuente
3	BCS Fun & Adventure	Valentina	Constante
4	Baja California Sur Buceo y Servicio	Cassiopeia	Poco frecuente
5	BSK	Mechudo	Poco frecuente
6	Conyser	Azteca	Poco frecuente
7	Cruceros de Aventura Monarca del Pacífico	Pacific Monarch	Poco frecuente
8	Dora Alicia Sierra Palma	Quino El Guardián	Constante
9	Francisco Javier Sandoval Suarez	Rocío del Mar	Constante
10	Industrias Solmar V	Solmar V	Constante
11	Nautilus Explorer México	Nautilus Explorer	Constante
12	Nautilus Explorer México	Nautilus Gallant Lady	Poco frecuente
13	Nautilus Explorer México	Nautilus Westerly	Poco frecuente
14	Nautilus Explorer México	Undersea Hunter	Constante
15	Nautilus Explorer México	Where's John	Constante
16	Norma Alicia Bazúa Beltrán	Southern Sport	Constante
17	Pacífico Tours	Adventure	Poco frecuente
18	Storm Fleet	Storm	Poco frecuente

### 3.2. Sitios de buceo, intensidad de uso y regulaciones

Las actividades de buceo recreativo en el PNR se desarrollan en la Subzona de Uso Restringido Turismo, la cual abarca una superficie de 40,268 ha comprendidas por cuatro polígonos que rodean las islas (CONANP 2019) (Figura 2). Entre las actividades permitidas en esa subzona se incluye el turismo de bajo impacto ambiental, el tránsito de embarcaciones y el fondeo de embarcaciones en áreas destinadas para tal fin, entre otras (CONANP 2019). Las únicas islas en las que se practica el buceo recreativo de forma recurrente con turistas son San Benedicto, Socorro y Roca Partida mientras que, en Isla Clarión, ocurre en muy raras ocasiones debido a su lejanía (CONANP 2019).

Actualmente no existe una lista oficial de sitios abiertos al uso público, sin embargo, se conocen 10 sitios de buceo de mayor uso en Isla San Benedicto y 6 en Isla Socorro (Figura 4). Hasta la fecha, no existe ningún sistema de registro estandarizado que permita conocer con detalle la intensidad de uso de los distintos sitios de buceo por parte de los distintos operadores. Sin embargo, se sabe que la mayoría de las empresas turísticas siguen un recorrido muy similar entre islas donde bucean 4 veces por día y visitan de forma repetida unos pocos sitios de buceo dado que hay una mayor probabilidad de observar manta rayas, delfines y tiburones, que son las especies que motivan a una mayoría desproporcionada de buzos recreativos a visitar el archipiélago (Aguirre-Muñoz et al. 2015).

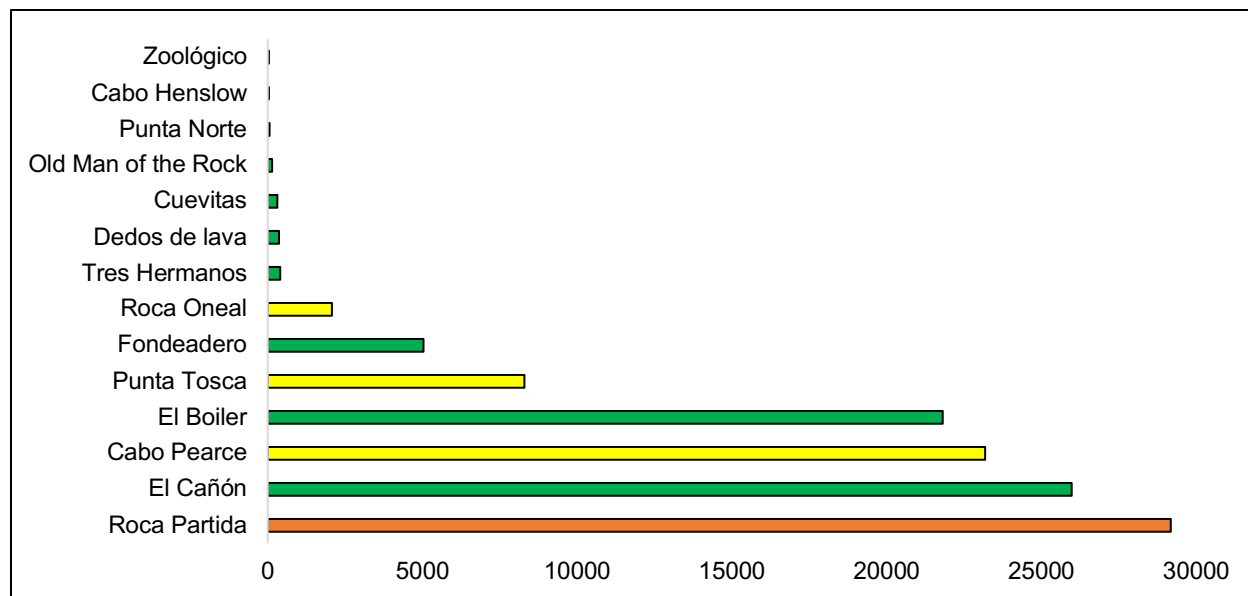


**Figura 4.** Sitios de buceo conocidos en Isla San Benedicto e Isla Socorro. En rojo se marcan los sitios más utilizados y en amarillo los que reciben una menor cantidad de visitas.

En general, todas las empresas inician con sus primeros buceos en Isla San Benedicto, porque es la isla más cercana a continente. El primer buceo en San Benedicto se suele hacer en el Fondeadero o en menor medida en Las Cuevitas, por ser sitios menos exigentes y adecuados para buceo de prueba o 'check dive'. El resto de los buceos en San Benedicto suelen concentrarse entre El Cañón y El Boiler. El resto de los sitios de buceo en San Benedicto se utilizan de forma muy esporádica (Figura 4). Según como estén las condiciones las empresas deciden si se dirigen a Roca Partida o a Isla Socorro. En Roca Partida solamente hay un sitio de buceo, por lo que todas las embarcaciones que se encuentren en este sitio realizarán los 4 buceos del día en el mismo lugar a distintos horarios según la cantidad de embarcaciones. En Isla Socorro, la mayoría de las visitas se concentran en Cabo Pearce y Punta Tosca, y en menor medida en Roca O'Neal. Los demás sitios de buceo conocidos en Isla Socorro son visitados con muy poca frecuencia y los conocen sobre todo los guías de buceo más antiguos (Figura 4).

En la Figura 5 se presentan la cantidad de buceadores que visitaron los distintos sitios de buceo en los viajes de las cuatro embarcaciones de la empresa Nautilus Explorer (Nautilus Belle Amie, Nautilus Explorer, Nautilus Under Sea Hunter y Nautilus Gallant Lady) durante los años 2017 y 2023. Estos datos se pueden utilizar como un reflejo de la intensidad de uso de los distintos sitios de buceo en el PNR. Los datos reflejan la mayor intensidad de uso que reciben los sitios como

Roca Partida, El Cañón, Cabo Pearce, El Boiler y Punta Tosca. No se incluyeron datos de otras empresas tour-operadoras por falta de registros realizados de forma frecuente y estandarizada. Esta situación está próxima a cambiar, dado que actualmente la CONANP está implementando un sistema de registro de buceadores que cada embarcación tiene que rellenar después de cada viaje, por lo que se espera tener datos confiables sobre la intensidad de uso por sitio a partir de este año 2024 (Carlos Paul Vargas, com. pers.).



**Figura 5.** Número de buzos por sitio de buceo entre los años 2017 y 2023 por parte de la empresa Nautilus México en el PNR. Los colores indican la isla o islote en que se encuentran los sitios: Roca Partida (anaranjado), San Benedicto (verde) y Socorro (amarillo).

En el Programa de Manejo del PNR se presentan la cantidad máxima de inmersiones por día en los sitios de buceo más visitados (Cuadro 3), establecidos según un estudio de capacidad de carga y límites de cambio aceptables realizado en el 2020 (Álvarez Del Castillo 2020). En este estudio se establece que, a pesar de que el número de visitantes anuales se encuentra por debajo de los límites generales calculados para el PNR, la cantidad de buceadores mensuales por sitio probablemente se encuentren por encima de la capacidad de carga calculada en los sitios más populares durante las épocas de mayor visitación. Adicionalmente, según la regla 37 del Programa de Manejo del PNR, los límites de inmersiones por sitio de buceo deberían establecerse anualmente (CONANP 2019). Sin embargo, no será sino hasta este año 2024 que se actualizará la capacidad de carga y los límites de cambio aceptables en el PNR (Carlos Paul Vargas, com. pers.).

**Cuadro 3.** Capacidad de carga por sitio establecida en el Programa de Manejo del Parque Nacional Revillagigedo.

<b>Sitio</b>	<b>Buzos / sitio / día</b>	<b>Barcos máximos</b>	<b>Nº inmersiones / grupo / día según nº barcos</b>
El Boiler Las Cuevitas	180	No establecido oficialmente	3 barcos: 3 inmersiones
			2 barcos: 4 inmersiones
Roca Partida	250	5	5 barcos: 2 inmersiones
			4 barcos: 3 inmersiones
			3 barcos: 4 inmersiones
El Cañón Punta Norte Cabo Pearce Punta Tosca Roca O'Neal	400	No establecido oficialmente	6 barcos: 2 inmersiones
			5 barcos: 3 inmersiones
			4 barcos: 4 inmersiones

Además de la capacidad de carga por sitio, existen otras regulaciones importantes relacionadas con el buceo recreativo en el PNR (CONANP 2019). Entre las más relevantes se encuentran:

1. Prohibido el acceso de dos grupos de buceo de manera simultánea en el mismo sitio de buceo. Eso implica que los grupos se tienen que ir rotando a lo largo del día para no coincidir bajo el agua en un mismo sitio.
2. Grupos de máximo 8 buzos por guía y un máximo de 4 inmersiones por buzo al día
3. En Roca Partida cuando haya más de 3 embarcaciones (hasta un máximo de 5), cada grupo podrá realizar un máximo de 3 inmersiones de 60 min cada una.
4. Briefings obligatorios sobre buceo responsable
5. Uso obligatorio de computadora para todos los buceadores
6. Prohibido el uso de carnada para atraer animales
7. Prohibido realizar buceo o snorkel nocturnos

Adicionalmente, en el 'Manual de buenas prácticas de actividades turísticas de buceo y de bajo impacto ambiental' se presentan directrices para el buceo y la interacción con ciertas especies y hábitats tales como mantas gigantes, mamíferos marinos, tiburones en general, tiburón ballena, los arrecifes, fauna marina en general y estaciones de limpieza (SEMARNAT & CONANP 2021). También se presentan directrices relacionadas con la fotografía y el video, el uso de drones, el anclaje, la navegación, el mantenimiento de las embarcaciones y el tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales (SEMARNAT & CONANP 2021).

### 3.3. Necesidades de manejo del buceo recreativo en el PNR

La protección de los ecosistemas marinos suele ser el principal objetivo de la creación de una AMP. El PNR tiene como objetivo general “*Conservar los ambientes naturales terrestres y marinos del Parque Nacional Revillagigedo, así como los servicios ecosistémicos que de ellos se derivan*” (CONANP 2019). Por lo tanto, las actividades turísticas dentro de un AMP deberían de visualizarse no como un fin, sino como un medio de generar alternativas económicas que fortalezcan la capacidad de protección de los recursos naturales y como una oportunidad de educación y recreación. En el PNR únicamente se permite el turismo de bajo impacto ambiental, siempre que este no provoque una alteración significativa a los ecosistemas o especies y que sirva para promover la educación ambiental (CONANP 2019).

Hasta el momento no hay evidencias científicas que demuestren que el buceo recreativo represente una amenaza para la prevalencia de los recursos marinos del PNR. Dado que los visitantes que frecuentan el PNR suelen ser buzos avanzados y que muchos buceos se realizan sobre la columna de agua, el contacto con el fondo marino es poco frecuente, por lo tanto no existen indicios de posibles efectos negativos sobre componentes bentónicos (Álvarez Del Castillo 2020). Sin embargo, varios estudios reportan el uso de cámaras y de flash, así como la persecución, el acoso o la obstrucción de la ruta de nado como los comportamientos negativos más frecuentes en los buceadores del PNR, generalmente con la finalidad de grabar o fotografiar especies emblemáticas como tiburones y manta rayas (González González 2016, Álvarez Del Castillo 2020). En otro estudio reciente, no encontraron una relación significativa entre el número de tiburones y el número de buzos presentes en un sitio de buceo, pero si observaron una mayor probabilidad de observar tiburones en grupos con menor cantidad de buceadores (Cacho-Movellan 2022). Tampoco hay evidencias de que los buceadores afecten el comportamiento de manta rayas en el PNR, aunque si se observó un menor nivel de comportamientos evasivos con buzos pasivos en comparación con buzos activos (Gómez-García et al. 2021). En conjunto, estos estudios indican que, a pesar de que existe una cierta interacción entre buceadores y los organismos marinos presentes en los sitios de buceo, estos comportamientos ejercen, por el momento, un efecto mínimo sobre los ecosistemas marinos del PNR.

El número de estudios relacionados con el turismo del buceo recreativo enfocado en la observación de especies de megafauna ha incrementado en la última década (O'Malley et al. 2013, Gallagher et al. 2015). A pesar de que la mayoría se enfocan en los efectos derivados de la alimentación de tiburones o uso de carnada durante los buceos (Gallagher et al. 2015), ya existen algunas evidencias sobre los efectos negativos derivados del turismo del buceo recreativo mal manejado o no controlado sobre especies emblemáticas, como tiburones y rayas (Cuadro 4). Aunque dichas evidencias no se hayan demostrado todavía en el PNR, el aumento progresivo de la visitación anual en el PNR y la constante aglomeración de buceadores en un número reducido de sitios de buceo donde, podría llegar a alterar el comportamiento y la distribución de las especies más atractivas para los turistas como los tiburones, delfines y manta rayas (Gallagher et al. 2015, Healy et al. 2020).

**Cuadro 4.** Estudios que demuestran los factores causantes de los efectos negativos del buceo recreativo (sin uso de carnada) sobre tiburones y rayas a nivel global.

Cita	Lugar	Especies	Causante	Efectos
Quirós, 2005; Quiros, 2007	Donsol, Filipinas	Tiburón ballena ( <i>Rhincodon typus</i> )	Uso de flash y cámaras, limitar el área de paso, tocar, nado hacia los tiburones, estar demasiado cerca	Comportamientos evasivos como cambios de dirección y aumento de profundidad
Smith et al., 2010	Australia	Tiburón tigre arenoso ( <i>Carcharias taurus</i> )	Cantidad de buzos > 6 y distancia < 2m entre buzos y tiburones	Interrupción del comportamiento de agregación e inducción de comportamientos agonísticos
Cubero-Pardo et al. 2011	Islas Galápagos (Ecuador) e Isla Malpelo (Colombia)	Tiburón martillo ( <i>Sphyrna lewini</i> ), punta blanca ( <i>Triaenodon obesus</i> ), sedoso ( <i>Carcharhinus falciformis</i> ), galápagos ( <i>C. galapagensis</i> ) y ballena ( <i>R. typus</i> )	Comportamiento errático buzos, aproximación directa y uso de flash	Mayor número de comportamientos de alerta y evasiones
Barker et al., 2011b, 2011a	Sydney, Australia	Tiburón tigre arenoso ( <i>Carcharias taurus</i> )	Mayor acercamiento de los buzos al sitio de agregación (cueva)	Alteración del número de tiburones, su distribución y su comportamiento de nado y respiración en su sitio de agregación (cueva)
Venables, 2013	Coral Bay, Western Australia	Manta raya gigante ( <i>Mobula birostris</i> )	Intento de fotografías, corta distancia con las embarcaciones, personas entrando al agua de forma simultánea, chapoteo del agua	Aumento en el comportamiento de evasión, menor tiempo de alimentación, abandono de estaciones de limpieza
Garrud 2016	Baa Atoll, Maldives	Manta raya gigante ( <i>Mobula birostris</i> )	Acercarse desde el frente, obstruir el paso, distancia < 3 m	Comportamientos de evasión
Pasos-Acuña, 2018	Cabo Pulmo, México	Tiburón toro ( <i>Carcharhinus leucas</i> )	Mayor presencia de buzos. Ausencia de protocolos de observación.	Menor cantidad de individuos. Mayor cantidad de reacciones ante presencia de buzos
Murray et al. 2020	Maldivas	Manta raya gigante ( <i>Mobula birostris</i> )	Obstrucción, nado al frente y muy cercano, acoso, acercarse desde el frente	Cese de alimentación, efecto negativo en el comportamiento
Gómez-García et al., 2021	Bahía Banderas, México	Manta raya gigante ( <i>Mobula birostris</i> )	Nadar activamente hacia las mantas	Comportamientos evasivos

En el PNR, existe una mayor intensidad de uso, y por lo tanto una mayor probabilidad de provocar efectos negativos, en aquellos sitios donde las especies emblemáticas desarrollan comportamientos clave para la supervivencia. Por ejemplo, la presencia constante de buceadores en Roca partida podría llegar a provocar un cambio en el uso del hábitat o un mayor gasto energético en los tiburones punta blanca de arrecife que utilizan ese sitio para el descanso durante el día (Barnett et al. 2016). Las estaciones de limpieza de manta rayas y tiburones en sitios altamente visitados como El Cañón, Cabo Pearce y Punta Tosca, también representan actividades ecológicamente importantes que podrían verse interrumpidas por buceadores al dispersar a los peces limpiadores o ahuyentar a las especies que buscan ser limpiadas (Murray et al. 2020). El efecto de los buceadores sobre ciertos organismos marinos, aunque inicialmente sean considerados efectos a corto plazo, tienen el potencial de inducir impactos negativos a nivel ecosistémico a largo plazo tales como cambios en rutas migratorias o el desplazamiento de zonas clave para descanso, alimentación y reproducción (Bejder et al. 2006).

Considerando los puntos presentados anteriormente y ante el creciente interés de la industria turística por bucear con megafauna marina en estado salvaje (Healy et al. 2020), surge la necesidad de que en el PNR se implementen medidas de manejo preventivas para evitar los potenciales efectos negativos derivados del turismo del buceo recreativo. De esta forma, se estaría adoptando el principio precautorio como guía para la salvaguarda de los excepcionales recursos marinos y procesos naturales que esta ANP alberga.

## **SECCIÓN 2: ADAPTACIÓN DEL PROTOCOLO AL PARQUE NACIONAL REVILLAGIGEDO: CRITERIOS E INDICADORES**

### **2.1. Antecedentes**

En el 2014, los guardaparques del Parque Nacional Isla del Coco (PNIC) en Costa Rica, se vieron ante la necesidad de reevaluar la oferta de sitios de buceo abiertos al uso público. De los 17 sitios de buceo disponibles, cuatro sitios se dejaron de usar por la pérdida o ausencia de atractivos suficientes, mientras que en otros cinco sitios las fuertes corrientes u oleajes impedían su uso de forma regular. Esas condiciones provocaron una alta intensidad de uso en aquellos sitios menos expuestos, más cercanos a las embarcaciones principales y con presencia de estaciones de limpieza de tiburones. Eso provocaba que, en las épocas de alta visitación, no hubiera suficientes sitios de buceo disponibles para distribuir entre las embarcaciones presentes. Ante esa problemática, se inició el desarrollo de una herramienta que, mediante sustento técnico, permitiera seleccionar nuevos sitios de buceo y así reducir la intensidad de uso excesiva en los sitios más visitados. Se realizaron cuatro expediciones entre el 2014 y el 2015 en donde se realizaron pruebas piloto de la herramienta y ajustes según las necesidades observadas. Para finales del 2015 ya se contaba con una herramienta robusta para la selección de sitios y con una lista de sitios seleccionados para el PNIC (Cambra-Agustí et al. 2015).

A finales del 2015, con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) y con base en los buenos resultados obtenidos en el PNIC, se inició un proceso de adaptación del protocolo de evaluación y selección de sitios de buceo para todas las Áreas Marinas Protegidas (AMP) de Costa Rica (GIZ & SINAC 2016). Entre el 2015 y el 2016, se desarrollaron talleres con expertos donde se presentó el protocolo adaptado y se recibieron algunos insumos para mejorar la herramienta. Adicionalmente, se realizaron expediciones piloto para aplicar el protocolo a la Reserva Biológica Isla del Caño (GIZ & SINAC 2015) y en las Islas Murciélagos del Parque Nacional Santa Rosa ambas en Costa Rica. En ambas giras participaron guardaparques de la Unidad Marina del Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC), que fueron capacitados para la toma de datos, análisis e interpretación de resultados. (PNUD - SINAC 2016).

Actualmente, el protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo es una herramienta disponible para su aplicación en cualquier AMP y su uso se ha extendido a otras AMP de Costa Rica. La aplicación de este protocolo en el PNR representa la primera expansión del protocolo a otros países de la región. Gracias a la flexibilidad con la que se creó el protocolo, los indicadores utilizados pueden adaptarse a las condiciones específicas de cada AMP y la interpretación de los resultados puede ajustarse a los intereses específicos de cada área. En esta sección, se presentan los principios y la metodología general del protocolo, así como los indicadores utilizados tras ser adaptados a las condiciones e intereses del PNR.

## 2.2. Objetivos

La adaptación y aplicación del protocolo de caracterización y selección de nuevos sitios para el buceo recreativo en el PNR tiene como objetivo principal evaluar de forma estandarizada y mediante criterios técnicos el potencial de nuevos sitios para el buceo recreativo con la finalidad de reducir la elevada intensidad de uso que actualmente reciben los sitios más visitados del PNR. En este caso, cuando hablamos de nuevos sitios, nos referimos a sitios poco o nunca utilizados para el buceo recreativo en el PNR.

Algunos de los objetivos secundarios asociados a la aplicación del protocolo en el PNR son:

1. Realizar caracterizaciones ecológicas rápidas de los sitios de buceo evaluados mediante las cuales obtengan datos que sirvan como línea base a partir de la cual realizar comparaciones en el paso del tiempo.
2. Capacitar a guardaparques y guías locales en el uso del protocolo de forma que puedan liderar la aplicación de este en futuras expediciones.
3. Mapear los sitios de buceo evaluados y establecer recomendaciones de uso que sirvan como guía para las empresas tour operadoras que vayan a utilizarlos en un futuro.
4. Realizar un diagnóstico sobre el buceo recreativo en el PNR que permita identificar necesidades de manejo y establecer recomendaciones asociadas con la actividad del buceo recreativo.
5. Establecer una lista oficial de sitios para el buceo recreativo en el PNR que sirva como base para otras medidas de manejo tales como el establecimiento de capacidades de carga o el desarrollo de monitoreos ecológicos continuos en el paso del tiempo.

## 2.3. Metodología general y principios

El protocolo para la caracterización y selección de sitios de buceo es una herramienta que sirve para evaluar el potencial de nuevos sitios para el buceo recreativo según 3 criterios:

- **Seguridad:** permite evaluar aquellos factores que inciden en la seguridad de un sitio a la hora de ser utilizado para el buceo recreativo. Incluye indicadores tales como profundidad, corrientes, oleajes, ubicación, etc.
- **Atractivo:** permite evaluar aquellos factores que hacen que un sitio sea más o menos atractivo a los ojos de aquellos que practican el buceo recreativo. Incluye indicadores tales como la riqueza y abundancia de especies emblemáticas, la riqueza y presencia de cardúmenes de peces, la diversidad en la cobertura del sustrato, la presencia de formaciones geológicas atractivas, etc.
- **Resiliencia:** permite identificar la presencia de aquellos factores que aumentan la vulnerabilidad de un sitio a los potenciales efectos negativos derivados del buceo recreativo. Se evalúan indicadores tales como la observación de comportamientos claves de especies emblemáticas o amenazadas, la densidad de organismos sésiles frágiles y la presencia de

factores de estrés tales como blanqueamiento, especies invasoras o turbidez de un sitio, etc. En el contexto de este protocolo, la presencia de esos factores aumenta la vulnerabilidad de un sitio al buceo recreativo, mientras que su ausencia aumenta la resiliencia (o resistencia) de ese sitio a los posibles efectos derivados de dicha actividad.

Los indicadores seleccionados para evaluar cada uno de esos criterios se deben de medir en campo y evaluar de forma cuantitativa en una escala del 1 al 4. Puntuaciones más cercanas al 4 representan una mayor seguridad, un mayor atractivo y una mayor resiliencia. De esa forma, al realizar la sumatoria final de los valores obtenidos en los indicadores para cada uno de los criterios, aquellos sitios con un mayor puntaje se identificarán como sitios con un mayor potencial para el buceo recreativo por ser más seguros, más atractivos y más resilientes. Con este sistema se reduce la subjetividad a la hora de seleccionar nuevos sitios de buceo, al mismo tiempo que se obtiene una caracterización ecológica rápida que permite realizar comparaciones entre los sitios evaluados y establecer regulaciones para el buceo según los resultados obtenidos en cada uno de los criterios.

A continuación, se presentan los principios bajo los cuales se creó el protocolo y que se intentan mantener a la hora de realizar procesos de adaptación a otras AMP:

- Simplicidad: la metodología presentada en el protocolo es relativamente sencilla y permite su aplicación sin la necesidad de tecnología ni de capacitación demasiado especializada.
- Carácter participativo: por su simplicidad, la aplicación del protocolo es accesible a personas no especializadas en el campo de la biología marina promoviendo la participación del personal de las AMP, miembros de empresas tour-operadoras, entre otros actores claves.
- Bajo costo: su aplicación no requiere la adquisición de equipo de monitoreo especializado, lo que reduce el costo de aplicación del protocolo.
- Flexibilidad: la estructura y metodología con la que se construyó el protocolo permiten que se realicen cambios en los indicadores para que la herramienta se adapte a nuevas áreas o países según las condiciones presentes en cada lugar.
- Informativo: la aplicación del protocolo puede utilizarse como una herramienta de evaluación ecológica rápida de ambientes marinos ya que permite caracterizar sitios de buceo cubriendo áreas extensas en un corto período de tiempo y realizar comparaciones estandarizadas en el tiempo.
- Objetividad: los indicadores están diseñados de forma que su evaluación sea lo más objetiva posible.
- Innovación: hasta el momento no se tiene el conocimiento sobre la existencia de otro protocolo que tenga como objetivo la caracterización y selección de nuevos sitios de buceo en AMP, por lo que el uso del mismo representa una actividad pionera, por lo menos a nivel regional.

## 2.4. Adaptación del protocolo al Parque Nacional Revillagigedo

El protocolo de caracterización y selección de sitios de buceo fue originalmente elaborado de forma que los indicadores y la escala de valores pudieran ser adaptados al AMP o zona evaluada correspondiente (GIZ & SINAC 2016). Para adaptar el protocolo al PNR se siguieron los pasos de implementación establecidos en la versión original del protocolo:

- 1) Revisión bibliográfica: se realizó una revisión de literatura sobre temas relacionados con los diferentes indicadores a evaluar, entre los cuales se incluyeron: estudios sobre diversidad de especies de elasmobranchios, peces óseos, mamíferos marinos e invertebrados, estudios sobre el impacto del buceo recreativo, estudios sobre arrecifes coralinos y otros organismos bentónicos, estudios sobre factores de impacto existentes en los ecosistemas, estudios sobre zonas importantes de alimentación, reproducción o descanso de megafauna, entre otros. La búsqueda de literatura se realizó solicitando información a la dirección del PNR y mediante búsqueda por temas en el Google Scholar y otras fuentes en internet.
- 2) Contacto inicial con actores locales: se organizó un taller presencial organizado por la dirección del PNR en La Paz en noviembre del 2023, donde se invitaron a guías y propietarios de las distintas compañías tour-operadoras, con el objetivo de presentar el proyecto e identificar posibles sitios con potencial para el buceo recreativo en el PNR. Durante el taller se les entregó una encuesta escrita a los participantes con una serie de preguntas sobre el PNR que permitieran seleccionar los indicadores a medir y ajustar la escala de valores mediante la cual se evalúan (Anexo 1).
- 3) Adaptación del protocolo y presentación a actores clave: con base a la información recolectada mediante revisión bibliográfica y el contacto con actores locales, se adaptó el protocolo a las condiciones específicas del PNR. Una vez adaptado el protocolo se realizó una presentación presencial a Arturo Bocos, biólogo marino y guía de buceo con amplia experiencia en el PNR, y a los funcionarios del PNR. Se realizaron algunos ajustes adicionales a los indicadores siguiendo la recomendación de los participantes. Adicionalmente, se presentaron los indicadores y escalas de valores respectivas a todos los participantes de la expedición de camino al PNR, donde se realizaron algunos ajustes adicionales en base a sus comentarios.
- 4) Adaptación continua del protocolo: durante la aplicación del protocolo al PNR se realizaron los últimos ajustes a algunos indicadores y a sus escalas de valores según los resultados obtenidos y según las recomendaciones de algunos de los participantes. Por ejemplo, si en el indicador de riqueza de peces se asignó un valor máximo en la escala de valores de 60 especies o más, pero en todos los buceos se registraron entre 30 y 50 especies, en ese caso se podría ajustar la escala de valores de forma que el valor máximo se obtenga en aquellos sitios con 50 o más especies. Ese tipo de ajustes permite que las escalas de valores se ajusten mejor a las condiciones ecológicas del área de estudio y que se obtenga una diferenciación más clara entre los sitios de buceo evaluados.

## 2.5. Criterios e indicadores del Parque Nacional Revillagigedo

A continuación, se presenta la versión final de los indicadores seleccionados para evaluar los criterios de ‘Seguridad’, ‘Atractivo’ y ‘Resiliencia’ de los sitios de buceo evaluados en el PNR. Para cada uno de los criterios se presenta un cuadro general con la lista de indicadores y sus escalas de valores respectivas y una descripción asociada a cada una. Posteriormente se presenta una descripción de cada uno de los indicadores, con una justificación de porqué es importante medir ese indicador, cómo se adaptó al PNR y cómo se debe de medir en el campo.

### 2.5.1. CRITERIO SEGURIDAD

El buceo es una actividad que implica entrar en un ambiente hostil a la vida humana, lo que hace que el buceo sea una actividad que requiera de una preparación por parte de las personas que la practican para así evitar riesgos (Coleman, 2008). La seguridad que ofrece un sitio de buceo dependerá de varios factores, tales como profundidad, corrientes, oleajes, visibilidad, etc. Conocer el grado seguridad de un sitio de buceo es vital para el adecuado manejo del buceo recreativo en un AMP, dado que permite establecer regulaciones que garanticen el desarrollo de la actividad de una forma más segura. Tras adaptar el protocolo al PNR, quedaron un total de 7 indicadores que permiten evaluar la seguridad de los sitios de buceo visitados mediante una escala de valores también adaptada al PNR (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Lista de indicadores y su escala de valores respectiva para medir el criterio ‘Seguridad’ en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

INDICADORES SEGURIDAD	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
(1.1) <b>Profundidad del sitio</b>	1) <i>Muy profundo</i>	La profundidad máxima del sitio de buceo es superior a 30 m
	2) <i>Profundo</i>	La profundidad máxima del sitio de buceo está entre 18 y 30 m
	3) <i>Intermedio</i>	La profundidad máxima del sitio de buceo está entre 12 y 18 m
	4) <i>Somero</i>	La profundidad máxima del sitio de buceo es menor a 12 m
(1.2) <b>Corriente en superficie</b>	1) <i>Fuerte</i>	Velocidad superior a 0.5 m/s
	2) <i>Moderada</i>	Velocidad entre 0.5 y 0.25 m/s
	3) <i>Suave</i>	Velocidad entre 0.25 y 0.1 m/s
	4) <i>Nula</i>	Velocidad inferior a 0.1 m/seg.
(1.3) <b>Corriente de fondo</b>	1) <i>Fuerte</i>	Corriente fuerte que solo puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) agarrándose del sustrato
	2) <i>Moderada</i>	Corriente moderada que que puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) con una natación enérgica
	3) <i>Suave</i>	Corriente suave que puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) con una natación leve
	4) <i>Nula</i>	Corriente nula o casi nula que no exige ningún esfuerzo de natación durante el recorrido

INDICADORES SEGURDIDAD	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
(1.4) <b>Mar de fondo</b>	1) <i>Fuerte</i>	Se nota un vaivén fuerte que solo puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) agarrándose del sustrato
	2) <i>Moderado</i>	Se nota un vaivén moderado que puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) con una natación enérgica
	3) <i>Suave</i>	Se nota un suave vaivén que puede contrarrestarse (permanecer en el mismo punto) con una natación leve
	4) <i>Nulo</i>	No se nota el vaivén derivado del mar de fondo en ningún momento del buceo
(1.5) <b>Oleaje</b>	1) <i>Fuerte</i>	Oleaje muy fuerte que impide la actividad del buceo recreativo con turistas
	2) <i>Moderado</i>	Oleaje moderado que dificulta, pero no impide, la actividad del buceo recreativo con turistas
	3) <i>Suave</i>	Oleaje suave que no dificulta la actividad del buceo recreativo con turistas
	4) <i>Nulo</i>	Oleaje nulo, mar prácticamente plano.
(1.6) <b>Grado de exposición</b>	1) <i>Alto</i>	Sitio ubicado en la parte de exposición alta en Isla San Benedicto o en Isla Socorro y alejado de la costa (> 1 km)
	2) <i>Medio</i>	Sitio ubicado en la parte de exposición alta en Isla San Benedicto o en Isla Socorro
	3) <i>Bajo</i>	Sitio ubicado en la parte de exposición baja de Isla San Benedicto o Isla Socorro
	4) <i>Muy bajo</i>	Sitio ubicado en la parte de exposición baja de San Benedicto o Isla Socorro y protegido por una bahía o saliente rocoso.
(1.7) <b>Distancia al área de evacuación</b>	1) <i>Muy lejano</i>	El sitio de buceo se encuentra en Roca Partida
	2) <i>Lejano</i>	El sitio de buceo se encuentra en San Benedicto
	3) <i>Cercano</i>	El sitio de buceo se encuentra en norte de Isla Socorro
	4) <i>Muy cercano</i>	El sitio de buceo se encuentra en el sur de Isla Socorro

A continuación, se describen los indicadores seleccionados para el criterio 'Seguridad', se justifica su selección, se describen en el contexto del PNR y se presentan los métodos a seguir para su medición.

### INDICADOR 1.1 – Profundidad del sitio

- Descripción: profundidad máxima que alcanza el sitio de buceo en alguna parte de su recorrido
- Justificación: la profundidad del sitio de buceo es uno de los principales factores que pueden influir en la seguridad de un sitio de buceo debido a los cambios que ocurren a nivel fisiológico a medida que un buceador va a mayor profundidad. Por cada 10 metros de profundidad, la presión aumenta 1 bar, por lo que a mayor profundidad existe una mayor presión que el buceador debe de poder compensar mediante técnicas de equalización. Adicionalmente, a

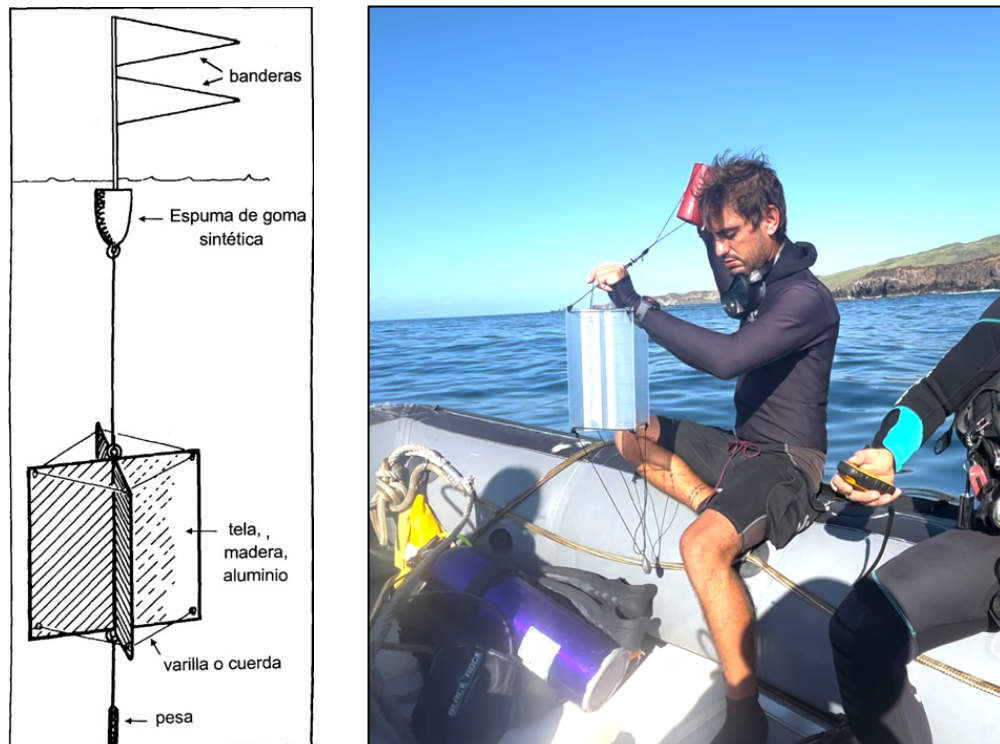
mayor profundidad los tejidos del cuerpo absorben una mayor cantidad de nitrógeno que exige un ascenso a la superficie de forma controlada. A mayor profundidad, tanto el oxígeno como el nitrógeno pueden tener efectos nocivos produciendo síndromes tales como la toxicidad por oxígeno o la narcosis de nitrógeno, respectivamente. Por este motivo es importante que los buceadores tengan las certificaciones necesarias que se exigen para bucear en sitios más profundos y un buen control de la flotabilidad.

- Adaptación al PNR: debido a su origen volcánico, la profundidad alrededor de las islas del PNR aumenta abruptamente a medida que aumenta la distancia de la costa. Consecuentemente, la mayoría de los buceos en el PNR suelen ser profundos, alcanzando profundidades entre los 20 y los 30 metros, con posibilidad de bucear más profundo si se dispone de las certificaciones necesarias. Sin embargo, también existen sitios de buceo cuyo recorrido se puede realizar a menor profundidad. Por este motivo, la escala de valores para este indicador se mantuvo siguiendo los niveles de profundidad máximos permitidos en cada una de las certificaciones de buceo recreativo para la mayoría de las asociaciones de buceo (principiante hasta los 12 m, certificado hasta los 18 m y avanzado hasta los 30 m).
- Metodología: se registra la profundidad a la que se encuentra el fondo del sitio mediante la computadora de buceo. Lo que se está midiendo es la profundidad a la que se encuentra el fondo, y no a la que se encuentra el buceador. Aquellos fondos ubicados a más de 30 metros caen dentro de la misma categoría en la escala de valores, por lo que no hace falta que el buceador alcance profundidades mayores a 30 metros para medir este indicador.

## Indicador 1.2 – Corriente en superficie

- Descripción: intensidad de las corrientes presentes en la superficie del sitio de buceo
- Justificación: la presencia de corrientes en superficie fuertes disminuye la seguridad en un sitio de buceo dado que exigen al buceador un descenso más rápido. También pueden desplazar a los buceadores del sitio de buceo durante el ascenso, por lo que en presencia de corrientes superficiales fuertes es importante que el capitán de la embarcación esté muy pendiente de los buceadores durante todo el recorrido.
- Adaptación al PNR: el PNR está influenciado por la Corriente de California, la Corriente Norecuatorial y la Corriente Costera de Costa Rica. En las vecindades de las islas del PNR, la corriente se establece generalmente hacia el sur, con una velocidad de 0.5 a 1 nudo (CONANP 2019). Por lo tanto, se esperan mayores corrientes en superficie en los sitios ubicados en la zona norte de las islas.
- Metodología: se propone el uso de un derivador de superficie construido de forma manual mediante una boya atada a dos tablas en forma de cruz que incrementen la resistencia con el agua (Figura 6). Se deja el objeto a la deriva, y se mide la distancia recorrida a lo largo de 5 minutos con la ayuda de un sistema de posicionamiento global (GPS). Se recomienda esperar un minuto antes de empezar a tomar el tiempo para que el objeto se estabilice. Se convierte

la velocidad obtenida en metros por min (m/min) a metros por segundo (m/s). La velocidad resultante clasificará el grado de la corriente en las 4 categorías establecidas en la escala de valores para este indicador (fuerte, moderada, suave o nula). Las agencias de titulación han determinado que la velocidad máxima de natación sostenible por un buceador físicamente preparado y completamente equipado es de alrededor de 1 nudo (0.5 m/seg) (Coleman, 2008), por lo que las corrientes superiores a esa velocidad se consideran fuertes.



**Figura 6.** Diseño ilustrativo sobre el derivador para medir corrientes superficiales (izquierda) e imagen del derivador construido manualmente para la aplicación del protocolo al PNR (derecha).

### Indicador 1.3 – Corriente de fondo

- Descripción: intensidad de las corrientes presentes durante el buceo
- Justificación: las corrientes de fondo pueden variar en dirección e intensidad con las corrientes superficiales, siendo usualmente las corrientes de fondo de menor intensidad que las superficiales. La intensidad y dirección de las corrientes de fondo tienen una gran influencia en la planificación de una inmersión y en el nivel de experiencia necesario por parte de los buceadores. El buceo en corrientes usualmente implica dejarse llevar por las corrientes cuando el sitio es suficientemente extenso para realizar un largo recorrido en una misma dirección. Sin embargo, en algunas ocasiones hay que nadar en contra de la corriente, lo que exige experiencia, una buena forma física y un buen consumo de aire de los buceadores.

- Adaptación al PNR: por ser un lugar aislado, los sitios de buceo en el PNR pueden estar expuestos a fuertes corrientes. Este es uno de los principales factores, junto con el nivel de profundidad, que convierten al PNR en un destino de buceo no apto para principiantes. La intensidad de las corrientes de fondo en el PNR varía constantemente según las condiciones oceanográficas, aunque suele ser mayor en aquellos sitios de buceo ubicados al norte de las islas. Dado que en el PNR la mayoría de los sitios de buceo se concentran en un área específica, ante la presencia de corrientes, los buceadores no pueden dejarse llevar por la corriente ya que los sacaría del sitio de buceo. Eso exige que los buceadores tengan experiencia y buena condición física para nadar a contracorriente en caso de ser necesario.
- Metodología: se evalúa la intensidad de la corriente de fondo en función del esfuerzo que tenga que hacer el buceador/a para mantenerse en un punto fijo. El nivel de esfuerzo ejercido determinará el grado de la corriente en 4 categorías (fuerte, moderada, suave o nula), tal y como se especifica en el Cuadro 5. Se toma en cuenta el nivel de corriente más fuerte que se haya registrado en algún punto del buceo. Si la corriente es a favor, el observador deberá de ponerse en contra de la corriente momentáneamente para evaluar su intensidad.

#### **Indicador 1.4 – Mar de fondo**

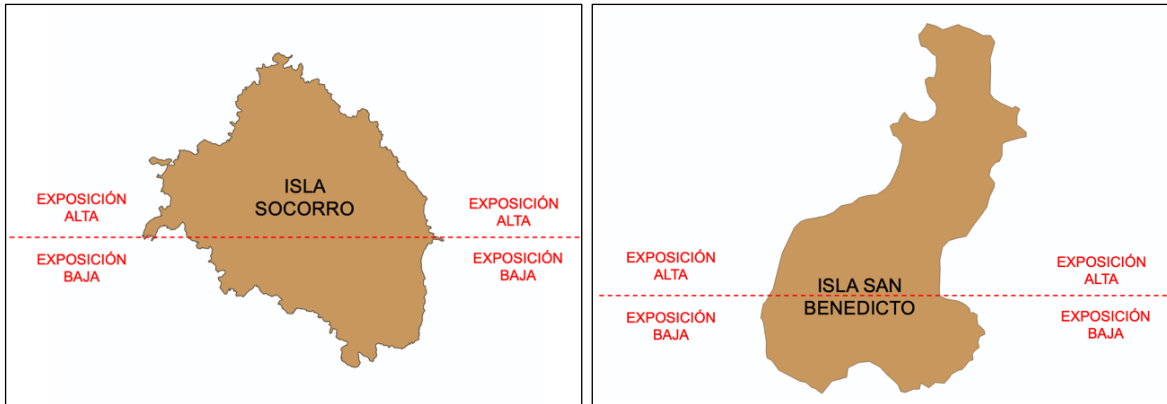
- Descripción: movimiento del agua hacia delante y detrás a causa de la acción de las olas
- Justificación: el mar de fondo tiene un efecto directo en los buceadores dado que los empuja hacia delante y hacia atrás dificultando una natación normal y en muchas ocasiones aumentando el esfuerzo físico y el consumo de aire. El mar de fondo suele levantar las partículas del fondo disminuyendo la visibilidad en un sitio de buceo. La intensidad del mar de fondo está asociada al tamaño y periodo del oleaje. Cuanto mayor es el tamaño de las olas, el mar de fondo será más intenso y se sentirá a una mayor profundidad. El mar de fondo suele intensificarse en sitios someros, en espacios reducidos limitados por las rocas y cerca de la costa. Existen técnicas para reducir el esfuerzo de natación en presencia de mar de fondo, tales como no luchar en contra, sino más bien aprovechar el impulso hacia adelante para desplazarse. También es importante tener una buena flotabilidad para no chocar con el fondo o paredes rocosas. El mar de fondo requiere de experiencia y puede ser peligroso para buceadores no experimentados.
- Adaptación al PNR: por su ubicación y por la influencia de distintas corrientes convergentes, el PNR puede estar expuesto a un oleaje alto (CONANP 2019), que puede generar mar de fondo en las inmersiones. Los sitios más expuestos al mar de fondo suelen ser los sitios más expuestos a corrientes y oleajes, que en el PNR son los sitios ubicados al norte de las islas.
- Metodología: de forma parecida con las corrientes de fondo, se evaluará la intensidad del mar de fondo en función del esfuerzo que tenga que hacer el buceador/a para mantenerse en un punto fijo. El nivel de esfuerzo ejercido determinará el grado del mar de fondo en 4 categorías (fuerte, moderado, suave o nulo), tal y como se especifica en el Cuadro 5. Se toma en cuenta el nivel de mar de fondo más fuerte que se haya registrado en algún punto del buceo.

### Indicador 1.5 – Oleaje

- Descripción: medición subjetiva sobre el tamaño de las olas
- Justificación: el oleaje tiene un efecto sobre la seguridad de los buceadores porque afecta la técnica de subida de los buzos a las embarcaciones al terminar el buceo y además dificulta el seguimiento de los buzos desde la superficie y aumenta el riesgo de perder de vista a un buceador perdido en la superficie. Un mayor oleaje tiende a aumentar el mar de fondo, sobre todo en zonas poco profundas.
- Adaptación al PNR: por la forma en cómo se llevan a cabo las actividades de buceo recreativo en el PNR, es importante considerar el oleaje como un factor influyente en la seguridad de los participantes. Tanto el momento en el que los turistas suben a la panga después del buceo, como a la hora de que los turistas pasan de la panga a la embarcación principal, se pueden ver dificultados en presencia de un fuerte oleaje. Por ese motivo, muchas empresas operadoras en el PNR evitan realizar buceos en sitios de mucho oleaje.
- Metodología: dada la dificultad por evaluar la altura o tamaño de las olas de forma visual, se evaluará el nivel del oleaje considerando el efecto que pueda tener sobre el desarrollo de las actividades de buceo recreativo tal y como se especifica en el Cuadro 5.

### Indicador 1.6 – Grado de exposición

- Descripción: grado de exposición del sitio de buceo a vientos, corrientes y oleajes.
- Justificación: la ubicación de un sitio de buceo determina su nivel de exposición a las condiciones oceanográficas que pueden influir en la seguridad de un sitio de buceo tales como vientos, corrientes y oleajes. A pesar de que ya hay indicadores asociados a la intensidad de las corrientes y al mar de fondo derivado del oleaje, podría ser que, durante los días de evaluación, las condiciones del mar estén calmadas en un sitio que suele tener corrientes y oleajes intensos, o viceversa. Incluir este indicador en el protocolo nos garantiza que se toma en cuenta la probabilidad de que un sitio sea afectado por corrientes y oleajes debido a su ubicación, independientemente de las condiciones encontradas el día de la evaluación.
- Adaptación al PNR: se dividieron Isla San Benedicto e Isla Socorro en 2 partes según su grado de exposición usual a corrientes y oleajes con ayuda de biólogos y guías de buceo locales y considerando la dirección usual del oleaje desde el norte o noroeste. Los sitios con exposición baja son aquellos que se encuentran en el lado sur de las islas, los cuales reciben inclusive mayor protección si se encuentran en una bahía o protegidos por salientes rocosos. Los sitios de buceo con exposición alta serían los que se encuentran en el lado norte de las islas, y los de exposición más alta, aquellos islotes, pináculos o paredes que además se encuentran a una cierta distancia de la costa (en este caso a más de 1 km de la costa).
- Metodología: se evalúa el grado de exposición según la ubicación de los sitios en la zona de exposición alta o baja de Isla San Benedicto e Isla Socorro (Figura 7).



**Figura 7.** Mapas de las islas Socorro y San Benedicto indicando las zonas de exposición alta y baja establecidas en cada caso para evaluar el Indicador 1.6 (Grado de exposición).

### Indicador 1.7 – Distancia al sitio de evacuación más cercano

- **Descripción:** distancia desde el sitio de buceo a la base desde donde se pueden organizar evacuaciones a continente de forma más rápida.
- **Justificación:** el tiempo necesario para trasladar a un paciente desde el sitio de buceo a un centro médico o a un lugar de evacuación afecta a la seguridad que ofrece ese sitio a los buceadores. Los sitios más alejados son más inseguros dado que se requiere un mayor tiempo y esfuerzo logístico para trasladar al paciente hasta un centro médico, aumentando el riesgo de ser afectado por el accidente que haya sufrido.
- **Adaptación al PNR:** se adaptó el indicador según la ubicación de la base naval en Isla Socorro donde hay algunos servicios médicos y una pista aérea para evacuaciones a la cámara hiperbárica más cercana ubicada en Cabo San Lucas, Baja California Sur. Este indicador también está directamente relacionado con la capacidad de comunicación por radio con la base naval en Isla Socorro. Los sitios ubicados al sur de la isla pueden comunicarse con la base naval por radio, y a medida que te vas alejando la señal va disminuyendo hasta perderse en los sitios del norte de la isla o en San Benedicto.
- **Metodología:** se evalúa el grado de seguridad del sitio de buceo según la ubicación de los sitios de buceo respecto a la base naval ubicada al sur de la Isla Socorro. Los sitios de buceo ubicados en el sur de la Isla Socorro serán más seguros que los del norte, y esos serán más seguros que los sitios ubicados en Isla San Benedicto.

## 2.5.2. CRITERIO ATRACTIVO

El atractivo de un lugar de buceo es un factor estrechamente ligado con la satisfacción del visitante y por lo tanto con los beneficios socioeconómicos derivados del buceo recreativo en una AMP. A pesar de que el atractivo de un sitio de buceo es algo subjetivo y dependiente de los gustos, experiencias y expectativas de cada persona, existen algunos indicadores que coinciden entre la mayoría de los buceadores. Por ejemplo, especies de megafauna tales como tiburones, rayas, tortugas, delfines y ballenas son de gran interés para la mayoría. Sitios estructuralmente complejos y con presencia de arrecifes coralinos diversos forman un paisaje submarino que también suelen ser uno de los principales atractivos para muchos buceadores.

En el PNR, los sitios considerados como los más atractivos, y por lo tanto los más visitados, son aquellos donde se pueden observar especies pelágicas de megafauna. Mediante la aplicación de este protocolo, se espera identificar nuevos sitios de buceo (poco o nada usados) que permitan redistribuir la presión de uso entre una mayor cantidad de sitios de buceo. En este caso, el reto al que nos enfrentamos es, o bien encontrar sitios de buceo con agregaciones de megafauna pelágica que ofrezcan el mismo atractivo que los sitios actualmente más visitados, o bien, identificar sitios donde el tour-operador pueda ofrecer algún atractivo diferente a los visitantes a la vez que garantiza el desarrollo de la actividad de una forma más exclusiva. Se seleccionaron un total de 9 indicadores para medir el atractivo de los sitios, cada uno con su escala de valores adaptados al PNR (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Lista de indicadores con su escala de valores para medir el criterio ‘Atractivo’ en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

INDICADORES ATRACTIVO	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
(2.1) Riqueza de peces	1) Riqueza baja	Se observan menos de 20 especies de peces
	2) Riqueza media	Se observan entre 20 y 30 especies de peces
	3) Riqueza alta	Se observan entre 30 y 40 especies de peces
	4) Riqueza muy alta	Se observan más de 40 especies de peces
(2.2) Riqueza de especies emblemáticas	1) Riqueza nula	No se observa ninguna especie emblemática
	2) Riqueza baja	Se observan entre 1 y 2 especies emblemáticas
	3) Riqueza media	Se observan entre 3 y 4 especies emblemáticas
	4) Riqueza alta	Se observan más de 4 especies emblemáticas
(2.3) Riqueza de otras especies de interés	1) Riqueza nula	No se observa ninguna otra especie de interés
	2) Riqueza baja	Se observan entre 1 y 3 especies de interés
	3) Riqueza media	Se observan entre 4 y 7 especies de interés
	4) Riqueza alta	Se observan más de 7 especies de interés
(2.4) Abundancia de especies emblemáticas	1) Nula	No se observa ningún individuo
	2) Baja	Se observan entre 1 y 10 individuos
	3) Media	Se observan entre 11 y 20 individuos
	4) Alta	Se observan más de 20 individuos
(2.5)	1) Ausentes	No se registra ningún cardumen

INDICADORES ATRACTIVO	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
<b>Cardúmenes de peces óseos</b> (> 100 individuos)	2) Escasos	Se registran entre 1 y 3 cardúmenes
	3) Frecuentes	Se registran entre 3 y 4 cardúmenes
	4) Abundantes	Se registran más de 4 cardúmenes
(2.6) <b>Formaciones geológicas</b>	1) Ausentes	No hay formaciones geológicas a destacar
	2) No destacables	Formaciones geológicas presentes en el sitio, pero que no destacan por su atractivo
	3) Destacables	Formaciones geológicas atractivas pero ninguna imprescindible, ya que hay otros atractivos relevantes
	4) Imprescindibles	Formaciones geológicas específicas que representan uno de los principales atractivos del sitio (cuevas, túneles, arcos, paredes, acantilados etc.)
(2.7) <b>Cobertura del sustrato</b>	1) Muy pobre y muy dispersa	Índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de cobertura menor al 20%
	2) Pobre y dispersa	Índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de cobertura entre 20 y 40%
	3) Diversa y extensa	Índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de cobertura entre 40 y 60%
	4) Muy diversa y muy extensa	Índice de diversidad y ocurrencia de las distintas categorías morfológicas de cobertura > 60%
(2.8) <b>Visibilidad</b>	1) Baja	Visibilidad inferior a 10 metros
	2) Regular	Visibilidad entre 10 y 15 metros
	3) Buena	Visibilidad entre 15 y 20 metros
	4) Muy buena	Visibilidad superior a 20 m
(2.9) <b>Percepción del observador/a</b>	1) Malo	Promedio de las percepciones individuales entre 1 y 1.5 en una escala del 1 al 4
	2) Promedio	Promedio de las percepciones individuales entre 1.6 y 2.5 en una escala del 1 al 4
	3) Bueno	Promedio de las percepciones individuales entre 2.6 y 3.5 en una escala del 1 al 4
	4) Magnífico	Promedio de las percepciones individuales entre 3.6 y 4 en una escala del 1 al 4

A continuación, se describen los indicadores seleccionados para el criterio de atractivo, se justifica su selección, se describen en el contexto del PNR y se presentan los métodos a seguir para su medición.

### Indicador 2.1 – Riqueza específica de peces

- **Descripción:** cantidad de especies de peces óseos y cartilaginosos observadas durante el recorrido, lo que se conoce como diversidad alfa.
- **Justificación:** Los peces juegan un papel muy importante en los arrecifes coralinos, ya que poseen una gran diversidad de funciones. La riqueza de especies es un indicativo de la diversidad y estado de salud del arrecife, y puede ser interpretado como un indicador de fuentes de presión sobre el sistema (Espinoza & Salas 2005). Un arrecife saludable mantiene

poblaciones ícticas diversas las cuales, además de influenciar en la belleza paisajística del lugar, se asocian a grandes predadores, por lo que atraen al turismo del buceo recreativo.

- Adaptación al PNR: La ictiofauna reportada hasta el momento en el PNR está compuesta por 102 familias, con 254 géneros y 389 especies de peces (Fourriére et al. 2016), de las cuales 26 son endémicas del Archipiélago (CONANP 2019). Considerando que el promedio de peces registrados en el PNR durante censos visuales mediante transectos es menor al promedio registrado en la Isla del Coco (Fourriére et al. 2019), la escala de valores se adaptó con una puntuación máxima para aquellos sitios con más de 40 especies.
- Metodología: Para cuantificar la riqueza de especies de peces se utiliza la técnica del buzo errante en donde el observador nada libremente en el sitio de muestreo registrando tantas especies como sea posible durante 30 minutos (Jones & Thompson, 1978). Eso permite el registro tanto de especies asociadas con arrecifes coralinos y rocosos, como de especies pelágicas que pueden encontrarse a mayor distancia. Se debe de intentar mantener una velocidad de nado constante durante los buceos y fijarse tanto en los ambientes arrecifales como en el ambiente pelágico. En aquellos sitios donde el registro de especies pueda verse afectado por una mala visibilidad, se podrá optar por no considerar este indicador durante la evaluación de los resultados finales. Las especies observadas después de 30 minutos no se deberán de registrar, a no ser que sean especies emblemáticas (Indicador 2.2).

## **Indicador 2.2 – Riqueza de especies emblemáticas**

- Descripción: número de especies emblemáticas observadas durante el buceo. Las especies emblemáticas son aquellas altamente atractivas para el turismo del buceo recreativo y representan el interés principal de la mayoría de los buceadores que visitan el PNR.
- Justificación: la presencia de distintas especies emblemáticas en un mismo sitio es uno de los principales atractivos de un sitio de buceo. Es muy común que las personas que bucean organicen sus viajes de turismo alrededor de las actividades de buceo, y en muchos casos con el interés de ver una o varias especies en particular. Cuántas más de esas especies de interés se observen, más atractivo representa un sitio de buceo y mayor es la satisfacción de los visitantes.
- Adaptación al PNR: en el PNR gran mayoría de buceadores tienen como interés principal bucear con mantas gigantes, tiburones, delfines y ballenas (Álvarez Del Castillo 2020). Los elasmobranquios son el grupo más diverso de la comunidad de peces pelágicos, siendo un total de 28 las especies de tiburones registradas hasta el momento (Fourriére et al. 2016). Entre las especies emblemáticas de tiburones y rayas seleccionadas, las más reconocidas por su atractivo y mayor ocurrencia son la manta gigante (*Mobula birostris*), el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*), el tiburón puntas planteadas (*C. albimarginatus*), el tiburón galápagos (*C. galapagensis*), el tiburón puntas blancas de arrecife (*Triacaenodon obesus*) y el tiburón sedoso (*C. falciformis*). A parte de esas se seleccionaron algunas otras especies de tiburones que pueden ser

igualmente atractivas para los visitantes, pero que son menos abundantes y frecuentes de observar (Anexo 2). En cuanto a los mamíferos marinos, se seleccionaron todas las especies de delfines y ballenas registradas en el PNR y clasificadas con categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 (CONANP 2019). Entre esas las que más destacan son la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Anexo 2).

- Metodología: el registro de la riqueza de especies emblemáticas se realiza de la misma forma y al mismo tiempo que se toman los datos del Indicador 2.1 (Riqueza de peces). Una vez se genera la lista total de especies de peces, se cuentan cuántas de éstas son especies emblemáticas. En este caso, sin embargo, la persona a cargo tendrá que registrar además las especies emblemáticas que no sean peces, tales como delfines, ballenas y tortugas.

### **Indicador 2.3 – Riqueza de otras especies de interés**

- Descripción: número de especies que, a pesar de que no son las más emblemáticas, su presencia incrementa el atractivo de un sitio de buceo.
- Justificación: este indicador se creó con la finalidad de añadir un valor adicional al atractivo de aquellos sitios donde se registran especies que, aunque sean consideradas menos atractivas que las especies emblemáticas, puedan ser de interés para los visitantes y así justificar su uso para el buceo recreativo.
- Adaptación al PNR: este indicador se creó específicamente para el PNR, considerando la posibilidad de que los nuevos sitios a evaluar no presenten la misma diversidad y abundancia de especies de megafauna, tales como mantas, tiburones y delfines, que los sitios de mayor visitación (Indicador 2.2), pero que, sin embargo, presenten otras especies de interés permitiendo así una distribución más equitativa de la intensidad de uso entre sitios. Entre las especies de interés seleccionadas se encuentran rayas de fondo, tortugas marinas, pulpos, nudibranchios, caballitos de mar, langostas, morenas, lenguados y peces óseos pelágicos como atunes, dorados y picudos (Anexo 2).
- Metodología: el registro de la riqueza de especies de interés se realiza de la misma forma que se toman los datos del Indicador 2.1 (Riqueza de peces). En algunos casos se recomienda que la persona que está tomando datos sobre cobertura (Indicador 2.7) apoye en la toma de datos de las especies de interés ya que va a estar fijándose en el sustrato.

### **Indicador 2.4 – Abundancia de especies emblemáticas**

- Descripción: cantidad de individuos de especies emblemáticas observados
- Justificación: la abundancia de especies emblemáticas observadas en un buceo determina en gran medida su atractivo. No es lo mismo ver a un tiburón martillo, que ver a un cardumen de 50 individuos de tiburones martillo. Este es uno de los indicadores con una mayor influencia

en determinar el atractivo de un sitio de buceo en un lugar como el PNR, donde las personas esperan ver ciertas especies de tiburones, rayas, delfines y ballenas.

- Adaptación al PNR: calcular cuál es la abundancia de cada especie emblemática necesaria para considerar un buceo como un muy buen buceo, suele ser muy subjetivo ya que depende de la experiencia y expectativas de cada persona. La escala de valores elaborada para el PNR se elaboró considerando la opinión de los guías, según su nivel de experiencia y lo que saben que atrae la atención de los visitantes.
- Metodología: el registro de la abundancia de especies emblemáticas se realiza de la misma forma y al mismo tiempo en que se toman los datos del Indicador 2.1 (Riqueza de peces). En este caso, sin embargo, la persona a cargo tendrá que registrar la abundancia de individuos observados de todas las especies emblemáticas.

### **Indicador 2.5 – Cardúmenes de peces óseos**

- Descripción: conjunto de peces de la misma especie nadando en un grupo definido de más de 100 individuos hacia una misma dirección.
- Justificación: la abundancia de peces óseos en un buceo es un indicador importante de su atractivo. Sin embargo, anotar la abundancia de todas las especies observadas complicaría el monitoreo y exigiría un nivel de capacitación mayor por parte de los participantes. Este indicador se crea para registrar la cantidad de cardúmenes de peces óseos observados, dado que usualmente es lo que más llama la atención de los visitantes durante los buceos.
- Adaptación al PNR: la escala de valores de este indicador se redujo de 6 a 4 cardúmenes dado que en el PNR no es tan común encontrarse cardúmenes de peces de gran tamaño durante los buceos, y encontrarse más de 4 ya se considera algo muy atractivo para el lugar según la opinión de guías y guardaparques. En ambientes pelágicos del PNR las especies de peces óseos que suelen observarse formando cardúmenes son atunes y jureles y en ambientes arrecifales los peces roncadores (Haemulidae), pargos (Lutjanidae), el ángel clarión (*Holacanthus clarionensis*), entre otras especies arrecifales.
- Metodología: para estimar la abundancia de individuos que componen un cardumen, se cuentan los individuos en bloques de 10 individuos y se multiplica por el número de bloques que se estima componen el grupo. Es recomendable anotar la identificación de la especie que se registró formando la agrupación.

### **Indicador 2.6 – Formaciones geológicas**

- Descripción: formaciones geológicas formadas por estructuras rocosas o arrecifales que destacan por su atractivo.
- Justificación: la presencia de formaciones geológicas tales como cuevas, túneles, montículos, pináculos, etc. puede representar un gran atractivo para un sitio de buceo, independientemente de la diversidad y abundancia de vida marina que allí se encuentre.

- Adaptación al PNR: debido a su estructura de origen volcánico, las costas del Archipiélago consisten principalmente de paredes y plataformas escarpadas con una alta complejidad estructural (Ruiz-Sakamoto 2015). Algunas de las formaciones geológicas relevantes que actualmente se visitan en el PNR se encuentran en el sitio de buceo Las Cuevitas, en Isla San Benedicto, donde hay unas cuevas de fácil acceso ubicadas entre 12 y 15 m, y en Roca O'Neil, en Isla Socorro, donde hay un cráter de unos 15 metros de diámetro y un túnel con la entrada a 10 metros y la salida a 20 m. Mediante este indicador se pretenden buscar otras formaciones geológicas a destacar en el PNR.
- Metodología: El observador deberá anotar todas esas formaciones geológicas que le llaman la atención por presentar una composición y estructura que la diferencian de las adyacentes y que por lo tanto aportan un mayor atractivo al lugar de buceo. Esas formaciones deben formar parte del recorrido de buceo. Se debe fijar no solo en túneles y cuevas, sino en rocas o colonias de coral con una forma particular, paredes verticales, presencia de pináculos, etc.

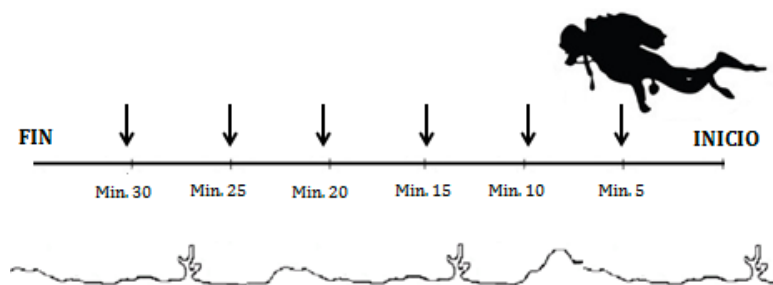
### **Indicador 2.7 – Cobertura del sustrato**

- Descripción: diversidad morfológica de organismos bentónicos que incrementan el atractivo de un sitio de buceo
- Justificación: La cobertura del sustrato es un factor que afecta a la belleza paisajística de un sitio de buceo. Una cobertura del sustrato con una mayor diversidad de organismos bentónicos, tales como corales pétreos, octocorales, esponjas, macroalgas, algas calcáreas, etc., se asocia con ecosistemas más saludables y resilientes, a la vez que aportan una mayor heterogeneidad a la composición del fondo que es atractiva a los ojos de los visitantes.
- Adaptación al PNR: este indicador se adaptó a los grupos morfológicos de las especies de corales, octocorales y esponjas del PNR, consideradas como los grupos de organismos bentónicos más atractivos que se pueden observar durante los buceos (Anexo 3). En las cuatro islas del PNR existen numerosos parches de arrecife coralino, aunque solamente en bahías someras de Isla Socorro y Clarión hay arrecifes verdaderos (Reyes-Bonilla, 2003). Las esponjas, consideradas uno de los grupos más conspicuos, están presentes en todas las islas y en todas las profundidades, con una mayor ocurrencia hacia las paredes (CONANP 2019).
- Metodología: el análisis de la cobertura del sustrato se realiza de manera visual sin necesidad de uso de transectos o cuadrantes, lo cual permite realizar el análisis a lo largo de todo el recorrido de buceo mientras se exploran nuevos sitios de buceo. Se utiliza como base la Tabla de Coberturas donde se debe registrar la presencia de distintas categorías morfológicas de organismos bentónicos clasificados en grupos tales como corales, octocorales y esponjas (Cuadro 7). En el Anexo 3 se muestran ejemplos de especies del PNR asociadas a cada una de las categorías morfológicas.

**Cuadro 7.** Grupos y categorías morfológicas adaptadas al PNR utilizadas para evaluar el indicador de cobertura del sustrato.

GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5	Min 10	Min 15	Min 20	Min 25	Min 30	Min 35	Min 40
CORALES PÉTREOS	Ramificados								
	Masivo								
	Incrustante o folioso								
	Vaso								
OCTOCORALES	Arbustivo								
	Abanico								
ESPONJAS	Incrustantes								
	Globular								

Para la toma de datos, el observador/a seguirá el recorrido de buceo establecido realizando paradas cada 4 minutos durante el buceo hasta alcanzar los 30 minutos, para marcar en la Tabla de Coberturas la presencia de todas las categorías morfológicas de cada grupo que sea capaz de identificar en un transecto imaginario de 5 metros de largo por 4 metros de ancho (2 m a cada lado). El monitoreo se inicia en el minuto 5 en el cual se registra con un 1 la presencia de las categorías morfológicas observadas en la columna correspondiente a ese minuto (Cuadro 7). Una vez realizado el transecto, el buceador seguirá nadando hasta pararse de nuevo cuando hayan transcurrido 4 minutos, es decir en el minuto 10 del buceo, para volver a realizar el mismo procedimiento. Por lo tanto, el observador deberá tomar los datos en el minuto 5, 10, 15, 20, 25 y 30 del recorrido, lo cual sería un total de 8 paradas separadas por intervalos de 4 minutos (Figura 8). Si no se pueden realizar las 8 paradas por el tipo de ruta o cualquier otro motivo, en el Excel donde se digitalizan los datos se deberá de marcar el número de paradas realizadas ya que eso estandarizará los resultados obtenidos.



**Figura 8.** Representación visual de la toma de datos sobre la diversidad de cobertura del sustrato. Las flechas representan las paradas a realizar en intervalos de 5 minutos.

Esta metodología permite registrar no solo la **diversidad** de categorías morfológicas encontradas sino también la **ocurrencia** de cada una estas a lo largo del recorrido, lo cual se utiliza como una

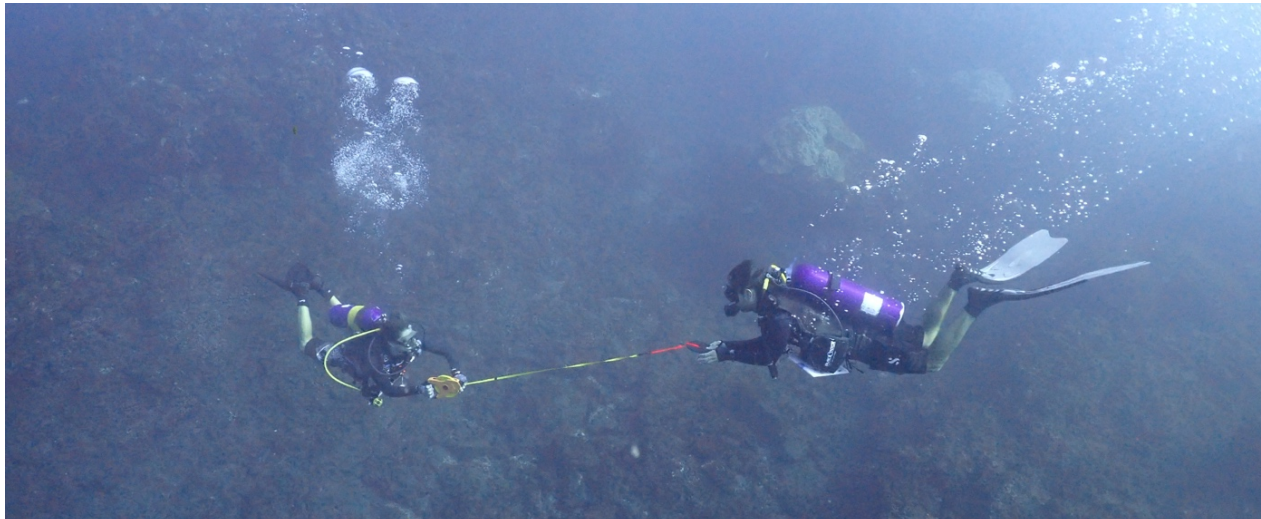
medida indirecta de la extensión de los distintos tipos de cobertura en el sustrato. Se considera que un lugar es más atractivo cuanto mayor sea la diversidad (mayor cantidad de categorías morfológicas registradas) y mayor sea la ocurrencia y por lo tanto la extensión de cada una de las categorías morfológicas (mayor cantidad de registros con presencia de cada categoría).

La escala de valores para este indicador se evalúa mediante un índice que combina tanto la diversidad como la ocurrencia de las distintas categorías morfológicas. Para calcular la diversidad se suman la cantidad de categorías que estuvieron presentes en alguna de las paradas realizadas durante el monitoreo. Para calcular la ocurrencia, se suman la cantidad de veces en que se registró cada una de las categorías considerando el número de paradas realizadas. Adicionalmente, se calcula cuál sería el valor máximo de diversidad y ocurrencia en el caso de que aparecieran todas las categorías morfológicas en todas y cada una de las paradas realizadas durante el monitoreo. Posteriormente, se multiplican ambos valores para obtener el valor máximo de cobertura posible en cuanto a diversidad y ocurrencia de las categorías morfológicas asociadas a la cobertura del sustrato. Finalmente, se calcula el valor específico de cobertura del sitio evaluado multiplicando el valor obtenido para diversidad por el valor obtenido por ocurrencia y se calcula el porcentaje al que corresponde respecto al valor máximo de cobertura anteriormente calculado. En el Anexo 4 se presenta un ejemplo de cómo realizar los cálculos.

### **Indicador 2.8 – Visibilidad**

- Descripción: distancia a la que un objeto bajo el agua puede ser fácilmente identificado.
- Justificación: la visibilidad en un sitio de buceo es uno de los factores más importantes a la hora de determinar la experiencia de un buceador en el agua. Una visibilidad reducida debido a la alta sedimentación, alta productividad o remoción del sustrato, entre otras posibles causas, disminuye el atractivo de un sitio dado que limita la distancia a la que se pueden observar los organismos y en general disminuye la belleza paisajística del lugar.
- Adaptación al PNR: la visibilidad promedio en los sitios de buceo del PNR suele variar entre 15 y 25 metros, lo cual se considera una buena visibilidad. Los sitios en donde eventualmente disminuye la visibilidad son aquellos ubicados en la zona sur de la isla de San Benedicto debido al sedimento del volcán Bárcena, que impulsado por los vientos del norte puede caer al agua aumentando su turbidez.
- Metodología: Para una mayor objetividad se realiza la prueba con el disco Secchi horizontal entre dos observadores. El disco Secchi es una lámina circular la superficie de la cual se divide en 4 partes, 2 blancas y 2 negras alternadas. Uno de los observadores sujeta el disco Secchi atado a una cinta métrica y se aleja del otro observador, el cual sujeta el rollo de cinta métrica (Figura 9). Se determina la visibilidad cuando el observador que sujeta la cinta métrica deja de ver de manera definida la diferencia entre el color blanco y negro del disco. Dentro de la medida de lo posible se intenta realizar esta prueba a la misma profundidad en todos los sitios evaluados para evitar cambios en los resultados debido a ésta. Si no es posible la prueba debido a las condiciones ambientales (como corrientes, oleaje, resaca, etc.) se deberá obtener

el valor de la visibilidad realizando la media de las valoraciones subjetivas de todos los observadores.



**Figura 9.** Dos observadores realizando la prueba de visibilidad mediante el disco Secchi horizontal en el PNR. Crédito: Marta Cambra.

### **Indicador 2.9 – Percepción del observador/a**

- Descripción: opinión subjetiva de cada uno de los participantes del monitoreo sobre el atractivo del sitio de buceo evaluado de forma cuantitativa.
- Justificación: El mundo marino comprende un sinfín de organismos, formaciones y otras características físicas y biológicas, imposibles de definir con un valor numérico, y cada persona que se sumerja en ese ambiente puede ser capaz de absorber y disfrutar de ese lugar de una forma distinta. Por ejemplo, la transparencia del agua y la forma en cómo los rayos del sol inciden en ese lugar, la temperatura del agua, el conjunto de formaciones rocosas que lo componen, todo esos son aspectos que inciden en la opinión final de cada una de las personas que buceen en ese lugar. Este indicador por lo tanto pretende reflejar el sentimiento que cada lugar es capaz de transmitir a las personas que en él bucean.
- Adaptación al PNR: se ajustó la escala de valores del 1 al 4, en lugar de del 1 al 10 por una mayor facilidad a la hora de asignar las puntuaciones.
- Metodología: Cada buceador que forma parte del equipo de exploración aporta una puntuación del 1 al 4 de forma anónima justo al finalizar la inmersión según la descripción de cada clasificación en la escala de valores del indicador.

### 2.5.3. CRITERIO RESILIENCIA

Teniendo en cuenta que el desarrollo de actividades turísticas como el buceo recreativo tienen el potencial de crear presión sobre los ambientes visitados (Harriott et al. 1997, Lloret et al. 2006), antes de abrir un sitio al uso público, es importante evaluar el estado del ecosistema y su potencial vulnerabilidad ante la presencia de esta actividad turística. Más aun cuando se trata de AMP que tiene como principal objetivo la conservación de la naturaleza.

A continuación, se muestran los indicadores evaluados para el criterio 'Resiliencia' (Cuadro 8). En la versión original del protocolo a este criterio se le llamó 'Vulnerabilidad', sin embargo, eso implicaba utilizar una escala de valores invertida en donde valores altos indicaban una alta vulnerabilidad y por lo tanto era algo negativo a la hora de evaluar el potencial del sitio para el buceo recreativo. En la adaptación del PNR, este criterio se cambió por 'Resiliencia' para así poder usar una escala de valores en donde valores más altos indiquen un mayor potencial para el buceo, al igual que los criterios de 'Atractivo' y 'Seguridad'. Eso facilita el análisis e interpretación de resultados, explicados más adelante.

**Cuadro 8.** Lista de indicadores con su escala de valores para medir el criterio 'Resiliencia' en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo.

INDICADORES RESILIENCIA	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
(3.1) <b>Estaciones de limpieza especies emblemáticas</b>	1) Actividad alta	Hay acción de limpieza. Se observan más de 6 individuos de especies emblemáticas siendo limpiados.
	2) Actividad media	Hay acción de limpieza. Se observan entre 3 y 6 individuos de especies emblemáticas siendo limpiados.
	3) Actividad baja	Hay acción de limpieza. Se observan entre 1 y 2 individuos de especies emblemáticas siendo limpiados.
	4) Actividad nula	No hay acción de limpieza. No se observa ningún individuo de especie emblemática siendo limpiado.
(3.2) <b>Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas</b> Juveniles o hembras embarazadas, individuos en descanso, alimentación o cortejo	1) Abundantes	Se observan 10 o más individuos con comportamientos o estadios vulnerables
	2) Presentes	Se observan menos de 10 individuos con comportamientos o estadios vulnerables
	3) Potenciales	Se observan especies emblemáticas, pero ningún individuo con comportamientos o estadios vulnerables
	4) Ausentes	No se observan especies emblemáticas
(3.3) <b>Densidad de organismos sésiles frágiles</b> (Corales y octocorales)	1) Alta	Más del 60% del área evaluada está cubierta por organismos sésiles frágiles
	2) Media	Entre el 40 y el 60% del área evaluada está cubierta por organismos sésiles frágiles
	3) Baja	Entre el 20 y el 40% del área evaluada está cubierta por organismos sésiles frágiles
	4) Muy baja	Menos del 20% del área evaluada está cubierta por organismos sésiles frágiles

INDICADORES RESILIENCIA	ESCALA DE VALORES	DESCRIPCIÓN
(3.4) <b>Zona de anclaje</b>	1) Inadecuada	Fondo principalmente rocoso donde abundan corales, octocorales u otros organismos frágiles
	2) Tolerable	Fondo principalmente rocoso donde abundan algas, balanos u otros organismos no frágiles
	3) Adecuada	Fondo principalmente arenoso con presencia de algunos organismos frágiles dispersos
	4) Ideal	Fondo completamente arenoso sin presencia de organismos frágiles
(3.5) <b>Tamaño del sitio</b>	1) Muy pequeño	El sitio se concentra en una zona concreta que se podría recorrer hasta dos veces en un buceo sin corrientes
	2) Pequeño	El sitio se concentra en una zona concreta que se podría recorrer una sola vez durante un buceo sin corrientes
	3) Amplio	El sitio se extiende más allá de lo que se podría recorrer sin corrientes, pero se podría recorrer completo con corrientes
	4) Muy amplio	El sitio se extiende más allá de lo que es posible recorrer en un buceo, inclusive con corrientes
(3.6) <b>Tipo de recorrido</b>	1) Por el fondo	Todo el recorrido se realiza sobre el fondo marino
	2) Cercano al fondo	El recorrido se realiza mayoritariamente sobre el fondo, pero hay parte del recorrido en la columna de agua
	3) Lejano al fondo	El recorrido se realiza mayoritariamente en la columna de agua, pero hay parte del recorrido sobre el fondo
	4) Sin fondo	Todo el recorrido se realiza en la columna de agua
(3.7) <b>Otros factores de estrés</b> (Corales blanqueados, enfermos o rotos, especies invasoras, turbidez, contaminación, zonas de anclaje cercanas, alta visitación turística)	1) En exceso	Se observan más de 2 factores de impacto ecológico
	2) Abundantes	Se observan 2 factores de impacto ecológico
	3) Presentes	Se observa 1 factor de impacto ecológico
	4) Ausentes	No se observa ningún factor de impacto ecológico

A continuación, se describen los indicadores seleccionados para el criterio 'Resiliencia', se justifica su selección, se describen en el contexto del PNR y se presentan los métodos a seguir para su medición.

### Indicador 3.1 – Estaciones de limpieza de especies emblemáticas

- **Descripción:** áreas definidas donde especies emblemáticas, están sujetas a acciones de limpieza (remoción de parásitos externos o internos, piel muerta o mucus) por parte de especies limpiadoras (usualmente peces óseos en el caso de tiburones y rayas).
- **Justificación:** las interacciones simbióticas que se llevan a cabo entre las especies en los ecosistemas marinos tienen un efecto directo sobre la supervivencia y diversidad de las especies involucradas (Vaughan et al., 2016). En particular, las interacciones de limpieza favorecen directamente a la salud de los organismos por medio de la remoción de parásitos externos y piel muerta, e indirectamente a los patrones migratorios de especies y al aumento

de la diversidad y abundancia local, particularmente en islas oceánicas (Grutter et al. 2003). Los estudios realizados hasta el momento en el PNR no han encontrado una relación negativa entre el número de buceadores y la abundancia o comportamiento de los tiburones (González-González 2016, Cacho-Movellan 2022), sin embargo, no se han realizado estudios que evalúen los posibles efectos de los buzos en las interacciones de limpieza de tiburones y rayas. La presencia de buceadores puede llegar a interrumpir las acciones de limpieza, sobre todo en sitios donde la intensidad de uso es muy alta (Gonzalez-Perez & Cubero-Pardo 2010, Gómez-García et al. 2021).

- **Adaptación al PNR:** en todas las islas del PNR existen estaciones de limpieza relativamente estacionarias y predecibles para especies emblemáticas, siendo las mantarrayas oceánicas (*Mobula birostris*) una de las especies que hacen mayor uso de éstas, lo que permite interacciones muy cercanas con los buceadores (Gómez-García et al. 2021). Otras especies emblemáticas que hacen uso de las estaciones de limpieza son el tiburón puntas plateadas (*C. albimarginatus*), el tiburón galápagos (*C. galapagensis*), el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el tiburón sedoso (*C. falciformis*) y el tiburón tigre (*G. cuvier*) (Nicolás-Chávez 2022). La principal especie limpiadora es el ángel de Clarión (*Holacantus clarionensis*), sin embargo, hay otras especies limpiadoras como el pez mariposa (*Johnrandallia nigrirostris*), el jurel negro (*Caranx lugubris*), la vieja mexicana (*Bodianus diplotaenia*), la chopo rayada (*Kyphosus vaigiensis*), la chopo de Revillagigedo (*Kyphosus sectatrix*) y la vieja arcoiris de cortés (*Thalassoma lucasanum*) (Nicolás-Chávez 2022).
- **Metodología:** durante el recorrido de buceo, el observador/a deberá de registrar la presencia de especies emblemáticas siendo limpiadas. En caso de identificar comportamientos de limpieza deberá de registrar cuántos individuos están siendo limpiados. Se recomienda registrar cuál es la especie de pez limpiadora en cada caso.

### Indicador 3.2 – Comportamientos clave de especies emblemáticas

- **Descripción:** registro de comportamientos ecológicamente importantes realizados por especies emblemáticas que podrían verse afectados por la presencia recurrente de buceadores en un sitio de buceo.
- **Justificación:** con el aumento de las actividades de buceo recreativo y el desarrollo de tecnología que facilita el acceso a ambientes marinos, han incrementado las interacciones entre fauna marina y buceadores que precisamente buscan ese tipo de interacciones. La presencia y sonido de embarcaciones y el comportamiento de algunos buceadores hacia la fauna marina puede tener un efecto negativo sobre las especies dado que interrumpen o perturban comportamientos clave para su supervivencia tales como limpieza, descanso, alimentación, crianza y cortejo (Bejder et al. 2006). Eso se intensifica en aquellos lugares con una mayor tasa de visitación dado que el sitio de buceo no descansa y está constantemente sujeto a los posibles efectos derivados de las actividades de buceo recreativo.

- Adaptación al PNR: en el PNR se han registrado una variedad de comportamientos clave por parte de especies emblemáticas. Por ejemplo, las zonas costeras y someras del Archipiélago son clave para la reproducción de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), especie sujeta a protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010, así como para la crianza y alimentación de sus ballenatos. Actualmente, es el área más prístina para su reproducción, en el Pacífico Norte, por lo que es un lugar de vital importancia para la conservación de esta especie (CONANP 2019). También es una zona de anidación, alimentación o reproducción de cuatro especies de tortugas marinas: tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga prieta (*Chelonia agassizii*), todas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 bajo la categoría de peligro de extinción. El PNR también es un lugar importante para la alimentación, reproducción y movimiento de especies de mamíferos marinos, incluyendo delfines, cetáceos y zífidos (Trejo-Albarrán et al., 2017), todos incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010. Por ejemplo, se han identificado posibles zonas de crianza del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) cerca del Boiler, en Isla San Benedicto (Carone et al. 2023). Otra especie emblemática que utiliza el PNR como zonas de crianza es el tiburón puntas plateadas (Muntaner López et al. 2016).
- Metodología: el observador/a deberá de registrar los comportamientos realizados por las especies emblemáticas observadas, tanto si estos se consideran comportamientos clave como si no, para posteriormente interpretarlos con el grupo de trabajo. El observador/a deberá de prestar especial atención a indicios de comportamientos claves tales como:
  - Presencia de crías o juveniles de especies emblemáticas (en este caso se deberá de registrar el tamaño de esos individuos)
  - Presencia de “bait balls” o agregaciones de especies pelágicas alimentándose
  - Observación directa de individuos alimentándose o persiguiendo a sus presas
  - Comportamientos de cortejo (se pueden observar en mantas, por ejemplo)
  - Individuos descansando en la arena

### Indicador 3.3 – Densidad de organismos sésiles frágiles

- Descripción: densidad de corales pétreos y octocorales en aproximadamente 20 m<sup>2</sup>
- Justificación: el buceo recreativo puede resultar en el deterioro de las comunidades bénticas debido a que los buzos pueden llegar a dañar a los organismos marinos mediante el contacto físico (Luna et al. 2009). Aunque el daño producido a nivel individual es usualmente menor, existen evidencias de que los efectos acumulativos de los disturbios pueden causar una destrucción significativa localizada (Lloret et al. 2006).
- Adaptación al PNR: la estructura física del arrecife del archipiélago presenta, en su mayoría, poco desarrollo (Aguirre-Muñoz et al. 2015). Se han reportado arrecifes coralinos, la mayoría del género *Pocillopora*, que pueden llegar a cubrir más del 20 por ciento del fondo en algunos sitios específicos de las islas Clarión y Socorro (CONANP 2019). Sin embargo, en la mayoría

de los sitios donde se desarrolla el buceo recreativo el sustrato predominante es roca con organismos sésiles poco frágiles, como macroalgas o balanos. La escala de valores se adaptó de forma que se identifiquen aquellos sitios con una mayor densidad de organismos frágiles, considerando que éstos no son el tipo de sustrato predominante en el archipiélago.

- **Metodología:** para la toma de datos de este indicador se debe de seguir la misma metodología que en el Indicador 2.9 del criterio 'Atractivo', pero en este caso se anotarán la abundancia y el tamaño aproximado de las colonias o individuos de corales pétreos u octocorales observados de cada categoría morfológica definida descrita para el Indicador 2.9, o bien a nivel de especie en el caso de que el observador tenga ese conocimiento. El observador deberá de calcular el tamaño de las colonias o individuos observados en el transecto de monitoreo (5 m largo, 4 m ancho) para así obtener un único valor del espacio ocupado por esa especie o categoría morfológica en m<sup>2</sup>. Posteriormente se deberán de sumar los m<sup>2</sup> obtenidos en todas las paradas realizadas para cada uno de esos grupos para finalmente realizar una sumatoria del total del área cubierta por organismos frágiles en el total del área evaluada. El total del área evaluada variará según la cantidad de paradas realizadas y se debe de adaptar en el Excel de digitalización de datos. Si se hacen 6 paradas, por ejemplo, el área evaluada serían 120 m<sup>2</sup> (20 m<sup>2</sup> en cada parada, y ese valor multiplicado por 6 paradas). Se recomienda que primero se registren los datos de este indicador, y a partir de esos se realicen los cálculos necesarios para el Indicador 2.9 del criterio de Atractivo.

### **Indicador 3.4 – Zona de anclaje**

- **Descripción:** análisis de la vulnerabilidad de un sitio de buceo según el tipo de cobertura de sustrato presente en el área disponible para anclaje.
- **Justificación:** el anclaje de embarcaciones ha sido identificado como uno de los principales impactos derivados de las actividades turísticas en ambientes marinos. El anclaje es particularmente dañino en aquellas áreas cubiertas por organismos frágiles que pueden romperse o arrancarse por el contacto físico con las anclas.
- **Adaptación al PNR:** mediante este indicador se pretende evaluar el tipo de fondo presente en la zona seleccionada para el anclaje durante la evaluación de los sitios de buceo visitados. En algunos casos y siempre que sea posible, se podrán utilizar las zonas de anclaje actualmente designadas en el PNR donde predominan fondos arenosos poco vulnerables a los potenciales efectos derivados del anclaje (CONANP 2019). Sin embargo, inclusive en esas zonas se ha reportado fragmentación del hábitat en algunos sitios, como El Cañón y Cabo Pearce, a consecuencia del anclaje de las embarcaciones que los visitan (Álvarez Del Castillo 2020).
- **Metodología:** una vez anclada la embarcación principal, se deberá de realizar un descenso por la línea de amarre, para evaluar el tipo de fondo existente y con base al fondo observado evaluar la escala de valores para este indicador.

### Indicador 3.5 – Tamaño del sitio

- Descripción: evaluación categórica del tamaño del sitio de buceo.
- Justificación: los impactos derivados del buceo recreativo tienden a aumentar en sitios de buceo pequeños donde los buceadores se mantienen estáticos o en poco movimiento en una misma zona durante periodos de tiempo largos (Barker & Roberts 2004).
- Adaptación al PNR: este indicador se añadió por primera vez en este protocolo adaptado al PNR y pretende reflejar la diferencia en tamaño de los sitios evaluados y cómo eso podría llegar a afectar a los sitios evaluados.
- Metodología: evaluar el tamaño del sitio según la descripción en la escala de valores para este indicador (Cuadro 8).

### Indicador 3.6 – Tipo de recorrido

- Descripción: evaluación del tipo de recorrido según si se bucea cerca o lejos del fondo.
- Justificación: los sitios donde el recorrido de buceo ocurre cerca del fondo tienden a recibir mayores tasas de contacto que aquellos sitios en donde el buceo se realiza sobre la columna de agua debido a la elevada profundidad.
- Adaptación al PNR: este indicador se añadió por primera vez en este protocolo adaptado al PNR y pretende diferenciar aquellos sitios en donde se realiza un recorrido por el fondo de aquellos sitios más profundos con el fondo menos accesible a los buceadores.
- Metodología: evaluar el tipo de recorrido según la descripción en la escala de valores para este indicador (Cuadro 8).

### Indicador 3.7 – Otros factores de estrés

- Descripción: registro de otros factores de estrés que podrían aumentar la vulnerabilidad de un sitio de buceo a los potenciales impactos derivados del buceo recreativo
- Justificación: este indicador sirve para reportar la presencia de otros factores que también pueden llegar a aumentar la vulnerabilidad de un ecosistema pero que no están presentes en la matriz de valoración ya que no se pueden desglosar en una escalera de valores o bien no suelen ser factores recurrentes en el PNR.
- Adaptación al PNR: se seleccionaron aquellos factores de impacto ecológico que podrían estar presentes pero que no suelen ser muy frecuentes en el PNR. Entre ellos se encuentran la presencia de corales rotos, blanqueados o enfermos, la presencia de residuos sólidos o líneas de pesca, la presencia de zonas de anclaje cercanas que pueden ejercer un impacto por fragmentación de hábitats frágiles o por contaminación acústica, sedimentación y alta visitación turística.

- **Metodología:** el observador/a debe de registrar la presencia o ausencia de cada uno de los siguientes factores de estrés seleccionados para el PNR:
  - Cantidad de colonias de corales pétreos rotos, blanqueados o enfermos: se considerará la presencia de este factor cuando se registren más de 10 colonias con alguna de esas condiciones.
  - Cantidad de octocorales enfermos: se considerará la presencia de este factor cuando se registren más de 10 individuos enfermos.
  - Cantidad de residuos sólidos o líneas de pesca: se considerará la presencia de este factor cuando se encuentren más de 5 residuos sólidos o más de 30 metros de líneas de pesca.
  - Presencia de zonas de anclaje cercanas: se considerará la presencia de este factor cuando exista una zona de anclaje frecuentemente utilizada por embarcaciones de turismo a menos de 500 metros del sitio.
  - Turbidez o sedimentación: se registrará la presencia de este factor cuando la visibilidad haya salido < 5 metros.
  - Especies invasoras: se considerará la presencia de este factor cuando se registre por lo menos 1 especie invasora. Según las entrevistas realizadas y según la literatura publicada, actualmente no hay registros de especies invasoras en el PNR. Sin embargo, se incluye este factor porque podrían ser llegar a ser registradas en un futuro.
  - Alta visitación turística: se registrará la presencia de este factor cuando se evalúen sitios altamente visitados en el PNR (Roca Partida, El Cañón, Cabo Pearce, El Boiler, Punta Tosca y El Fondeadero), o sitios con niveles de visitación semejantes.

## **2.6. Metodología para la aplicación del protocolo**

A continuación, se presenta la metodología a seguir para la aplicación del protocolo adaptado al PNR, incluyendo la distribución de indicadores entre los participantes, pasos y recomendaciones metodológicas y el equipo de monitoreo necesario.

### **2.6.1. Distribución de indicadores entre los participantes**

La aplicación del protocolo consiste en medir todos los indicadores en cada uno de los buceos o visitas realizadas en cada uno de los sitios a evaluar. El número de personas necesarias para la aplicación del protocolo variará según la cantidad de indicadores que se asignen a cada persona. Considerando los indicadores adaptados al PNR, se recomienda un mínimo de 5 personas para la aplicación del protocolo con las siguientes responsabilidades (Cuadro 9):

- **Observador 1:** elaboración de un mapa durante todo el recorrido del buceo que incluya la forma y tamaño de las formaciones rocosas observadas, los distintos tipos de fondo, cambios en la profundidad, cambios de dirección del recorrido durante todo el buceo y cualquier otro

rasgo que sea importante para describir el sitio de buceo mediante un mapa. Adicionalmente, entre el observador 1 y el observador 2 realizan la medición del indicador de 'visibilidad'.

- Observador 2: registro de todos los indicadores del criterio de 'Seguridad' y del indicador 'visibilidad' del criterio 'Atractivo' (con ayuda del observador 1). Además, el observador 2 debe de realizar una descripción escrita detallada del recorrido realizado en donde anote cambios en la profundidad, tipos de formaciones rocosas observadas, tipos de fondo, visibilidad, cambios en la temperatura, cambios de dirección y cualquier otro factor relevante que permita tener un registro escrito de cómo es ese sitio de buceo y qué ruta se siguió. Dado que este observador se va fijando en el recorrido realizado, también se le asigna el indicador 'formaciones geológicas' del criterio 'Atractivo'. Adicionalmente, antes de iniciar el buceo el observador 2 anota datos generales, entre los cuales se encuentran:
  - *Localidad*: área general en la que se aplica el protocolo, en este caso sería el PNR.
  - *Nombre del sitio*: si el sitio evaluado no tiene nombre, habrá que decidir un nombre adecuado para ese lugar. Se recomienda utilizar como referencia topónimos de accidentes topográficos ya descritos en el área como bajos, cabos, salientes, bahías, etc.
  - *Fecha y hora de inicio del buceo*
  - *Nombre del observador*: nombre de la persona que registra los datos generales
  - *Número de buzos integrantes del grupo*: se deben de contar todas las personas presentes en el agua, independientemente de si toman o no toman datos.
  - *Coordenadas del punto de inicio y punto de salida del buceo*
  - *Referencias visuales*: desde la panga y antes de caer al agua se deben de describir las referencias visuales que permiten encontrar el sitio de buceo en el caso de que no se tuviera un GPS. Es importante fijarse en distintos puntos de la costa que permitan encontrar el sitio mediante "triangulación" entre las distintas referencias visuales. Se recomienda tomar fotos que acompañen a la descripción textual.
  - *Temperatura*: se recomienda anotar la temperatura registrada en la computadora una vez ya finalizado el buceo
  - *Presencia y profundidad de la termoclina*
  - *Tiempo de buceo*
- Observador 3: registro del indicador 'riqueza de peces óseos' durante todo el buceo. Es importante que sea una persona ya capacitada y con experiencia en identificación de peces. En el caso de que no se disponga de un grupo de 5 observadores, se podrían asignar los indicadores del observador 4 al observador 3.
- Observador 4: registro de la riqueza y abundancia de especies emblemáticas y de otras especies de interés, de cardúmenes de peces óseos y del comportamiento de las especies emblemáticas para identificar estaciones de limpieza u otros comportamientos clave.

- **Observador 5:** registro de todos aquellos indicadores relacionados con el sustrato tales como 'cobertura del sustrato' del criterio 'Atractivo' y 'densidad de organismos frágiles' del criterio 'Resiliencia', los cuales se evalúan a partir de los mismos datos registrados. Adicionalmente, ese observador puede encargarse del registro de 'otros factores de impacto ecológico' durante el buceo y de evaluar la 'zona de anclaje' en algún momento antes o después del buceo.

**Cuadro 9.** Propuesta de repartición de indicadores entre 5 observadores para la aplicación del protocolo de caracterización y evaluación de sitios de buceo en el Parque Nacional Revillagigedo.

Datos e Indicadores		1	2	3	4	5
Datos generales	Elaboración de mapa	X				
	Descripción del recorrido		X			
	Datos generales		X			
Criterio Seguridad	1.1. Profundidad		X			
	1.2. Corriente en superficie		X			
	1.3. Corriente de fondo		X			
	1.4. Mar de fondo		X			
	1.5. Oleaje		X			
	1.6. Grado de exposición		X			
	1.7. Distancia al área de evacuación más cercana		X			
Criterio Atractivo	2.1. Riqueza de peces óseos			X		
	2.2. Riqueza de especies emblemáticas				X	
	2.3. Riqueza de otras especies de interés				X	
	2.4. Abundancia de especies emblemáticas solitarias				X	
	2.5. Cardúmenes de peces óseos				X	
	2.6. Formaciones geológicas		X			
	2.7. Cobertura sustrato					X
	2.8. Visibilidad	X	X			
	2.9. Percepción del observador/a	X	X	X	X	X
Criterio Resiliencia	3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas				X	
	3.2. Comportamientos clave de especies emblemáticas				X	
	3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles					X
	3.4. Vulnerabilidad a potenciales impactos derivados del anclaje					X
	3.5. Otros factores de impacto ecológico					X

## 2.6.2. Pasos y recomendaciones metodológicas

A continuación, se presentan los pasos que se recomienda seguir para la aplicación del protocolo en el campo diferenciando entre los pasos a seguir antes, durante y después del buceo:

- Antes del buceo
  - Alistar la hoja de datos correspondiente
  - Asegurarse de llevar todos los equipos necesarios
  - Una vez en la panga y antes de caer al sitio de buceo usar el derivador de superficie para calcular corriente de superficie. Mientras el derivador está en el agua (5 min) el observador 1 toma nota de las referencias visuales y demás datos generales
- Durante el buceo
  - Cada observador registra los datos correspondientes
- Después del buceo
  - Tomar una foto o escáner de todas las hojas de papel contra agua con la información registrada después de cada buceo y guardarlo como respaldo.
  - Asignar un responsable en cada grupo que pase los datos de las hojas de papel contra agua a la computadora con el apoyo de todos los participantes.
  - Realizar una reunión de grupo en donde los participantes puntúan al sitio mediante el indicador 'percepción del observador/a' y aportan comentarios, observaciones o recomendaciones de buceo del sitio visitado.

Adicionalmente, se presentan algunas consideraciones adicionales importantes para tener en cuenta a la hora de aplicar el protocolo:

- Si no se dispone de 5 personas para la aplicación del protocolo, se podrían fusionar los roles del observador 1 y 2 y los del observador 4 y 5, de forma que se pueda aplicar el protocolo con un total de 3 personas.
- Se recomiendan las siguientes parejas y posiciones durante el buceo: observador 1 al inicio del grupo guiando el buceo, observador 3 y 4 a continuación para que los peces y otras especies registradas no se vean tan afectadas por la presencia de otros buceadores, y finalmente observadores 2 y 5 al final del grupo registrando indicadores de 'Seguridad' y asociados al tipo de fondo que no se ven afectados por la presencia de buzos en el agua.
- El indicador 'percepción del observador' será registrado por todas las personas que estuvieron presentes durante el buceo, independientemente de si tomaron datos o no.

- Se recomienda que los roles asignados a cada uno de los observadores se mantengan durante toda la aplicación del protocolo, para que no haya variación en los resultados asociada a cambios de personas en el registro de los indicadores.
- Imprimir tablas en hojas de papel contra agua que faciliten el registro de toda la información requerida y que sirvan como referencia a los observadores de la información que tienen que ir registrando. Para el PNR se realizaron 3 tablas considerando la forma en la que se repartieron los indicadores entre los observadores: la Tabla 1 para el registro de indicadores del observador 2 (Tabla 1, Anexo 5), la Tabla 2 para el registro de los indicadores de los observadores 3 y 4 (Tabla 2, Anexo 5), y la Tabla 3, para el registro de los indicadores del observador 5 (Tabla 3, Anexo 5). Se recomienda que el observador 1 use una hoja en blanco para la elaboración del mapa y que al terminar el buceo lo pase en limpio a otra hoja.
- Pasar los datos registrados en campo a la computadora, justo después de terminar el buceo, sea en un archivo Word o Excel. Adjunto a este informe se proporciona el archivo en Excel utilizado como machote durante la aplicación del protocolo en el PNR.
- Tomar fotos durante el buceo en las que aparezcan las formaciones rocosas, tipo de fondo, organismos sésiles, especies emblemáticas observadas, etc. Las fotos podrán ser utilizadas para complementar la caracterización de sitios mediante fotografías y como respaldo para revisar los datos registrados.
- Se recomienda aplicar el protocolo en dos momentos del año cubriendo **dos estaciones distintas** y realizar un mínimo de **3 visitas** en cada sitio de buceo en cada una de las estaciones.

### 2.6.3. Equipo de monitoreo necesario para aplicar el protocolo

Entre el equipo y material que se necesita para aplicar el protocolo se encuentran:

- Equipo de buceo autónomo con todos sus complementos incluyendo computadora de buceo y boya de señalización en superficie.
- Tablas acrílicas donde fijar las hojas contra agua donde anotar los datos (Figura 10). Alternativamente se pueden amarrar las hojas a una tabla con una goma elástica o incluso se podrían anotar los datos directamente en una tabla acrílica, solo que hay que estar borrándolos después de cada buceo.
- Derivador de superficie para medir corrientes de superficie. Se puede elaborar de forma manual, tal y como se hizo para la aplicación del protocolo en el PNR (Figura 6).
- GPS para registrar puntos de entrada y de salida del buceo, así como punto inicial y final del derivador de superficie.
- Disco Secchi y cinta métrica para medir visibilidad
- Brújula para registrar el recorrido realizado y para elaborar el mapa

- Cámara fotográfica (recomendado, no obligatorio)
- Sonda manual para registrar la profundidad desde la panga. No es obligatoria, pero podría ser de gran utilidad a la hora de buscar bajos profundos o explorar la zona en busca de nuevos sitios de buceo.



**Figura 10.** Tablas acrílicas para la toma de datos con papel contra agua y cintas métricas

## **2.7. Metodología para el análisis e interpretación de los resultados**

A continuación, se presenta la metodología establecida para analizar los resultados obtenidos en cada sitio de buceo evaluado y la forma en como esos resultados se interpretan para designar el tipo de apertura recomendada en cada sitio.

### **2.7.1. Análisis de los resultados**

La metodología empleada para el análisis de los resultados obtenidos en el PNR es la misma que la que se presenta en el protocolo original (GIZ & SINAC 2016) y consta en sumar las puntuaciones obtenidas de los indicadores por criterio y calcular el porcentaje correspondiente respecto a la puntuación máxima que se hubiera obtenido si se hubiera obtenido una puntuación de 4 en todos los indicadores de ese criterio. De esta forma, para cada una de las visitas a cada sitio se obtienen 3 porcentajes resultantes, uno por criterio, las cuales deberán de promediarse entre las distintas visitas que se hayan realizado en cada sitio (Cuadro 10).

En el caso del PNR, hay 7 indicadores para el criterio de ‘Seguridad’, 9 indicadores para el criterio de ‘Atractivo’ y 5 indicadores para el criterio de ‘Resiliencia, por lo que las puntuaciones máximas que se podrían obtener para cada criterio serían de 28 (7\*4), 36 (9\*4) y 20 (5\*4), respectivamente.

Por lo tanto, pongamos como ejemplo que en un sitio evaluado se sumaron las puntuaciones obtenidas para el criterio de ‘Seguridad’ en la visita 1 y se obtuvo un valor de 20. Al convertir ese valor en porcentaje respecto el total nos da un valor de 71.4%, resultante de dividir 20 (suma de valores) entre 28 (puntuación máxima) y dividir entre 100. Supongamos que en la segunda visita a ese mismo sitio se obtiene un valor de 15 para el criterio de ‘Seguridad’, y por lo tanto un porcentaje de 53.6%. El resultado final para el criterio ‘Seguridad’ para ese sitio sería 62.5%, resultante del promedio entre 71.4% y 53.6%.

**Cuadro 10.** Ejemplo para el análisis de los resultados del criterio ‘Seguridad’ con 7 indicadores, donde *i* es la puntuación obtenida para cada indicador en una escala del 1 al 4 y *ni* es el número de indicadores de ese criterio (en este caso 7). La puntuación por visita en forma de porcentaje se obtiene dividiendo la suma de valores (SV) entre la puntuación máxima (PM) y multiplicando por 100. La puntuación final se obtiene calculando el promedio entre visitas (sumando las PV y dividiendo entre el número de visitas realizadas).

Indicadores	Puntuación Visita 1	Puntuación Visita 2
Indicador 1	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 2	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 3	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 4	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 5	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 6	<i>i</i>	<i>i</i>
Indicador 7	<i>i</i>	<i>i</i>
Suma de valores (SV)	$\sum i$	$\sum i$
Puntuación máxima (PM)	$4 * ni$	$4 * ni$
Puntuación por visita (%)	$(SV / PM) * 100$	$(SV / PM) * 100$
Promedio entre visitas (%)	$\sum \text{Puntuación por visita} / \text{número de visitas}$	

### 2.7.2. Interpretación de los resultados

El proceso de interpretación de los resultados tiene como objetivo ofrecer recomendaciones en cuanto al potencial de los sitios evaluados para el buceo recreativo según los resultados obtenidos para cada uno de los criterios (‘Seguridad’, ‘Atractivo’ y ‘Resiliencia’). La metodología de interpretación de los resultados que se presenta a continuación fue adaptada a las condiciones del PNR por lo que difiere ligeramente de la versión presentada en el protocolo original (GIZ & SINAC 2016). Los pasos a seguir para la interpretación de resultados en el PNR son los siguientes:

1. Clasificar los resultados obtenidos en cada sitio de buceo según las puntuaciones finales obtenidas en los criterios de ‘Seguridad’, ‘Atractivo’ y ‘Resiliencia’ de la siguiente manera:
  - Valoraciones ‘Altas’: puntuación final resultante del promedio entre visitas **> 75%**
  - Valoraciones ‘Medias’: puntuación final resultante del promedio entre visitas **50 – 75%**
  - Valoraciones ‘Bajas’: puntuación final resultante del promedio entre visitas **< 50%**

Es importante recordar que la puntuación final es el resultado del promedio de las puntuaciones por visita en forma de porcentaje para cada uno de los criterios, tal y como se explica en el Cuadro 10. Es decir, se promedian los resultados obtenidos por criterio, pero no entre los criterios. Por lo tanto, independientemente de la cantidad de visitas realizadas en cada sitio, se obtendrán únicamente 3 valoraciones por sitio, una para cada criterio. Por ejemplo, las valoraciones obtenidas tras el promedio de los resultados por criterio obtenidos en un sitio visitado 3 veces podrían ser: valoración 'Media' para 'Seguridad', valoración 'Alta' para 'Atractivo' y valoración 'Baja' para 'Resiliencia'.

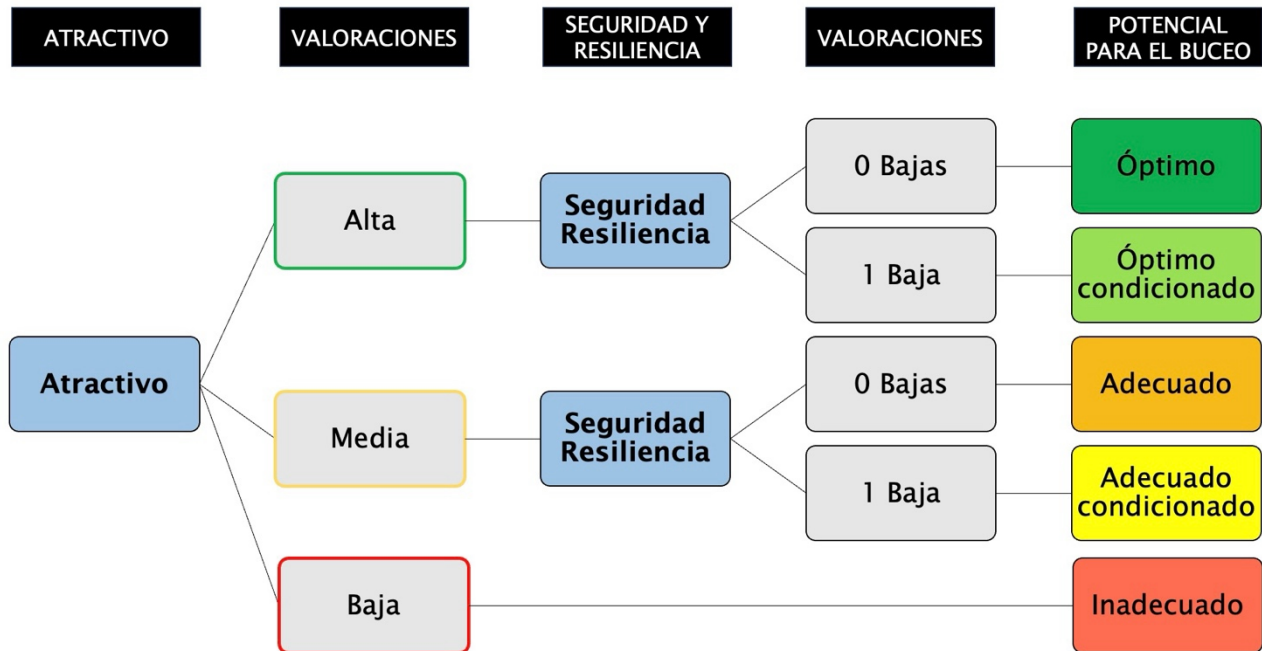
2. Interpretar el potencial de los sitios evaluados para el buceo recreativo según la combinación de valoraciones obtenidas en cada uno de los criterios. En el caso del PNR, la metodología se adaptó para que las valoraciones obtenidas en el criterio 'Atractivo' tuvieran un mayor peso a la hora de interpretar el potencial de los sitios para el buceo recreativo. Eso se hizo considerando los siguientes puntos:

- Los buzos que llegan al PNR suelen ser buzos experimentados, por lo que los resultados obtenidos en el criterio de 'Seguridad' no tienen un peso tan alto como el que podrían tener en una AMP frecuentada por buzos principiantes. Adicionalmente, se pueden proponer medidas que aumenten la seguridad del buceo en aquellos sitios que lo requieran.
- Es difícil encontrar factores que disminuyan la 'Resiliencia' de los sitios de buceo en el PNR, por lo que la mayoría de los sitios evaluados suelen obtener valoraciones 'Bajas' para este criterio. Esos resultados se relacionan con el hecho de que en el PNR no se observan grandes extensiones de organismos bentónicos frágiles, ni factores de impacto ecológico tales como corales blanqueados, especies invasoras o una alta sedimentación. Por otro lado, la presencia de estaciones de limpieza u otros comportamientos clave, a pesar de que sean comunes en el PNR, se suelen concentrar en los sitios de buceo actualmente más utilizados durante actividades turísticas y no se espera encontrarlas en los sitios nuevos evaluados.
- El PNR es un sitio reconocido a nivel mundial para el desarrollo de actividades de buceo recreativo por la posibilidad que ofrece de observar megafauna marina en un paisaje submarino con un alto atractivo a los ojos del turista. En ese sentido, es importante que se priorice la búsqueda de nuevos sitios que sean atractivos para los visitantes. Es por ese motivo que la valoración obtenida en el criterio 'Atractivo' es la que tiene un mayor peso a la hora de interpretar los resultados obtenidos.

Por lo tanto, la metodología que se propone para evaluar el potencial de los sitios para el buceo recreativo en el PNR tiene una primera fase en la que se evalúa la valoración obtenida en el criterio 'Atractivo' y una segunda fase en la que se evalúan las valoraciones obtenidas en los criterios 'Seguridad' y 'Resiliencia' (Figura 11). Según los resultados obtenidos en cada fase, el potencial de los sitios de buceo evaluados se interpretará como:

- **Potencial óptimo:** se obtuvo una valoración 'Alta' para el criterio 'Atractivo' y ninguna valoración 'Baja' en los criterios de 'Seguridad' y 'Resiliencia'. Los sitios con potencial óptimo son sitios altamente atractivos que están al nivel de los sitios actualmente más visitados en el PNR, y donde suelen encontrarse condiciones que permiten el desarrollo del buceo recreativo de forma segura para los visitantes y para los ecosistemas.
- **Potencial óptimo condicionado:** se obtuvo una valoración 'Alta' para el criterio 'Atractivo' y solamente una valoración 'Baja', ya sea en el criterio de 'Seguridad' o bien en el de 'Resiliencia'. Los sitios con potencial óptimo condicionado son sitios altamente atractivos, pero donde se suelen encontrar condiciones que exigen normativas adicionales para el buceo de forma que se pueda desarrollar de una manera segura y minimizando los posibles impactos derivados del buceo recreativo.
- **Potencial adecuado:** se obtuvo una valoración 'Media' para el criterio 'Atractivo' y ninguna valoración 'Baja' en los criterios de 'Seguridad' y 'Resiliencia'. Los sitios con potencial adecuado son sitios con un menor atractivo que los sitios actualmente más visitados en el PNR, pero con un atractivo suficiente como para ser utilizados en aquellos momentos en los que los sitios más visitados hayan alcanzado las capacidades de carga establecidas.
- **Potencial adecuado condicionado:** se obtuvo una valoración 'Media' para el criterio 'Atractivo' y solamente una valoración 'Baja', ya sea en el criterio de 'Seguridad' o bien en el de 'Resiliencia'. Los sitios de buceo con un potencial adecuado condicionado, al igual que los sitios con potencial adecuado, ofrecen una buena alternativa para disminuir la intensidad de uso en aquellos sitios más visitados por ser más atractivos. Sin embargo, existen factores que hacen que sean sitios poco seguros o resilientes, por lo que será necesario establecer medidas adicionales que permitan desarrollar el buceo de forma segura para los visitantes y para el ecosistema.
- **Potencial inadecuado:** se obtuvo una valoración 'Baja' para el criterio 'Atractivo'. Los sitios con un potencial inadecuado son sitios que no son atractivos y que por lo tanto no se recomiendan para el desarrollo de actividades de buceo recreativo en el PNR.

La metodología propuesta para la interpretación de los resultados, al ofrecer un sistema donde se interpreten las valoraciones obtenidas de cada criterio de forma independiente, permite identificar recomendaciones y medidas de manejo específicas para cada sitio de buceo evaluado según su potencial para el buceo recreativo. Por ejemplo, supongamos que el potencial de un sitio de buceo fue valorado como 'Potencial óptimo condicionado'. Este resultado nos está indicando que es un sitio con un alto atractivo, pero que puede estar condicionado por una baja seguridad o resiliencia. En ese caso, se pueden establecer recomendaciones para aumentar la seguridad o bien para que se desarrollen las actividades de buceo de forma que se minimice el posible impacto que puedan tener sobre el ecosistema.



**Figura 6.** Diagrama representativo sobre los pasos a seguir para interpretar el potencial de los sitios para el buceo recreativo según las valoraciones obtenidas en los criterios de 'Atractivo', 'Seguridad' y 'Resiliencia'. En una primera fase se evalúan las valoraciones obtenidas en el criterio de 'Atractivo' y en una segunda fase, las valoraciones obtenidas en los criterios de 'Seguridad' y 'Resiliencia'.

Adicionalmente, es importante considerar que, por encima de la metodología propuesta para la interpretación sobre el potencial de nuevos sitios para el buceo recreativo, está el criterio técnico científico basado en los resultados obtenidos. En ese sentido, la decisión final de si permitir o no permitir el buceo recreativo en un sitio la tiene la dirección del PNR según los intereses o necesidades administrativas y según los datos colectados y las observaciones realizadas. Es decir, si en algún sitio de buceo se identifica algún factor de relevancia por el cual la administración del PNR considera que no se deberían desarrollar actividades turísticas, esa decisión tendrá un mayor peso a los resultados obtenidos mediante este protocolo. Ese podría ser el caso en el que se identifiquen, por ejemplo, especies invasoras con potencial de expandirse al tener contacto con buceadores, o bien si se identifica un hábitat único o una especie altamente vulnerable que se quiera proteger de los posibles impactos del buceo recreativo. También podría ocurrir que el potencial de un sitio de buceo sea evaluado como inadecuado por ser poco atractivo, pero que, aun así, la dirección del PNR decida abrirlo como un sitio de buceo por la necesidad urgente de disminuir la intensidad de uso de alguno de los sitios de mayor visitación y por la ausencia de otros sitios cercanos con un mayor atractivo. Por lo tanto, este protocolo ofrece un sistema de análisis e interpretación de resultados que permite comparar el potencial de varios sitios para el buceo recreativo de una forma objetiva y estandarizada basada en datos, pero que al mismo tiempo ofrece un cierto grado de flexibilidad para que la dirección del PNR pueda establecer reglas y recomendaciones en los sitios evaluados según las necesidades ecológicas y de manejo existentes en el parque nacional.

## SECCIÓN 3.

### APLICACIÓN DEL PROTOCOLO EN EL PARQUE NACIONAL REVILLAGIGEDO: ACTIVIDADES Y RESULTADOS OBTENIDOS

En esta parte del informe se incluye la información asociada a las actividades realizadas y los resultados obtenidos tras la primera aplicación del protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el PNR.

#### 3.1. Actividades, cronograma y sitios visitados

La aplicación del protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el PNR se llevó a cabo en una expedición de 8 días entre el 2 y el 9 de diciembre del 2023 a bordo de la embarcación Westerly, propiedad de la empresa Nautilus México. Participaron un total de 12 personas entre las cuales se encontraban guardaparques, biólogos/as marinos/as y guías de buceo de distintas empresas operadoras del PNR (Figura 12).

Los y las participantes se dividieron en 2 grupos de 6 personas, entre las cuales se repartieron la lista de indicadores a evaluar en cada buceo (Anexo 6). De esta forma, los buceos realizados por grupo se alternaron durante los días de monitoreo con el objetivo de visitar un total de 3 sitios por día y que cada sitio fuera evaluado dos veces, una por cada grupo (Cuadro 11). Los grupos se alternaron en sus actividades porque solamente se disponía de una panga para realizar los buceos.



**Figura 12.** Participantes de la primera aplicación del protocolo para la caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo

**Cuadro 11.** Plan de trabajo por grupo durante los días de monitoreo

HORA	GRUPO 1	GRUPO 2
7:00 - 8:00	Buceo 1	Desayuno
8:30 - 9:30	Desayuno y datos	Buceo 1
10:00 - 11:00	Buceo 2	Pasada de datos
11:30 - 12:30	Pasada de datos	Buceo 2
13:00 - 13:30	Almuerzo	
14:00 - 15:00	Buceo 3	Pasada de datos
16:00 - 17:00	Pasada de datos	Buceo 3
18:00 - 19:00	Pasada de datos	
19:00 - 20:00	Cena	

Durante los 6 días de monitoreo, se evaluó el potencial de 12 sitios para el buceo recreativo, 4 sitios en Isla San Benedicto (Figura 13) y 8 sitios en Isla Socorro (Figura 14). Entre éstos, se evaluaron 6 sitios que actualmente los operadores turísticos nunca visitan, 4 sitios que muy raramente visitan y 2 sitios que visitan de forma poco frecuente (Cuadro 12). No todos los sitios inicialmente planteados pudieron ser evaluados, tanto por falta de tiempo como por las condiciones oceanográficas que impidieron visitar los sitios ubicados en la parte norte de las islas. Adicionalmente, se hicieron 2 buceos que no se tomaron en cuenta para el análisis. El primero se realizó en Tres Hermanos el día de la llegada y se utilizó como buceo de prueba y para terminar de adaptar el protocolo. El otro se realizó el último día en el Cañón, con la finalidad de poder comparar los sitios más utilizados con los nuevos sitios evaluados. Sin embargo, los datos no se tomaron en cuenta ya que el buceo se hizo muy tarde (4 - 5:50 pm) y hubo unas corrientes tan fuertes que solo uno de los grupos logró tomar algunos de los indicadores.

**Cuadro 12.** Sitios evaluados por día, sus coordenadas en grados decimales, cantidad de buceos realizados y nivel de visitación actual.

Día	Isla	Sitio	Latitud (N)	Longitud (W)	Visitas	Nivel de visitación actual
4-12-23	San Benedicto	Tres Hermanos	19.306083	-110.820266	2	De vez en cuando
		Dedos de lava	19.298261	-110.800182	2	Casi nunca
		El Zoológico	19.312115	-110.819317	2	Casi nunca
5-12-23	Socorro	Old man of the rock	18.746928	-111.021783	2	De vez en cuando
		Acuario	18.749669	-111.004267	2	Casi nunca
		El Barquito	18.730228	-110.958469	2	Nunca
6-12-23	Socorro	Bahía Cornwallis	18.742833	-110.983542	2	Nunca
		Bajo Grayson	18.757796	-111.023368	2	Nunca
		Extensión Old Man	18.748358	-111.019925	2	Nunca
7-12-23	Socorro	Cabo Henslow	18.817887	-111.052442	2	Casi nunca
		Bahía Universidad	18.756945	-110.914422	2	Nunca
8-12-23	San Benedicto	El Zoológico ( <i>parte 2</i> )	19.309100	-110.819900	1	Casi nunca
		Punta Ortolán	19.326531	-110.790089	2	Nunca

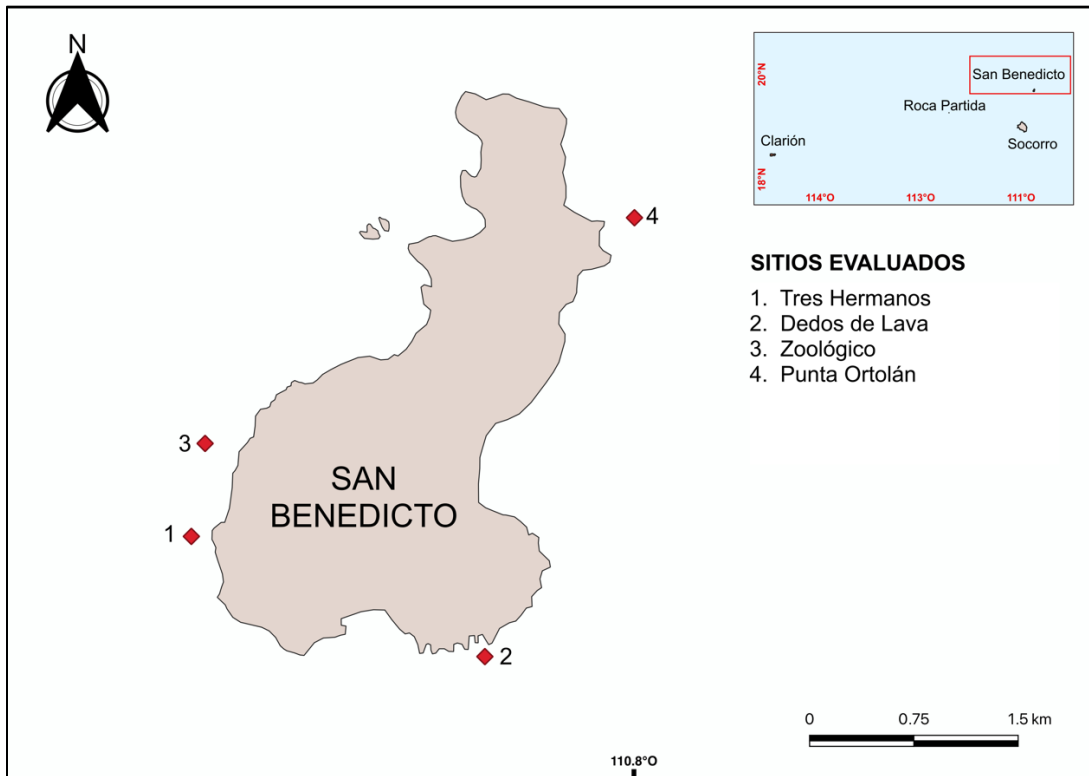


Figura 13. Sitios evaluados en Isla San Benedicto organizados numéricamente por orden de visita

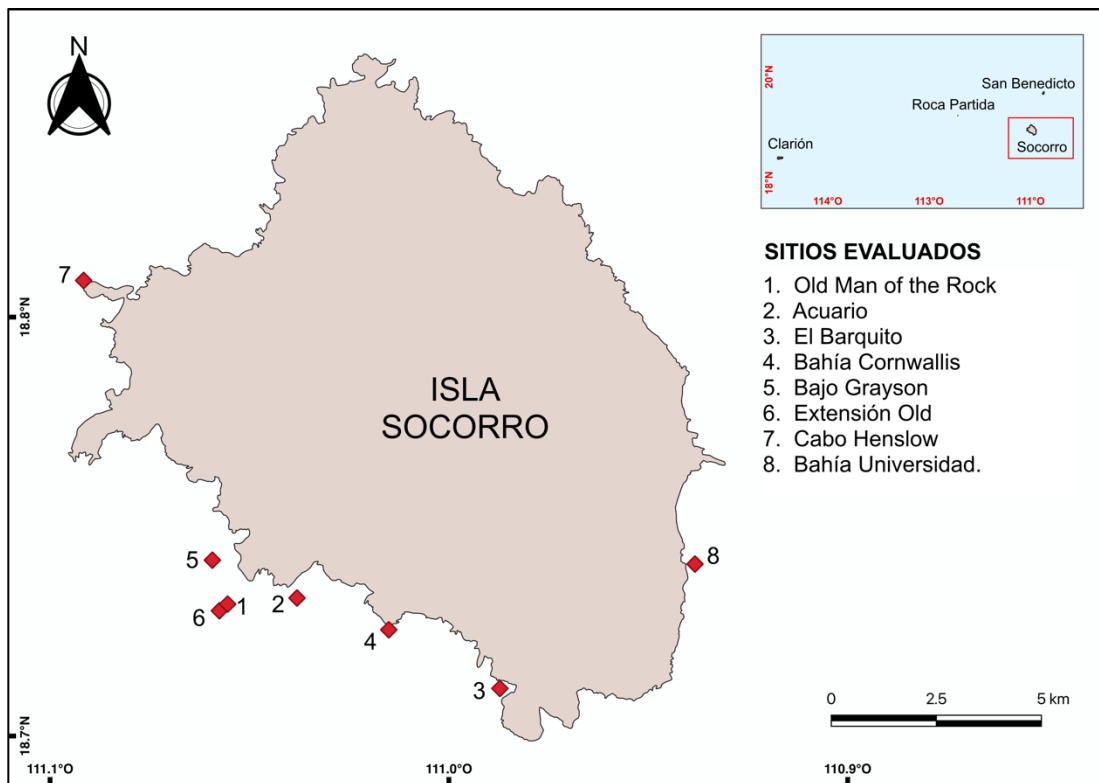


Figura 14. Sitios evaluados en Isla Socorro organizados numéricamente por orden de visita

## **3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación del protocolo de evaluación y selección de sitios para el buceo recreativo en el PNR en tres niveles de detalle:

- En el primer nivel (Sección 3.2.1), se presenta un cuadro resumen con los resultados obtenidos por sitio, donde se muestra el potencial de los sitios evaluados para el buceo recreativo y si se recomienda o no volver a evaluarlo en una siguiente ronda de evaluación.
- En el segundo nivel (Sección 3.2.2), se discuten los resultados obtenidos a nivel de criterios e indicadores y se presenta un cuadro resumen por criterio (atractivo, seguridad y resiliencia) con los resultados obtenidos por indicador en cada uno de los sitios evaluados.
- En el tercer nivel se presenta la caracterización de los sitios evaluados en San Benedicto (Sección 3.2.3) y en Socorro (Sección 3.2.4). En estas secciones se presenta en detalle toda la información recolectada para cada uno de los sitios a nivel general y para cada uno de los indicadores. También se presentan mapas con la ubicación de los sitios y mapas de buceo con las características del sitio y el recorrido realizado. Para cada sitio se justifican los resultados obtenidos y se aportan consideraciones y recomendaciones de uso.

### **3.2.1. Potencial de los sitios evaluados para el buceo recreativo**

De los 12 sitios evaluados mediante el protocolo de evaluación y selección de sitios para el buceo recreativo en el PNR, se identificaron 9 sitios con un 'Potencial Adecuado' para el buceo recreativo, un sitio con un 'Potencial Adecuado Condicionado' y 2 sitios con un 'Potencial Inadecuado' (Cuadro 13). El detalle de los valores obtenidos por cada indicador de cada criterio, a partir de los cuales se calculó la puntuación por visita y el promedio final entre visitas, se muestra en el siguiente apartado. En el Resumen Visual de la página 05 se presenta un mapa resumen de los resultados obtenidos por sitio ubicados espacialmente en un mapa.

La decisión de si es o no necesario volver a evaluar un sitio en una segunda evaluación se realiza por criterio técnico tomando en cuenta los resultados obtenidos, las condiciones presentes el día de la evaluación, la presencia o no de sitios mejores cercanos, las dificultades o facilidades logísticas para el buceo en ese sitio, etc. Entre las posibles evaluaciones técnicas se indica si es un sitio que seguro merece la pena volver a visitar (SI), si es un sitio que no se considera prioritario visitar de nuevo pero que si existe el interés se podría volver a evaluar (QUIZÁS) o bien si es un sitio que no se considera que merezca la pena volver a evaluar (NO) (Cuadro 13). En general se recomiendan 3 rondas de evaluación por sitio para poder realizar la selección final de sitios de buceo en una AMP. Entre los sitios evaluados, se recomienda someter a una segunda evaluación a 5 sitios mientras que hubo 4 sitios en donde no se considera necesario. Hubo 3 sitios en donde, aunque no se consideran una prioridad, se podrían volver a evaluar si existe el interés (Cuadro 13).

**Cuadro 13.** Puntos y valoraciones obtenidas por criterio y sitio, a partir de las cuales se evalúa su potencial para el buceo recreativo y si se debiera o no visitar en una segunda evaluación. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación obtenida en el criterio 'Atractivo'.

SITIOS	ATRACTIVO		SEGURIDAD		RESILIENCIA		POTENCIAL PARA EL BUCEO	SEGUNDA EVALUACIÓN
	Puntos	Valoración	Puntos	Valoración	Puntos	Valoración		
Old Man of the Rock	72.2	MEDIA	76.8	ALTA	87.5	ALTA	ADECUADO	SI
Punta Ortolán	66.7	MEDIA	53.6	MEDIA	69.6	MEDIA	ADECUADO	NO
Zoológico	63	MEDIA	67.9	MEDIA	85.7	ALTA	ADECUADO	SI
Tres Hermanos	62.5	MEDIA	71.4	MEDIA	80.4	ALTA	ADECUADO	SI
Bajo Grayson	61.1	MEDIA	76.5	ALTA	78.6	ALTA	ADECUADO	QUIZÁS
Cabo Henslow	58.3	MEDIA	44.6	BAJA	85.7	ALTA	ADECUADO CONDICIONADO	SI
Bahía Cornwallis	56.9	MEDIA	82.1	ALTA	73.2	ALTA	ADECUADO	QUIZÁS
Extensión Old Man	52.8	MEDIA	80.4	ALTA	91.1	ALTA	ADECUADO	NO
Acuario	50	MEDIA	75	ALTA	76.8	ALTA	ADECUADO	QUIZÁS
Bahía Universidad	50	MEDIA	78.6	ALTA	89.3	ALTA	ADECUADO	NO
El Barquito	41.7	BAJA	92.9	ALTA	66.10	MEDIA	INADECUADO	NO
Lava Flow	40.3	BAJA	73.20	MEDIA	80.40	ALTA	INADECUADO	SI

Entre los resultados obtenidos, cabe mencionar que no hubo ningún sitio valorado con un 'Potencial Óptimo' dado que ninguno obtuvo una valoración 'Alta' para el criterio 'Atractivo'. Eso indica que ninguno de los sitios evaluados presentó un atractivo comparable a los sitios actualmente más visitados en el PNR. Sin embargo, los sitios valorados con un 'Potencial Adecuado' o 'Adecuado Condicionado', presentan un atractivo suficiente como para ser utilizados como alternativa a los sitios actualmente más visitados en aquellas situaciones en las que se haya alcanzado la capacidad de carga. Es importante considerar que estos resultados no son definitivos ya que se basan en una única evaluación en un corto espacio de tiempo. En futuras evaluaciones algunos de los indicadores podrían variar y arrojar resultados distintos. Por eso es importante realizar idealmente tres (mínimo dos) evaluaciones por sitio, en espacios temporales distintos.

Entre los sitios evaluados, destacan 'Old Man of the Rock', en Isla Socorro y 'Punta Ortolán' en Isla San Benedicto como los sitios con la mayor cantidad de elementos considerados atractivos. En un segundo bloque, se identificaron 'El Zoológico', 'Tres Hermanos', 'Bajo Grayson', 'Cabo Henslow' y 'Bahía Cornwallis' con un nivel de atractivo promedio parecido. Finalmente, en un tercer bloque se agruparon los sitios 'Extensión Old Man', 'Acuario' y 'Bahía Universidad' con un atractivo mínimo para ser considerados como sitios adecuados para el buceo recreativo. Los dos únicos sitios con un atractivo insuficiente fueron 'El Barquito' y 'Lava Flow'. El único sitio condicionado por el criterio 'Seguridad' fue 'Cabo Henslow', mientras que no se identificó ningún sitio condicionado por su 'Resiliencia'. Los únicos dos sitios en los que se registraron factores que podrían aumentar su vulnerabilidad ante actividades de buceo recreativo fueron 'Punta Ortolán' y 'El Barquito' (Cuadro 13). Los datos que justifican estas clasificaciones se explican en detalle en el apartado donde se presenta la caracterización de los sitios evaluados (Sección 3.2.3).

### 3.2.2. Resultados y discusión de los criterios e indicadores evaluados

A continuación, se discuten los resultados obtenidos para cada uno de los criterios e indicadores evaluados. Se presentan además los cuadros resumen con la puntuación de todos los indicadores para cada criterio.

- Atractivo: los indicadores que aportaron un mayor atractivo a los sitios evaluados fueron la riqueza y abundancia de especies emblemáticas, las formaciones geológicas y la visibilidad. Los demás indicadores o bien tuvieron una menor variación entre sitios o bien permanecieron con puntuaciones muy bajas en todos los sitios (Cuadros 14 y 15).

**Cuadro 14.** Valores obtenidos para los 9 indicadores del criterio 'Atractivo' por buceo y sitio evaluado, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

ATRACTIVO															
SITIO	BUCEO	GRUPO	1. Riqueza de peces	2. Riqueza sp. emblemáticas	3. Riqueza otras sp. de interés	4. Abundancia sp. emblemáticas	5. Cardúmenes de peces óseos	6. Formaciones geológicas	7. Cobertura del sustrato	8. Visibilidad	9. Percepción del observador/a	SUMA DE VALORES	PUNTUACIÓN POR VISITA (%)	PROMEDIO ENTRE VISITAS (%)	VALORACIÓN
Old man of the Rock	1	2	3	3	1	4	2	4	2	4	3	26	72.2	72.2	MEDIA
Old man of the Rock	2	1	3	3	2	3	2	4	2	4	3	26	72.2		
Punta Ortolán	1	2	3	3	2	3	2	3	1	4	3	24	66.7	66.7	MEDIA
Punta Ortolán	2	1	3	3	3	3	1	3	1	4	3	24	66.7		
Zoológico	1	1	3	2	1	4	2	3	1	4	3	23	63.9	63.0	MEDIA
Zoológico	2	2	3	2	2	3	1	3	1	3	3	21	58.3		
Zoológico	3	1	3	3	2	4	2	3	1	3	3	24	66.7		
Tres Hermanos	1	1	3	3	2	3	2	2	1	4	3	23	63.9	62.5	MEDIA
Tres Hermanos	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	22	61.1		
Bajo Grayson	1	1	3	3	2	4	2	2	1	4	2	23	63.9	61.1	MEDIA
Bajo Grayson	2	2	3	3	1	3	1	2	2	4	2	21	58.3		
Cabo Henslow	1	2	2	4	1	3	1	4	1	3	2	21	58.3	58.3	MEDIA
Cabo Henslow	2	1	1	3	2	3	2	4	1	2	3	21	58.3		
Bahía Comwallis	1	1	2	2	2	4	2	4	1	3	2	22	61.1	56.9	MEDIA
Bahía Comwallis	2	2	3	2	2	2	1	4	1	2	2	19	52.8		
Extensión Old Man	1	1	3	3	2	3	1	2	2	2	2	20	55.6	52.8	MEDIA
Extensión Old Man	2	2	3	2	2	3	1	2	1	2	2	18	50.0		
Acuario	1	2	3	2	1	3	1	2	1	4	1	18	50.0	50.0	MEDIA
Acuario	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	18	50.0		
Bahía Universidad	1	2	3	2	1	2	1	2	1	3	2	17	47.2	50.0	MEDIA
Bahía Universidad	2	1	3	2	2	3	1	2	1	3	2	19	52.8		
El Barquito	1	2	3	1	2	1	1	1	2	2	1	14	38.9	41.7	BAJA
El Barquito	2	1	3	2	2	2	1	1	1	3	1	16	44.4		
Dedos de Lava	1	1	3	2	1	2	2	1	1	2	2	16	44.4	40.3	BAJA
Dedos de Lava	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	13	36.1		

**Cuadro 15.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Atractivo

INDICADORES	RESULTADOS OBTENIDOS
2.1. Riqueza de peces óseos	Se reportó una riqueza alta de peces óseos en todos los sitios evaluados con valores muy similares entre sitios (30 – 40 especies). Únicamente en Cabo Henslow y en la Bahía Cornwallis se reportaron menos de 30 especies en alguno de los buceos. La homogeneidad en cuanto a los resultados de este indicador sugiere que este no es un indicador relevante a la hora de diferenciar el atractivo entre sitios. Sin embargo, sería interesante compararlo con los sitios de buceo más populares y ver si hay diferencias. La riqueza total registrada entre todos los sitios evaluados fue de 84 especies (Anexo 7), un valor parecido a las 77 especies de peces reportadas previamente mediante censos visuales en el PNR (Álvarez Del Castillo 2020).
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	Riqueza baja (2 – 3 especies) o media (4 – 5 especies) en casi todos los buceos. Únicamente en Cabo Henslow se reportaron más de 5 especies. No hubo ningún buceo en que no se reportara por lo menos una especie emblemática (Anexo 8). Este indicador refleja la importancia del PNR como destino para la observación de una alta diversidad de especies de megafauna, inclusive en sitios de buceo poco populares.
2.3. Riqueza de otras especies de interés	Predominaron los sitios con una riqueza baja (2 – 4 especies) para este indicador. El número máximo de especies registradas en un sitio fue de 5 especies en Punta Ortolán. En ningún sitio se registró una riqueza alta (> 7 especies) para este grupo. La especie más abundante fue la langosta de Revillagigedo, seguida de la raya eléctrica gigante, la raya látigo coluda y la raya látigo diamante (Anexo 8).
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	Predominaron abundancias medias (11 – 19 ind) en un 52% de los buceos, bajas (4 – 10 ind) en un 20% de los buceos, altas (20 o más) en un 20% de los buceos y muy bajas (0 – 3 ind) solamente en dos buceos (Dedos de Lava y Barquito) (Anexo 8). La especie más abundante fue el tiburón punta blanca de arrecife, seguido del tiburón galápagos (Anexo 8), coincidiendo con reportes previos en el PNR (Álvarez Del Castillo 2020). Éstas fueron, en conjunto con el tiburón puntas plateadas y la manta raya oceánica, las 4 especies más abundantes. Las especies emblemáticas estuvieron presentes en todos los sitios evaluados resaltando la importancia del PNR como refugio y como destino turístico para la observación de estas especies.
2.5. Cardúmenes de peces óseos	En la mayoría de los sitios se reportaron cardúmenes de peces o muy escasos (1 – 3 cardúmenes) o ausentes. La máxima cantidad de cardúmenes de peces registrados en un buceo fue de 2. La especie más abundante fue la macarella caballa y el barriete o atún negro (Anexo 8). Estos resultados sugieren que los cardúmenes de peces no son un atractivo frecuente en el PNR.
2.6. Formaciones geológicas	Se registraron los 4 tipos de formaciones geológicas entre los sitios visitados. Predominaron las formaciones rocosas ‘no destacables’ (valor 2), las cuales se reportaron en 5 sitios. En 2 sitios se reportaron como ‘ausentes’ (valor 1), en 2 sitios como ‘destacables’ (valor 3) y solamente en Punta Ortolán y Old Man of the Rock se consideraron ‘imprescindibles’ (valor 4). Este se considera un indicador relevante para resaltar la presencia de rasgos morfológicos que podrían aportar suficiente atractivo en un sitio independientemente de la presencia de especies emblemáticas.

2.7. Cobertura sustrato	Este indicador obtuvo valores de 1 (muy pobre y muy dispersa) y 2 (pobre y dispersa) en todos los sitios de buceo, dado que la cobertura registrada fue principalmente rocosa con muy poca variedad de los organismos sésiles como corales pétreos, octocorales y esponjas (Anexos 9 y 10). Entre estos tres grupos, los corales pétreos ramificados fueron los más comúnmente registrados, seguido de las esponjas globulares (principalmente <i>Aplicina revillagigedi</i> ) y los corales pétreos masivos. Los corales pétreos incrustantes o foliosos también se reportaron en todos los sitios, pero de forma poco frecuente. Los octocorales arbustivos o abanico y las esponjas incrustantes se observaron en pocos sitios y de forma muy dispersa. Los sitios con una mayor ocurrencia de corales pétreos, octocorales y/o esponjas fueron Tres Hermanos, El Zoológico, Old Man of the Rock, El Acuario y Extensión Old Man (Anexos 9 y 10). Los resultados indican que la cobertura del sustrato no representa un atractivo a destacar durante las actividades de buceo recreativo en el PNR.
2.8. Visibilidad	La visibilidad estuvo cambiante entre buceos, por lo que se reporta en una frecuencia similar una visibilidad 'regular', 'buena' y 'muy buena' entre sitios. Solamente en Dedos de Lava se reporta una visibilidad 'baja' (< 10 m). Las mejores visibilidades fueron reportadas en Old Man of the Rock, Punta Ortolán y Bajo Grayson. La visibilidad fue un factor limitante durante la evaluación del atractivo de los sitios, ya que predominaron aguas verdosas y oscuras en muchos de los buceos.
2.9. Percepción del observador/a	La percepción de los observadores/as se mantuvo en valores de 2 y 3 para la mayoría de los sitios evaluados. Solamente en El Acuario, El Barquito y Dedos de Lava se reportaron valores mínimos de 1 para este indicador. A ningún buceo se le asignó una puntuación superior a 3.5. Estos resultados indican que ninguno de los sitios evaluados se consideró comparable en cuanto a su atractivo con los sitios actualmente más visitados del PNR, los cuales se toman como referencia.

Considerando los sitios de buceo altamente visitados en el PNR, y los resultados obtenidos con la aplicación de este protocolo, se reconocen como sitios altamente atractivos aquellos que:

- 1) Están ubicados en zonas de choque y cambio de dirección de corrientes, con variaciones batimétricas drásticas donde existe un aumento brusco de profundidad y fácil acceso a ambientes pelágicos. Estas condiciones suelen estar asociadas a la presencia de estaciones de limpieza, tales como las de Punta Tosca y Cabo Pearce, en Isla Socorro.
- 2) Pináculos rocosos separados de las islas, expuestos a corrientes y con fácil acceso a zonas profundas y pelágicas tales como Roca Partida, El Boiler o Roca O'Neal. Son sitios usualmente expuestos a una mayor productividad como resultado del efecto de afloramiento resultante del choque de corrientes marinas.
- 3) Zonas de fondo plano, parcialmente expuestas a corrientes, con abundancia de peces limpiadores como El Cañón en Isla San Benedicto.

Ninguno de los sitios evaluados cumplió con estas características, lo que podría explicar que ninguno de ellos obtuviera una puntuación 'Alta' para el criterio de 'Atractivo'. Es importante tener en cuenta estas características a la hora de seleccionar nuevos sitios de buceo en una segunda ronda de evaluación.

- Seguridad: Las corrientes en superficie y de fondo, el mar de fondo y el oleaje fueron los indicadores con mayor variación entre los sitios evaluados (Cuadros 16 y 17). Los sitios más seguros fueron los sitios cercanos a la costa, poco profundos y ubicados en la zona sur de las islas San Benedicto y Socorro. En los sitios ubicados en el norte de ambas islas, tanto del lado este como del lado oeste, la posibilidad de ser afectados por corrientes, oleajes o mar de fondo aumenta (Cuadro 16). Sin embargo, las condiciones del PNR son muy cambiantes y es posible encontrar días en donde los sitios ubicados en el sur también se ven afectados por esos factores. Por eso, es importante disponer de sitios de buceo alternativos en distintas caras de las islas, para poder seleccionar aquellos con mejores condiciones según el día.

**Cuadro 16.** Valores de los 7 indicadores del criterio ‘Seguridad’ por buceo y sitio evaluado, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

SEGURIDAD													
SITIO	BUCEO	GRUPO	1. Profundidad del sitio	2. Corriente en superficie	3. Corriente de fondo	4. Mar de fondo	5. Oleaje	6. Grado de exposición	7. Distancia área evacuación	SUMA DE VALORES	PUNTUACIÓN POR VISITA (%)	PROMEDIO ENTRE VISITAS (%)	VALORACIÓN
El Barquito	1	2	2	3	4	4	4	4	4	25	89.3	92.9	ALTA
El Barquito	2	1	3	4	4	4	4	4	4	27	96.4		
Bahía Comwallis	1	1	1	4	3	3	4	3	4	22	78.6	82.1	ALTA
Bahía Comwallis	2	2	2	4	4	3	4	3	4	24	85.7		
Extensión Old Man	1	1	2	3	2	2	4	3	4	20	71.4	80.4	ALTA
Extensión Old Man	2	2	2	4	4	4	4	3	4	25	89.3		
Bahía Universidad	2	1	1	3	3	4	3	3	4	21	75.0	78.6	ALTA
Bahía Universidad	1	2	1	3	4	4	4	3	4	23	82.1		
Old Man of the Rock	1	2	1	4	3	3	4	3	4	22	78.6	76.8	ALTA
Old Man of the Rock	2	1	1	2	3	4	4	3	4	21	75.0		
Acuario	1	2	1	3	2	3	4	4	4	21	75.0	76.8	ALTA
Acuario	2	1	2	2	2	4	4	4	4	22	78.6		
Bajo Grayson	1	1	1	-	2	3	4	3	4	17	70.8	76.5	ALTA
Bajo Grayson	2	2	2	3	3	4	4	3	4	23	82.1		
Dedos de Lava	1	1	1	4	4	3	3	3	2	20	71.4	73.2	MEDIA
Dedos de Lava	2	2	2	4	4	3	3	3	2	21	75.0		
Tres Hermanos	1	1	1	3	4	4	3	3	2	20	71.4	71.4	MEDIA
Tres Hermanos	2	2	1	3	4	4	3	3	2	20	71.4		
Zoológico	1	1	1	3	3	3	3	3	2	18	64.3	64.7	MEDIA
Zoológico	2	2	1	4	3	4	3	3	2	20	71.4		
Zoológico	3	1	1	-	3	3	2	3	2	14	58.3		
Punta Ortolán	1	2	2	2	1	3	2	2	2	14	50.0	53.6	MEDIA
Punta Ortolán	2	1	2	3	2	3	2	2	2	16	57.1		
Cabo Henslow	1	2	1	2	3	2	1	2	3	14	50.0	44.6	BAJA
Cabo Henslow	2	1	1	1	2	1	1	2	3	11	39.3		

**Cuadro 17.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Seguridad

INDICADORES		RESULTADOS OBTENIDOS
1.1	Profundidad	Casi todos los sitios evaluados fueron profundos (18 – 30 m) o muy profundos (>30), característica que se comparte con los sitios de buceo actualmente más utilizados. No se evaluó ningún sitio ‘somero’ (<12 m de profundidad). Uno de los motivos es que suele haber una mayor probabilidad de observar megafauna en sitios profundos. En islas oceánicas es normal que los sitios de buceo sean profundos ya que suelen tener plataformas insulares cortas que ganan profundidad a poca distancia de la costa. Este es uno de los principales factores por los que es importante que los visitantes sean buceadores experimentados y dispongan de certificaciones de buceo avanzadas.
1.2	Corriente en superficie	Se registraron corrientes en superficie de distinta intensidad, desde corrientes nulas hasta corrientes muy fuertes de 0.53 m/s. Las corrientes más fuertes se registraron en los sitios ubicados más al norte en ambas islas, como Cabo Henslow en Isla Socorro, y Punta Ortolán en San Benedicto. Aunque también se registraron corrientes fuertes en algunos puntos al sur de Socorro. El rango de corrientes registrado (0.1 – 0.5 m/s) coincide con el previamente reportado como usual en ambas islas (Cacho-Movellan 2022). Los valores más altos reportados en el PNR alcanzan los 0.7 m/s, y no fueron registrados en el presente estudio.
1.3	Corriente de fondo	Predominaron corrientes de fondo suaves y nulas, aunque también se registraron en menor frecuencia corrientes de fondo moderadas, y solo en un caso corrientes fuertes. Al igual que con las corrientes de superficie, en los sitios ubicados más al norte de las islas, se reportaron corrientes de fondo de mayor intensidad. Las corrientes de fondo, junto con la profundidad, son los principales factores que exigen un buen entrenamiento y condición por parte de los buceadores.
1.4	Mar de fondo	El mar de fondo reportado fue suave o nulo en casi todos los buceos, por lo que hubo poca variabilidad registrada asociada a este indicador. Solamente se reportó un mar de fondo fuerte en Cabo Henslow, debido a su ubicación con un mayor grado de exposición a oleajes.
1.5	Oleaje	Predominaron oleajes nulos y suaves. Los oleajes más fuertes se registraron en los sitios ubicados más al norte en ambas islas, donde también se registraron corrientes más intensas. Los datos obtenidos indican que el oleaje no fue uno de los principales factores condicionantes del criterio ‘Seguridad’ durante las evaluaciones realizadas.
1.6	Grado de exposición	La mayoría de los sitios evaluados están ubicados en sitios de baja exposición. Los sitios con un grado de exposición alta no pudieron ser evaluados por el fuerte oleaje que impidió visitarlos de forma segura. Esta es una situación recurrente en el PNR, por lo que se priorizó evaluar sitios de baja exposición que puedan ser utilizados con turismo.
1.7	Distancia al área de evacuación más cercana	Predominaron los sitios o muy cercanos (sur de Isla Socorro) o lejanos (San Benedicto). Cabo Henslow fue el único sitio con una puntuación intermedia, considerado ‘cercano’ por estar ubicado al norte de Isla Socorro. No se registró ningún sitio ‘muy lejano’ dado que no se evaluaron sitios en Roca Partida.

- **Resiliencia:** los indicadores con una mayor variabilidad fueron los 'Comportamientos o estadios vulnerables', la 'Distancia al fondo marino' y el 'Tamaño del sitio'. Los demás indicadores presentaron menor variabilidad ya que no se encontraron estaciones de limpieza, la densidad de organismos frágiles fue generalmente baja, los sitios seleccionados para el anclaje estuvieron predominado por arena y no se registraron muchos factores de estrés adicionales (Cuadros 18 y 19). Estos resultados sugieren que la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos del PNR a los posibles impactos derivados del buceo recreativo se asocian más a la interacción de los buzos con especies emblemáticas durante el desarrollo de actividades claves, que con la posibilidad de afectar organismos bentónicos frágiles.

**Cuadro 18.** Valores de los 7 indicadores del criterio 'Resiliencia' por buceo y sitio, a partir de los cuales se calcula la puntuación final y se asigna la valoración correspondiente. Los sitios están ordenados de forma decreciente según la puntuación promedio obtenida entre visitas.

RESILIENCIA													
SITIO	BUCEO	GRUPO	1. Estaciones de limpieza	2. Comport. o estadios vulnerables	3. Densidad org. sésiles frágiles	4. Zona de anclaje	5. Tamaño del sitio	6. Distancia al fondo marino	7. Otros factores de estrés	SUMA DE VALORES	PUNTUACIÓN POR VISITA (%)	PROMEDIO ENTRE VISITAS (%)	VALORACIÓN
Zoológico	1	1	4	3	4	4	4	3	4	26	92.9	92.9	ALTA
Zoológico	2	2	4	3	4	4	4	3	4	26	92.9		
Zoológico	3	1	4	3	4	4	4	3	4	26	92.9		
Extensión Old Man	1	1	4	2	4	4	4	3	4	25	89.3	91.1	ALTA
Extensión Old Man	2	2	4	3	4	4	4	3	4	26	92.9		
Bahía Universidad	1	2	4	3	4	4	4	2	4	25	89.3	89.3	ALTA
Bahía Universidad	2	1	4	3	4	4	4	2	4	25	89.3		
Old man of the Rock	1	2	4	2	3	4	4	3	4	24	85.7	87.5	ALTA
Old man of the Rock	2	1	4	2	4	4	4	3	4	25	89.3		
Cabo Henslow	1	2	4	3	4	3	2	4	4	24	85.7	85.7	ALTA
Cabo Henslow	2	1	4	3	4	3	2	4	4	24	85.7		
Tres Hermanos	1	1	4	2	3	4	4	2	4	23	82.1	83.9	ALTA
Tres Hermanos	2	2	4	3	3	4	4	2	4	24	85.7		
Dedos de Lava	1	1	4	3	4	4	3	1	3	22	78.6	80.4	ALTA
Dedos de Lava	2	2	4	3	4	4	3	1	4	23	82.1		
Bajo Grayson	1	1	4	2	3	4	3	2	4	22	78.6	78.6	ALTA
Bajo Grayson	2	2	4	1	4	4	3	2	4	22	78.6		
Acuario	1	2	4	2	4	4	2	2	3	21	75.0	76.8	ALTA
Acuario	2	1	4	3	3	4	2	2	4	22	78.6		
Bahía Cornwallis	1	1	4	2	4	3	3	1	4	21	75.0	73.2	MEDIA
Bahía Cornwallis	2	2	4	2	4	3	3	1	3	20	71.4		
Punta Ortolán	1	2	4	2	4	2	2	1	4	19	67.9	69.6	MEDIA
Punta Ortolán	2	1	4	3	4	2	2	1	4	20	71.4		
El Barquito	1	2	4	2	4	3	2	1	3	19	67.9	66.1	MEDIA
El Barquito	2	1	4	1	4	3	2	1	3	18	64.3		

**Cuadro 19.** Discusión de los resultados obtenidos por indicador del criterio Resiliencia

INDICADORES	RESULTADOS OBTENIDOS
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	No se observó ninguna estación de limpieza activa en ninguno de los sitios de buceo, por lo que todos los sitios obtuvieron la misma puntuación en este indicador. En una segunda evaluación, se recomienda que se ajuste este indicador para que se registre la abundancia de peces limpiadores en cada sitio, asumiendo que los sitios con una mayor abundancia de peces limpiadores podrían eventualmente funcionar como estaciones de limpieza. Es necesario seguir evaluando los sitios de buceo para determinar si existen o no estaciones de limpieza frecuentes de especies emblemáticas. Los resultados obtenidos sugieren que las estaciones de limpieza no se encuentran ampliamente distribuidas en el PNR, sino que ocurren en sitios específicos, usualmente en zonas donde impactan las corrientes y de fácil acceso a zonas profundas y pelágicas
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	Se registraron tiburones en estadios potencialmente juveniles en 13 buceos y 8 sitios, mientras que en 10 buceos y 7 sitios se observaron especies emblemáticas pero ningún comportamiento ni estadio vulnerable. La mínima puntuación para este indicador se obtuvo en el Barquito, donde se registraron más de 10 crías o juveniles de rayas eléctricas y en Bajo Grayson donde se observaron más de 10 individuos juveniles entre tiburones galápagos y gambuso. En todos los sitios se observaron especies emblemáticas, por lo que no hubo ningún sitio con la máxima puntuación.
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	Se reportaron densidades de organismos sésiles frágiles muy bajas (<20%) en casi todos los sitios (Anexo 10). Solamente en el Acuario, Bajo Grayson, Tres Hermanos y Old Man of the Rock se reportaron densidades bajas (20 – 40%). Estos resultados indican que en los fondos marinos del PNR no predominan organismos sésiles frágiles potencialmente vulnerables al buceo recreativo y que por lo tanto hay otros indicadores más relevantes a la hora de evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas marinos ante esta actividad turística. Estos resultados coinciden con los estudios de capacidad de carga del PNR, en donde se estableció que únicamente un 3% de las acciones evaluadas de los buzos afectaron a la vida bentónica como corales y gorgonáceos (Álvarez Del Castillo 2020).
3.4. Zona de anclaje	Se encontraron zonas de anclaje ideales, con fondos completamente arenosos, en casi todos los sitios de buceo. Hubo solo 2 zonas de anclaje, una en El Barquito y Bahía Cornwallis y otra en Cabo Henslow, donde se reportaron fondos de arena con presencia de algunos organismos frágiles dispersos. Punta Ortolán fue el único sitio donde se reportó una zona de anclaje predominado por roca. Es importante que se definan las zonas de anclaje en el PNR, no solo para los sitios actualmente más visitados, sino para los sitios alternativos que se quieren abrir al uso público. La fragmentación del hábitat es un impacto ya reportado en algunos sitios altamente visitados del PNR, como El Cañón y Cabo Pearce, a consecuencia del anclaje de las embarcaciones (Álvarez Del Castillo 2020).
3.5. Otros factores de estrés	No se registraron factores de estrés adicionales en ninguno de los sitios evaluados, excepto en El Barquito, El Acuario y Dedos de Lava, por la presencia de corales blanqueados en alguno de los buceos, y en Bahía Cornwallis por la presencia de algas flotantes en la columna de agua. Los resultados de este indicador sugieren que los sitios evaluados no se encuentran expuestos a factores estresantes relevantes. Eso se explica por el aislamiento y el grado de protección del PNR que mantiene a los ecosistemas marinos que resguarda en un estado prístino y resiliente poco expuesto a impactos antropogénicos o naturales.

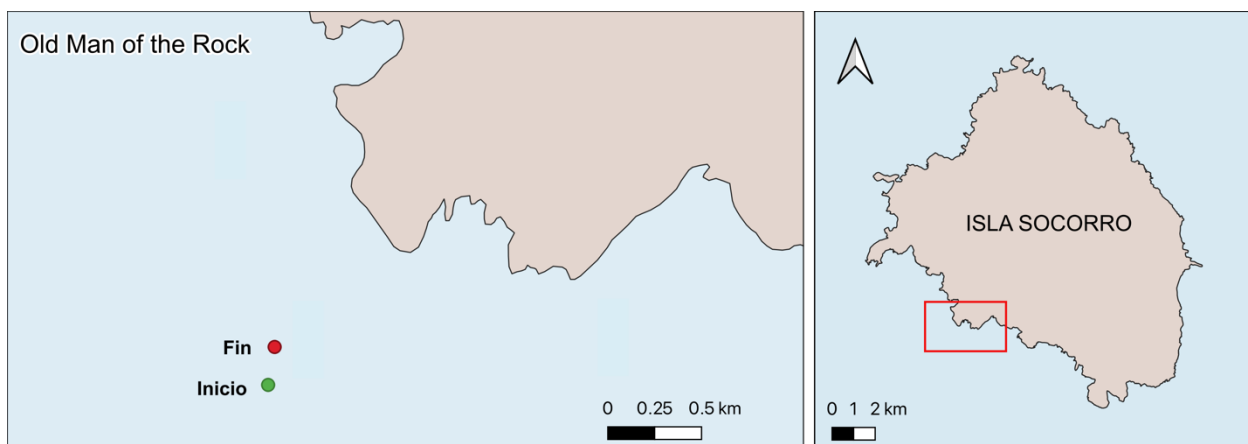
### 3.2.3. Caracterización de sitios evaluados

A continuación, se presenta en detalle los resultados registrados en cada uno de los sitios evaluados. Para cada sitio se especifica si se conocen por otros nombres, donde están ubicados, cuáles fueron las referencias visuales registradas el día de la evaluación que permitirían ubicar el sitio de buceo, cual es la frecuencia de uso actual y si se ha establecido o no una capacidad de carga, cuáles son las características generales del sitio, cuales fueron los datos generales registrados el día de la evaluación (día, hora, número de buzos, coordenadas, temperatura y tiempo de buceo) y cuál fue el recorrido. También se presentan los resultados de forma descriptiva para cada criterio además de los resultados obtenidos por indicador. Finalmente, se indica cuál es el potencial de cada sitio para el buceo recreativo, si se recomienda o no evaluar de nuevo y se presentan recomendaciones de uso y consideraciones. Los sitios se presentan ordenados según su atractivo de forma descendente al igual que en el Cuadro 13.

## 1. OLD MAN OF THE ROCK

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio.

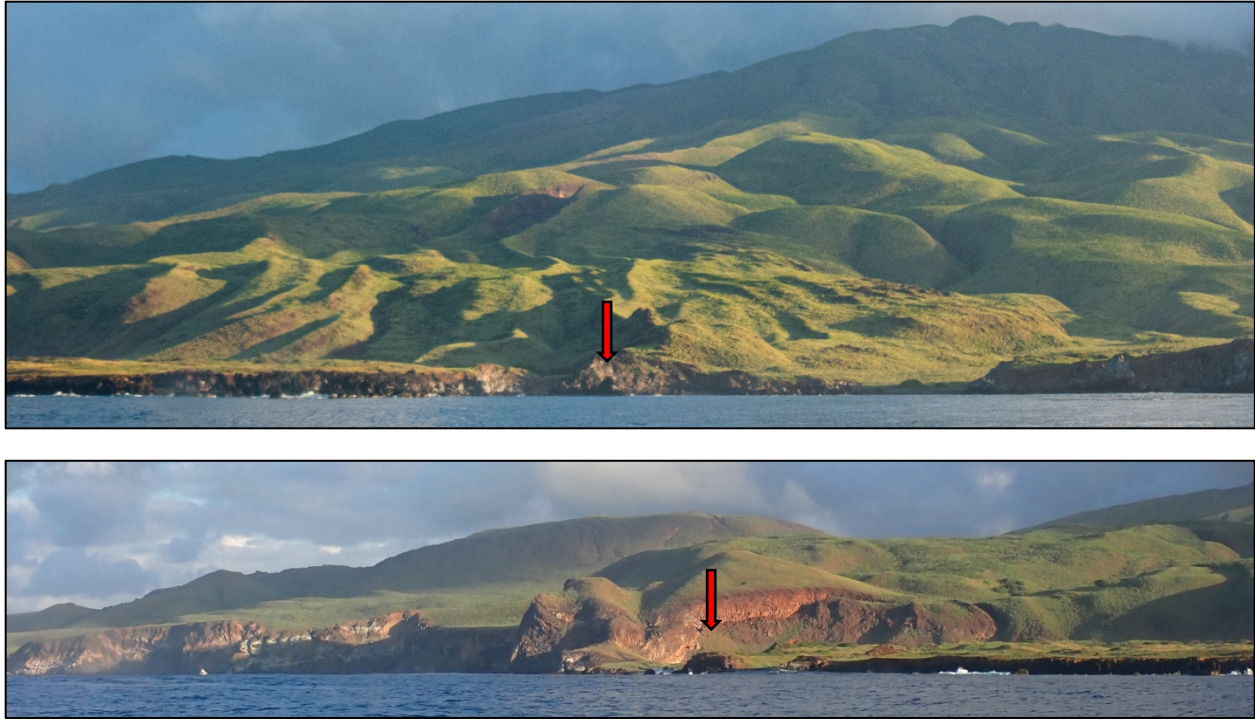
**Ubicación:** zona suroeste de Socorro, a 4.5 km hacia el sur de Punta Tosca (Figura 15).



**Figura 15.** Ubicación del sitio de buceo 'Old Man of the Rock' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** no se ubicaron referencias visuales muy claras, pero se anotaron las siguientes. Viendo hacia la isla del lado derecho se ubicó una formación rocosa en forma de pináculo pequeño que contrasta con la pared rocosa de color blanco que queda atrás también en forma de pico. Ambos picos coinciden. Viendo hacia la isla del lado izquierdo hay una colinita en forma de domo que coincide con el inicio de una pared color café (Figura 16).

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio conocido por algunos guías de buceo, pero muy poco utilizado actualmente. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo (CONANP 2021), por lo que tampoco se ha calculado, hasta el momento, una capacidad de carga para el sitio.



**Figura 16.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo ‘Old Man of the Rock’ en isla Socorro. Las flechas señalan las referencias utilizadas hacia el lado derecho de la isla (imagen superior) y hacia el lado izquierdo (imagen inferior). Créditos: Marta Cambra.

**Descripción del sitio:** sitio con formaciones rocosas muy grandes entre parches de arena, caracterizado por una caída casi vertical del fondo marino en forma de pared rocosa por la que se realiza el recorrido del buceo. Sitio que ofrece un atractivo tanto por sus formaciones rocosas, por el acceso a aguas profundas y por la posibilidad de ver especies de megafauna marina.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron dos buceos de evaluación, uno por grupo, durante el segundo día de la expedición (Cuadro 20). Se realizó el descenso cerca de la plataforma donde el fondo pasa de 21 m a más de 30 m de profundidad. El recorrido se realizó en dirección noreste (270°) por el contorno de la plataforma. Entre la plataforma y la isla se observan zonas arenosas, pináculos y rocas grandes. Al minuto 25 del buceo se reduce la altura de la pared rocosa la cual se une con el fondo. Finaliza el buceo con una parada de seguridad en el azul por encima de un fondo arenoso con rocas grandes a 30 m (Figura 17).

**Cuadro 20.** Datos generales registrados por buceo en ‘Old Man of the Rock’, ubicado en Isla Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	5/12/2024 - 7:26 am	5/12/2024 – 9:00 am
Coordenadas inicio del buceo	18.746928, -111.021783	No registradas
Coordenadas fin del buceo	18.748756, -111.021454	No registradas
Grupo y número de buzos	Grupo 2 – 7 buzos	Grupo 1 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	27 °C – no termoclina	27 °C – no termoclina
Tiempo de buceo	44 min	30 min



**Figura 17.** Mapa representativo del sitio 'Old Man of the Rock' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

#### **Resultados por criterio:**

- Atractivo 'Medio' con una puntuación final de 72.2% (Cuadro 20): máxima puntuación obtenida para este criterio entre todos los sitios evaluados. Los principales atractivos registrados fueron la presencia de varias especies emblemáticas, una muy buena visibilidad y la presencia de formaciones geológicas destacables, como la pared o plataforma. Aun así, no alcanzó una valoración 'Alta' (> 75%), lo que implica que posiblemente no alcance el nivel de atractivo de los sitios de buceo actualmente más utilizados.
- Seguridad 'Alta' con una puntuación final de 76.8% (Cuadro 21): el sitio presentó unas condiciones muy seguras para realizar buceo recreativo el día de la evaluación. Su ubicación en la parte sur de Isla Socorro lo convierte en un sitio más seguro por estar cerca de la ruta principal de evacuación. La profundidad del sitio a más de 30 m sería el principal componente para tener en cuenta en cuanto a este criterio.
- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 87.5% (Cuadro 22): sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR. Destacan como posibles factores para tener en cuenta la presencia de tiburones juveniles y el uso de las zonas arenosas como área de descanso de tiburones punta blanca.

**Cuadro 20.** Evaluación del criterio Atractivo en Old Man of the Rock, sitio ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 46 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 38) y el B2 (n = 33)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	3	3	Media en ambos buceos con 4 especies en B1 y 5 especies en B2. Se registraron 5 especies entre los 2 buceos: manta raya gigante, tiburón puntas plateadas, tiburón punta negra, tiburón martillo y tiburón punta blanca (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	1	Media en el B1: 4 especies registradas; raya látigo diamante, atún aleta amarilla, tortuga negra y langosta de Revillagigedo (Anexo 8). Nula en el B2: ninguna especie
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	4	3	Alta en B1: 22 individuos. Media en B2: 16 individuos. Los más abundantes fueron tiburones punta blanca (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	2	Escasos: 2 cardúmenes registrados en cada buceo. Se registraron un total de 4 especies de jureles y atunes entre los dos buceos Anexo 8)
2.6. Formaciones geológicas	4	4	Imprescindibles: la parte con la pared rocosa en forma de plataforma es la formación que le da mayor atractivo al sitio, por lo que hay que visitarla
2.7. Cobertura del sustrato	2	2	Pobre y dispersa en el B1 y en el B2 con un índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 31.25% y 26.04, respectivamente. Se registraron 6 categorías morfológicas, siendo las más frecuentes los corales pétreos ramificados y las esponjas globulares (Anexos 9 y 10)
2.8. Visibilidad	4	4	Muy buena en ambos buceos: 24.7m en B1 y 27 m en B2
2.9. Percepción del observador/a	3	3	Sitio evaluado como 'bueno' con un promedio de 3.3 en el B1 y de 3 en el B2
Suma de valores	27	24	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	75.0	69.4	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>72.2</b>		Valoración del criterio de Atractivo = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 21.** Evaluación del criterio Seguridad en Old Man of the Rock, sitio ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	1	Muy profundo: profundidad del fondo superior a 30 m
1.2. Corriente en superficie	2	4	Moderada en B1 (0.47 m/seg). Nula en B2 (0.04 m/seg)
1.3. Corriente de fondo	3	3	Suave en ambos buceos
1.4. Mar de fondo	4	3	Nulo en el B1. Suave en el B2
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo: por su ubicación en la zona sur de Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano: por estar ubicado en el lado sur de Socorro

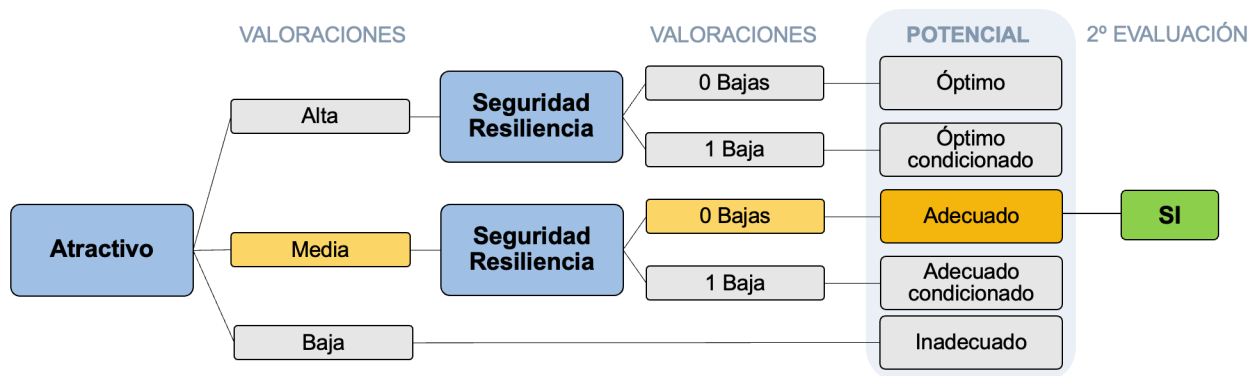
Suma de valores	22	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	78.6	75	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28).
Puntuación final (%)	<b>76.8</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>ALTA</b>

**Cuadro 22.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Old Man of the Rock', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	2	2	Potenciales en ambos buceos por la presencia de varios individuos juveniles de tiburón galápagos y puntas plateadas y tiburones punta blanca descansando
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	3	Muy baja en B1 (<20%) y baja en B2, con el 16.3% y 22.1% del área evaluada (120m <sup>2</sup> ) cubierta por organismos frágiles, respectivamente (Anexo 10). Se registraron 5 especies de corales duros y 2 especies de octocoral, entre ambos buceos. La especie con mayor cobertura fue el coral ramificado <i>Pocillopora elegans</i> . Entre los octocorales el más abundante fue la gorgonia <i>Pacifigorgia agassizii</i> .
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en una zona arenosa al sur de Punta Tosca donde predominaba arena (Coordenadas aproximadas: 18.7619 N, -111.0244 W)
3.5. Tamaño del sitio	4	4	Muy amplio: el sitio se extiende más allá de lo que es posible recorrer en un buceo, inclusive con corrientes
3.6. Tipo de recorrido	3	3	Lejano al fondo: el recorrido se realiza mayoritariamente en la columna de agua cerca de la pared, pero también se puede bucear cerca del fondo por encima de la plataforma
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes: en ambos buceos se registraron algunos corales blanqueados, pero al ser < 10 individuos, no se registra
Puntuación total	25	24	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	89.3	85.7	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>87.5</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado' con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes, aunque no óptimos, para ser utilizado para el buceo recreativo (Figura 18).

**Futuras evaluaciones:** se recomienda volver a evaluar este sitio de buceo en una segunda evaluación con la finalidad de evaluarlo en otras condiciones y terminar de mapear mejor el lugar y el recorrido a realizar. Se podría utilizar el mismo punto de inicio utilizado en la primera evaluación o bien un poco más hacia el sur siguiendo la dirección de la pared para encontrar el punto donde inicia y a partir de ahí iniciar el recorrido siguiendo la pared hacia el norte (Figura 18).



**Figura 18.** Potencial para el buceo recreativo de 'Old Man of the Rock' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica si se recomienda someter este sitio a una segunda evaluación.

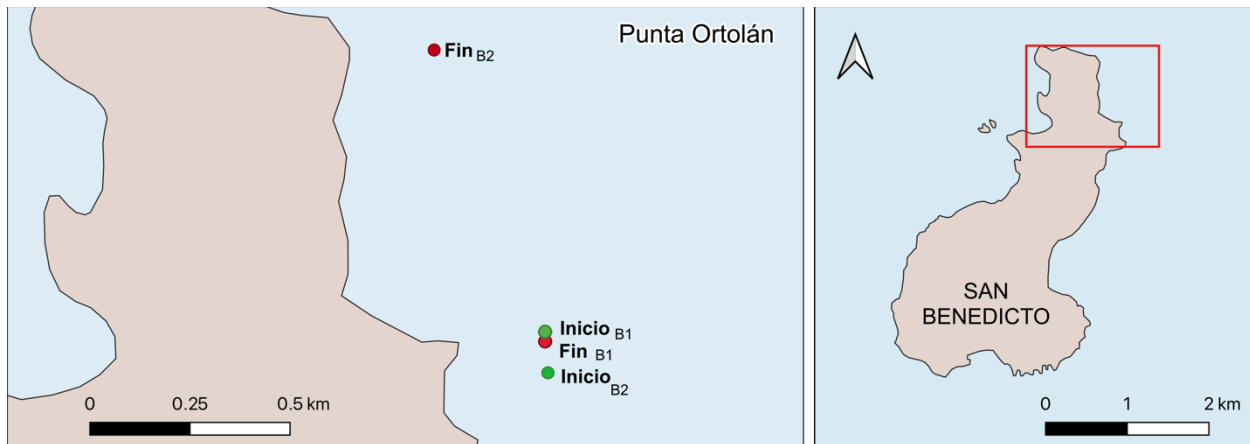
### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Se considera un buen sitio a utilizar como alternativa de Punta Tosca, por su ubicación y por ser el lugar con la mayor puntuación del criterio Atractivo, entre los sitios evaluados.
- El punto de inicio se considera un lugar adecuado dado que es donde se encuentra la pared rocosa vertical que representa uno de los mayores atractivos del sitio de buceo a nivel de formaciones geológicas.
- Al ser un lugar extenso, la presencia de corrientes no afectaría negativamente el buceo dado que se permitiría realizar un 'drift dive' o buceo en corrientes siguiendo las formaciones rocosas del lugar. Inclusive se podría unir con el otro sitio evaluado llamado 'Extensión Old Man of the Rock', en el cual se encontró un menor atractivo, pero si suficientes estructuras rocosas como para que represente la continuidad de este sitio de buceo.
- Una resiliencia alta indica que no se detectaron factores que aumenten la vulnerabilidad de este sitio al buceo recreativo, por lo que la capacidad de carga puede ser más alta que aquellos sitios que hayan obtenido una valoración de 'Media' o 'Baja' para ese criterio.
- Como zona de anclaje se recomienda que se continúe utilizando la zona utilizada durante la evaluación, ya que hay un fondo arenoso extenso sin organismos frágiles.

## PUNTA ORTOLÁN

**Otros nombres:** sitio bautizado durante la expedición por estar el punto de inicio del sitio de buceo cerca de la Punta Ortolán en isla San Benedicto.

**Ubicación:** zona noreste de San Benedicto. El buceo 1 se realizó justo enfrente de la Punta Ortolán. El buceo 2 se inició a unos 300 m hacia el noreste de la Punta Ortolán (Figura 19).



**Figura 19.** Ubicación del sitio 'Punta Ortolán' en Isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final donde terminaron los buceos de evaluación realizados (B1 y B2).

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** este es un sitio cercano al sitio de buceo conocido como 'Cuevitas' o 'Las Cuevas', el cual bastante conocido por las empresas tour-operadoras y que se bucea de forma esporádica en algunos viajes, sobre todo como buceo de prueba o 'check dive'. Sin embargo, la evaluación de este sitio se hizo en una zona distinta que no se bucea normalmente por las empresas turísticas. Por eso se bautizó con un nombre distinto. Punta Ortolán no aparece en el manual de buenas prácticas para el buceo, por lo que tampoco se ha calculado la capacidad de carga para el sitio (CONANP 2021).

**Descripción del sitio:** zona arenosa con presencia de grandes formaciones rocosas que permiten realizar un buceo entretenido en condiciones usualmente tranquilas, apropiadas para un primer buceo de prueba al inicio de los viajes de turismo. Se pueden llegar a observar tortugas descansando y tiburones y manta rayas que van de paso.

**Referencias visuales:** frente al promontorio rocoso salido de la pared de la isla, al norte de Punta Ortolán, hay unas lajas que sobresalen formando una pared fina. El punto de inicio en el buceo 1 se ubicó de forma que esa pared se viera completamente de frente y no se vieran los lados de la misma. El punto de inicio del buceo 2 se ubicó un poco más hacia el sur de forma que se viera la pared de lajas del lado sur (Figura 20).



**Figura 20.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio de ‘Punta Ortolán’ en San Benedicto. La flecha señala la pared fina de lajas usada como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos de evaluación, en horas cercanas al medio día, durante el sexto día de la expedición (Cuadro 23). Los dos buceos realizados siguieron un recorrido un poco distinto. En el buceo 1 se realizó un descenso sobre un fondo ligeramente inclinado con arena y rocas grandes a 24 metros. Se inicio el buceo en dirección sur entre formaciones rocosas grandes y altas de 5 a 8 metros de altura. Se realizó el buceo a 120°, siguiendo el contorno de las formaciones rocosas las cuales iban ganando profundidad. Hacia la mitad del buceo la corriente hacia el norte aumentó de intensidad dificultando el avance hacia el sur. Hacia el final del buceo el grupo derivó de nuevo hacia el norte terminando cerca del punto de inicio del buceo. El buceo 2 inició un poco más hacia el sur considerando las corrientes hacia el norte. Realizaron el descenso sobre una extensión grande de pequeñas dunas de arena y grandes formaciones de roca de unos 5 m de altura. La corriente derivó al grupo en dirección norte/noroeste. La corriente cambió de fuerte a moderada al girar hacia este para buscar profundidad y disminuir el mar de fondo. Hacia el final del buceo el grupo se dejó llevar por la corriente hacia una zona arenosa más hacia el norte. En esa zona arenosa se vio el tiburón tigre.

**Cuadro 23.** Datos generales registrados por buceo en ‘Punta Ortolán’, ubicado en Isla San Benedicto.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	8/12/2023 – 10:10 pm	8/12/2023 – 11:40 pm
Coordenadas inicio del buceo	19.326531, - 110.790089	No registradas
Coordenadas fin del buceo	19.326516, -110.789907	No registradas
Grupo y número de buzos	Grupo 2 – 7 buzos	Grupo 1 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	27 °C – no termoclina	28 °C – no termoclina
Tiempo de buceo	42 min	30 min

### Resultados por criterio:

- Atractivo ‘Medio’ con una puntuación final de 66.7% (Cuadro 24): indica que este sitio no es comparable a los sitios de buceo más populares, pero ofrece suficientes atractivos como para ser utilizado con turistas. destacan las formaciones rocosas en contraste con el fondo arenoso y la posibilidad de ver tortugas, rayas de fondo, manta rayas y tiburones.
- Seguridad ‘Media’ con una puntuación final de 53.6% (Cuadro 25): indica que hay algunos factores a tomar en cuenta para garantizar la seguridad del buceo, principalmente debido a su ubicación que lo expone a los efectos del mar de fondo, corrientes y oleaje
- Resiliencia ‘Media’ con una puntuación final de 69.6% (Cuadro 26): indica que hay algunos factores que podrían aumentar la vulnerabilidad de este sitio a los posibles efectos derivados del buceo recreativo si este se realizara sin medidas de manejo o control. Por ejemplo, podría perturbar la interacción entre tortugas marinas y rayas de fondo y podría afectar el fondo marino en la zona de anclaje si se usara la zona utilizada para tal fin durante la evaluación.

**Cuadro 24.** Evaluación del criterio ‘Atractivo’ en el sitio ‘Punta Ortolán’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	G1	G2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 43 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 35) y en el B2 (n = 30).
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	3	3	Media: 4 especies registradas por buceo. Se registraron 4 especies entre los 2 grupos: manta raya gigante, tiburón puntas plateadas, tiburón tigre y tiburón punta blanca de arrecife (Anexo 8).
2.3. Riqueza de otras especies de interés	3	2	Media en el B1: 5 especies registradas. Baja en el B2: 3 especies registradas. Se registraron 5 especies entre los dos grupos: raya látigo, raya eléctrica, wahoo, tortuga negra y langosta de Revillagigedo (Anexo 8).
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	3	3	Media: 17 individuos en el B1 y 13 en el B2. La especie más abundante fue el tiburón punta blanca (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	1	2	Ausentes en el B1. Escasos en el B2: un solo cardumen de 300 individuos de jurel ojón (Anexo 8)
2.6. Formaciones geológicas	3	3	Destacables: formaciones rocosas grandes y atractivas a lo largo de todo el buceo, aunque no determinan el recorrido
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	Muy pobre y muy dispersa: índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 8.75% en el B1 y de 6.25% en el B2. Se registraron un total de 5 categorías, siendo las más frecuentes las esponjas globulares (Anexo 9).
2.8. Visibilidad	4	4	Muy buena: 22 m en el B1 y 23 m en el B2.
2.9. Percepción del observador/a	3	3	Sitio bueno: con un promedio de 3 en el B1 y de 2.8 en el B2.
Puntuación total	24	24	Suma de los valores de todos los indicadores por grupo
Puntuación por visita (%)	66.7	66.7	Puntuaciones obtenidas por grupo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36).
Puntuación final (%)	<b>66.7</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 25.** Evaluación del criterio ‘Seguridad en el sitio ‘Punta Ortolán’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	2	2	Profundo: profundidad máxima del buceo a 27 m (B1) y 30 m (B2)
1.2. Corriente en superficie	3	2	Suave en el B1: 0.20 m/seg. Moderada en el B2: 0.36 m/seg.
1.3. Corriente de fondo	2	1	Moderada en el B1: que exige una natación enérgica. Fuerte en el B2: que exige agarrarse del sustrato.
1.4. Mar de fondo	3	3	Suave: natación leve para contrarrestar el vaivén de las olas
1.5. Oleaje	2	2	Moderado: oleaje que dificulta, pero no impide, la actividad con turistas
1.6. Grado de exposición	2	2	Medio: por su ubicación en la zona de exposición media de San Benedicto
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	2	2	Lejano: por estar ubicado en San Benedicto, lejos de la ruta de evacuación más cercana ubicada en Isla Socorro

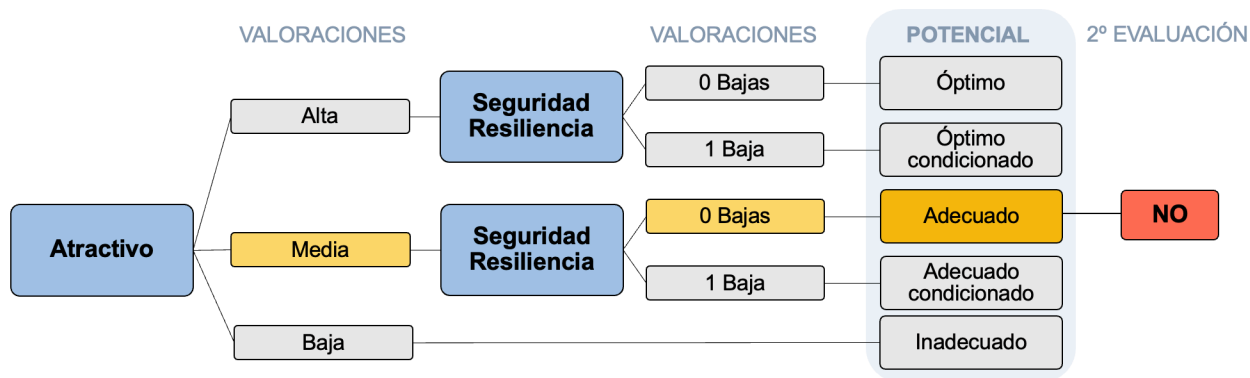
Puntuación total	16	14	Suma de los valores de todos los indicadores por grupo
Puntuación por visita (%)	57.1	50	Puntuaciones obtenidas por grupo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28).
Puntuación final (%)	<b>53.6</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 26.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio ‘Punta Ortolán’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	G1	G2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no se observó ninguna acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	3	2	Posibles en el B1: se observan especies emblemáticas, pero no comportamientos ni estadios clave. Potenciales en el B2: 2 tortugas descansando y rayas en posible comportamiento de apareamiento (persecución).
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja: menos del 20% del área evaluada estuvo cubierta por organismos frágiles tanto en el B1 (2.8%) como en el B2 (0.5%) (Anexo 10). Rocas principalmente cubiertas de turf.
3.4. Zona de anclaje	2	2	Tolerable: anclaje al sur del sitio de buceo donde abundaban rocas con organismos sésiles no frágiles. Coordenadas aproximadas: 19.322 N, -110.7911 W
3.5. Tamaño del sitio	2	2	Pequeño: El sitio se concentra en una zona concreta que se podría recorrer una sola vez durante un buceo sin corrientes. Durante los buceos la corriente nos sacó del sitio hacia una zona arenosa
3.6. Tipo de recorrido	1	1	Por el fondo: todo el recorrido se realiza cerca del fondo marino
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes: no se registró ningún otro factor de estrés
Puntuación total	20	19	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	71.4	67.9	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>69.6</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>MEDIA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** este sitio obtuvo una valoración ‘Media’ para todos los indicadores y por lo tanto se considera como un lugar con un ‘Potencial Adecuado’ con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes para ser usado para el buceo recreativo (Figura 21).

**Futuras evaluaciones:** a pesar de haber sido evaluado como el segundo sitio con mayor potencial para el buceo recreativo durante esta primera evaluación, no se recomienda evaluarlo de nuevo dado que es un sitio muy cercano a Las Cuevitas, un sitio actualmente utilizado para el buceo (Figura 21).



**Figura 21.** Potencial para el buceo recreativo del sitio ‘Punta Ortolán’ según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- La intención inicial no era evaluar este sitio de buceo, sino Punta Fortuna, ubicado un poco más hacia el sur, ya que es un sitio menos conocido y señalado por algunos guías como un sitio con potencial para el buceo. Sin embargo, al ubicar el punto de inicio demasiado hacia el norte, y al estar la corriente invertida, en lugar de seguir la dirección usual hacia el sur, se terminó evaluando una zona de buceo distinta a la esperada. En una próxima expedición se recomienda priorizar la evaluación de Punta Fortuna u otros sitios en San Benedicto que estén expuestos a distintas condiciones para que haya una mayor variedad de sitios a elegir según las condiciones existentes de corrientes, oleajes, visibilidad, etc.
- La zona de anclaje utilizada durante la evaluación no fue apropiada porque el ancla cayó sobre rocas. Independientemente de si se siguen explorando sitios de buceo en esta zona de la isla, se recomienda buscar una zona arenosa adecuada para el anclaje en el lado este de San Benedicto para que los capitanes la tengan ubicada en caso de necesitarla.
- Se registraron factores que podrían aumentar la vulnerabilidad de este sitio a las actividades de buceo recreativo. Esos factores se deberían de tener en cuenta si se calculara la capacidad de carga de este sitio o de sitios cercanos similares. Es posible que algunos de esos criterios fueran tomados en cuenta durante el cálculo de la capacidad de carga en ‘Las Cuevas’, dado que es menor que el resto de los sitios del PNR (CONANP 2021)

## EL ZOOLÓGICO

**Otros nombres:** podría confundirse con 'Parientes Rock', que en algunos mapas se encuentra ubicado cerca en dirección un poco más hacia el sur.

**Ubicación:** sitio ubicado en la zona suroeste de San Benedicto. Este sitio se evaluó en 2 días distintos. El primer día se realizaron dos buceos de evaluación (B1 y B2) partiendo del mismo punto de inicio, el cual se decidió según el criterio de algunos de los guías de buceo presentes que ya lo habían buceado anteriormente. El segundo día se realizó un tercer buceo de evaluación (B3), iniciando un poco más hacia el sur para explorar una zona distinta (Figura 22). Dado que los buceos realizados en ambos días fueron muy cercanos, se evaluaron como el mismo sitio.

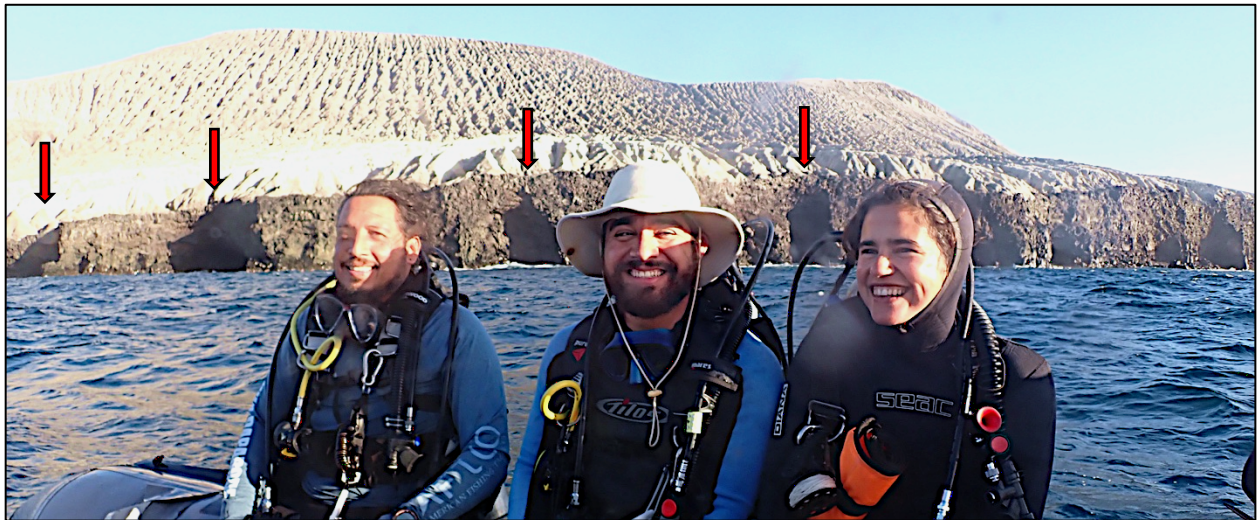


**Figura 22.** Ubicación del sitio de buceo 'El Zoológico' en San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final donde terminaron los tres buceos de evaluación realizados (B1, B2 y B3).

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** este es un sitio muy poco utilizado por las empresas tour-operadoras, ya que cuando se bucea ese lado de la isla de San Benedicto, usualmente se realiza más hacia el sur, en el sitio conocido como 'Tres Hermanos' o en 'Parientes Rock'. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo (CONANP 2021), por lo que tampoco se ha calculado, una capacidad de carga para el sitio.

**Descripción del sitio:** sitio formado por formaciones rocosas grandes con poca variedad de organismos sésiles y paredes empinadas con estructuras rocosas tridimensionales en forma de dedo que se extienden hacia zonas profundas. Representa una zona de paso de fauna pelágica tales como manta rayas y tiburones. Sitio extenso donde se pueden realizar buceos a favor de corriente, usualmente de norte a sur.

**Referencias visuales:** en el buceo 1 se anotó como referencias visuales ir hacia el oeste e iniciar el buceo a 100 m de la costa justo antes de tener El Boiler a la vista (Figura 23, imagen superior). Las referencias visuales durante el buceo 2 fueron seguir en dirección hacia el arco hasta ver a mano derecha 4 cuevitas. Iniciar el buceo en la roca que queda al lado izquierdo de la segunda cuevita (Figura 23, imagen inferior). Durante el buceo 3 se tomó como referencia visual el punto medio más bajo que se forma entre las dos montañas que se observan viendo desde el sur hacia la isla a unos 200 – 500 m de la costa.



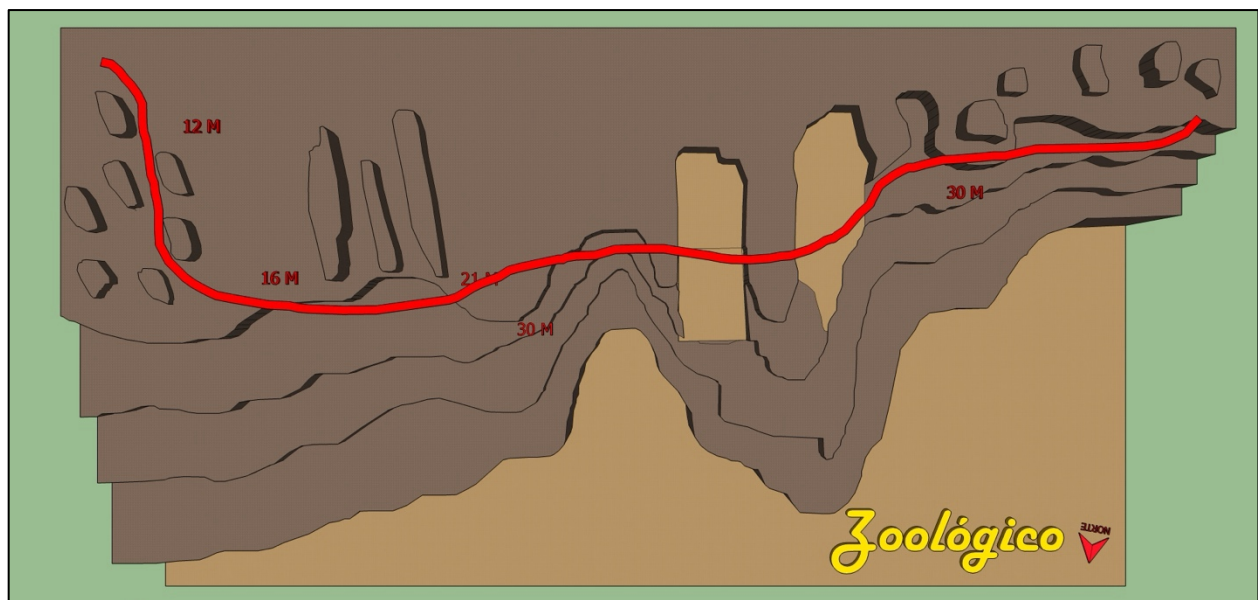
**Figura 23.** Referencias visuales para ubicar el sitio de buceo 'El Zoológico' en Isla San Benedicto. En la primera imagen se señala El Boiler hacia el oeste señalado en el buceo 1. En la segunda imagen se señalan las 4 cuevas de referencia señaladas en el buceo 2. Créditos: Marta Cambra.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos en el primer día de la expedición en horas de la tarde y un buceo en el quinto día de la expedición a primera hora de la mañana (Cuadro 27). Durante el buceo 1 no se registró el recorrido, pero se asume que fue similar al registrado en el buceo 2 (Figura 24). En el buceo 2 se registró un descenso a 12 m de profundidad, en un fondo de rocas pequeñas que fueron aumentando de tamaño según se avanzó hacia 250°. Se registró baja visibilidad y poca luz por la hora del día. Se avanzó en dirección sur por un fondo ligeramente inclinado con formaciones rocosas uniformes a 16 m de profundidad hasta llegar a una zona con una caída tipo plataforma. Al minuto 10 se siguió el recorrido hacia 180° con la pared rocosa a mano izquierda y el azul a mano derecha a una profundidad de 21 metros. Al minuto 15 aumentó la pendiente del fondo hasta más de 30 metros de profundidad. Al minuto 25 se observó un acantilado en forma de herradura. El grupo avanzó por encima de una pared vertical con el contorno entre 28 y 30 metros. Al minuto 35 se realizó el ejercicio de visibilidad y

se empezó a ascender para realizar la parada de seguridad. En el buceo 3 se registra un inicio del buceo hacia el suroeste, en un ambiente rocoso entre 20 y 23 m de profundidad que rápidamente aumentó hasta más de 30 m. Durante el buceo se observaron formaciones rocosas muy similares y dedos de lava que corren de la isla hacia el mar con algunos corales dispersos. En la parte superior de la plataforma se registraron rocas con una gran variedad de formas entre parches de arena que pueden servir de refugio para muchas especies de peces.

**Cuadro 27.** Datos generales registrados por buceo en ‘El Zoológico’, ubicado en San Benedicto.

DATOS GENERALES	Buceo 1	Buceo 2	Buceo 3
Fecha y hora	4/12/2023 – 3:10 pm	4/12/2023 – 4:39 pm	8/12/2023 – 9:00 am
Coordenadas inicio	<i>No registradas</i>	19.312115, - 110.819317	<i>No registradas</i>
Coordenadas fin	<i>No registradas</i>	19.310256, - 110.819317	<i>No registradas</i>
Grupo y nº de buzos	Grupo 1 – 6 buzos	Grupo 2 – 6 buzos	Grupo 1 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	28 °C – termoclina 26°C	27 °C – no termoclina	28°C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	44 min	30 min



**Figura 24.** Mapa representativo del sitio ‘El Zoológico’ visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Resultados por criterio:**

- Atractivo ‘Medio’ con una puntuación final de 63% (Cuadro 28): significa que este sitio presenta un atractivo no comparable a los sitios más populares, pero si suficiente como para que pueda ser utilizado de forma esporádica como una alternativa a los sitios de buceo actualmente más visitados. El principal atractivo de este sitio son las formaciones rocosas y la verticalidad del sitio hacia una zona más profunda y la posibilidad de ver especies de megafauna que van de paso.

- Seguridad 'Media' con una puntuación final de 67.9% (Cuadro 29): implica que hay que tener ciertas consideraciones para bucear este sitio de forma segura, principalmente la profundidad del fondo a más de 30 metros, la posible exposición al oleaje y la distancia a los centros de evacuación cercano.
- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 85.7% (Cuadro 30): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo siempre y cuando se sigan los criterios generales de buceo recreativo responsable y las medidas de manejo establecidas

**Cuadro 28.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'El Zoológico', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	B3	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	3	Alta: 44 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 31), B2 (n = 30) y B3 (n = 32)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	2	2	3	Baja en B1 y B2 con 3 especies registradas en cada buceo. Media en B3 con 4 especies registradas. Se registraron 5 especies entre los 3 buceos: manta raya, tiburón puntas plateadas, tiburón galápagos, tiburón martillo y tiburón punta blanca (Anexo 8).
2.3. Riqueza de otras especies de interés	1	2	2	Muy baja en B1 con 1 especie registrada. Baja en B2 con 2 especies. Se registraron 4 especies entre los 3 grupos: langosta de Revillagigedo, morena verde, raya látigo diamante y raya eléctrica gigante (Anexo 8).
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	4	3	4	Alta en B1 (22 ind) y B3 (21 ind). Media en B2 (14 ind). Las especies más abundantes fueron el tiburón punta blanca seguido del tiburón puntas plateadas (Anexo 8).
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	2	Escasos con un cardumen de macarela caballa en el B1 y uno de bonito del Pacífico Oriental en el B3 (Anexo 8). Ausentes en el B2.
2.6. Formaciones geológicas	3	3	3	Destacalbes: presencia de formaciones rocosas heterogéneas a lo largo de todos los buceos. Presencia de pináculos, valles, acantilados y paredes.
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	1	Muy pobre y muy dispersa: índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 13.3%, 15.6% y 15.6% en el B1, B2 y B3, respectivamente. Se registraron un total de 5 categorías morfológicas, siendo las más frecuentes las esponjas globulares ( <i>Aplisina revillagigedi</i> ), presentes en todas las paradas, y los corales pétreos masivos, en casi todas (Anexos 9 y 10).
2.8. Visibilidad	4	3	3	Muy buena en el B1: 22 m. Buena en el B2 y B3: 16 m.
2.9. Percepción del observador/a	3	3	3	Sitio bueno: con un promedio de 3.2 en el B1, de 2.9 por en el B2 y de 2.8 en el B3.
Puntuación total	23	21	24	Suma de los valores de todos los indicadores por grupo
Puntuación por visita (%)	63.9	58.3	66.7	Puntuaciones obtenidas por grupo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36).
Puntuación final (%)	<b>63</b>			Valoración del criterio de Atractivo = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 29.** Evaluación del criterio ‘Seguridad’ en el sitio ‘El Zoológico’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

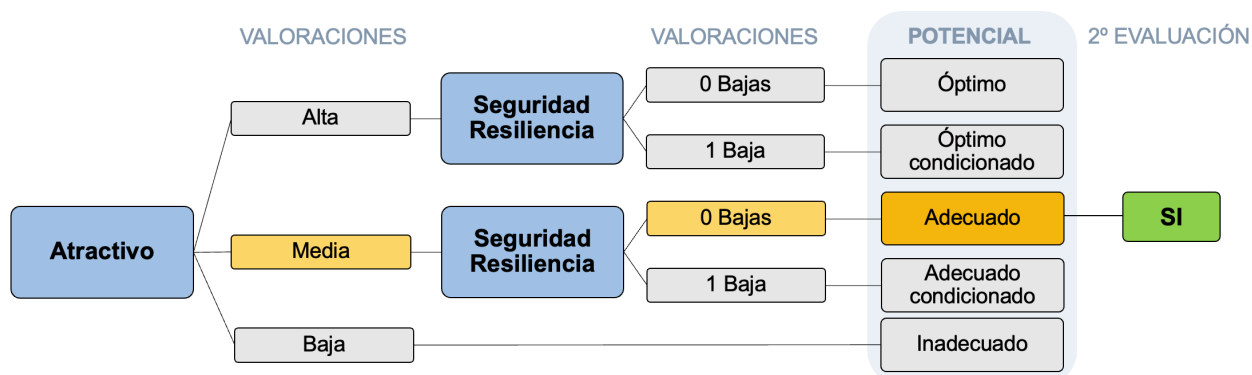
INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	B3	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	1	1	Muy profundo: profundidad del fondo superior a 30 m
1.2. Corriente en superficie	3	4	-	Suave en el B1: 0.21 m/seg. Nula en el B2: 0.07 m/seg. No se registró en el B3.
1.3. Corriente de fondo	3	3	3	Suave: que exige un leve esfuerzo de natación
1.4. Mar de fondo	3	4	3	Suave: durante los B1 y B3. Nulo: durante el B2.
1.5. Oleaje	3	3	2	Suave: oleaje que no dificultaría la operación con turistas en los B1 y B2. Moderado: oleaje que dificulta, pero no impide, el buceo recreativo con turistas en el B3.
1.6. Grado de exposición	3	3	3	Bajo: por su ubicación en la zona sur de San Benedicto
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	2	2	2	Lejano: por estar ubicado en San Benedicto, lejos de la ruta de evacuación más cercana ubicada en Isla Socorro
Puntuación total	18	20	14	Suma de los valores de todos los indicadores por grupo
Puntuación por visita (%)	64.3	71.4	58.3	Puntuación por buceo respecto la puntuación máxima posible para este criterio (PM = 28; B1 y B2 y PM = 24; B3)
Puntuación final (%)	<b>64.7</b>			Valoración del criterio de Seguridad = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 30.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio ‘El Zoológico’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2, B3) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	B3	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	4	Actividad nula: no se observan de limpieza activas
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables	3	3	3	Posibles: se observan especies emblemáticas, pero no comportamientos ni estadios clave
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	4	Muy baja (<20%): se registró un 13.5%, 11.7% y 13.5% del área evaluada con presencia de corales pétreos y octocorales durante el B1, B2, y B3, respectivamente (Anexo 10).
3.4. Zona de anclaje	4	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en el Fondeadero, donde predomina un fondo arenoso sin organismos frágiles. Coordenadas aproximadas: 19.2997 N, -110.8086 W.
3.5. Tamaño del sitio	4	4	4	Muy amplio: el sitio de buceo se extiende más allá de lo que es posible recorrer en un buceo con corrientes
3.6. Tipo de recorrido	3	3	3	Lejano al fondo: la mayor parte del recorrido se realizó en la columna de agua, cerca de la pared con inclinación vertical
3.7. Otros factores de estrés	4	4	4	Ausentes: se registraron colonias de coral blanqueadas en todos los buceos, aunque no más de 10 individuos
Puntuación total	24	24	24	Suma de los valores de todos los indicadores por grupo
Puntuación por visita (%)	85.7	85.7	85.7	Puntuaciones obtenidas por grupo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>85.7</b>			Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación, este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado' con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes para el desarrollo de actividades de buceo recreativo (Figura 25).

**Futuras evaluaciones:** por los resultados obtenidos y por estar ubicado de forma estratégica entre los dos sitios de buceo actualmente más visitados de Isla San Benedicto, 'El Boiler' y 'El Cañón', se recomienda volver a evaluar en una segunda evaluación (Figura 25).



**Figura 25.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'El Zoológico' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Consideraciones y recomendaciones de uso:**

- Por su ubicación, se recomienda que este sea un sitio a utilizar como alternativa a 'El Boiler'. En ese caso, la embarcación principal podría utilizar la zona de anclaje ya designada en la zona sur de los pináculos cercanos al Boiler y desplazar a los buceadores desde esa zona en panga hasta el punto de inicio del buceo. Se calcula una distancia de 1.5 km, lo que se traduce en un tiempo de viaje entre 8 y 15 minutos según la panga utilizada. También se podría utilizar como alternativa a 'El Cañón', pero habría que navegar una mayor distancia (2.4 km aproximadamente) desde la zona de anclaje cercana al Fondeadero.
- Al igual que el sitio de buceo 'Tres Hermanos', este sitio puede verse afectado por el oleaje proveniente del oeste. Por lo tanto, se recomienda bucear este sitio en condiciones de bajo oleaje o cuando el oleaje viene del noreste, de forma que se pueda realizar un buceo seguro.
- Al igual que el sitio de buceo 'Tres Hermanos', la amplia extensión en este sitio de buceo permite realizar un 'drift dive' o buceo en corrientes donde los buceadores se pueden dejar llevar a favor de la corriente, normalmente hacia el sur.
- La capacidad de carga a establecer en este sitio puede ser más alta que aquellos sitios que hayan obtenido una valoración de 'Media' o 'Baja' para el criterio Resiliencia.
- En una próxima evaluación, se recomienda iniciar el buceo un poco más al norte para ver si de esa forma se reduce el tiempo de viaje desde la zona de anclaje cercana al Boiler.

## TRES HERMANOS

**Otros nombres:** 'Parientes Rock', 'Punta Suroeste', 'Dos Hermanos' y 'Manta Highway'.

**Ubicación:** sitio ubicado en la zona suroeste de San Benedicto. El punto de inicio de este sitio no está definido y varía según la empresa, los guías de buceo y las condiciones encontradas. Para esta evaluación, se decidió el punto de inicio según el criterio de algunos de los guías de buceo presentes (Figura 26).



**Figura 26.** Ubicación del sitio de buceo 'Tres Hermanos' en isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** El punto de inicio se ubica frente a un paredón rocoso salido a una distancia de la costa desde donde se puede observar el hueco del arco ubicado siguiendo la misma pared hacia el norte (Figura 27).



**Figura 27.** Referencias visuales para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Tres Hermanos' en Isla San Benedicto. La flecha indica el arco que se utilizó como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** es un sitio ya conocido por las empresas tour-operadoras, aunque lo bucean con poca frecuencia (Figura 5). No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo (CONANP 2021), por lo que tampoco se ha calculado, hasta el momento, una capacidad de carga para el sitio.

**Descripción del sitio:** sitio con grandes formaciones rocosas y presencia de paredes inclinadas hacia zonas de alta profundidad (> 30 m). Presencia de corrientes usualmente de norte a sur, las cuales te permiten realizar un buceo a favor de corriente hacia el sur de la isla, donde las condiciones están más calmadas facilitando la operación de salida del agua de los buzos. Esa condición también favorece la presencia de manta rayas que viajan hacia el norte en contra de la corriente, lo que explica el nombre de 'Manta Highway', utilizado por algunos tour-operadores.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos de evaluación durante el primer día de la expedición (Cuadro 31). En ambos buceos se hicieron un recorrido parecido (Figura 28). Se realizó el descenso sobre un fondo rocoso inclinado a 18 m. Se buscó una mayor profundidad, siguiendo una dirección de 230° sobre las rocas. Se hizo un ligero giro en dirección 170° dejando la pared rocosa a mano izquierda y la zona más profunda del lado derecho. El buceo se desarrolló siguiendo esa misma dirección a unos 18 m de profundidad. La máxima profundidad alcanzada fue de 25 m. La pared rocosa durante la mayor parte del buceo estuvo formada por rocas de medianas a pequeñas. Hacia el final del buceo, se observaron paredes más altas, algunas colonias de coral y formaciones rocosas más grandes en forma de pináculos, donde se empezó a ver una mayor cantidad de peces y donde se observaron algunos tiburones y manta rayas.

**Cuadro 31.** Datos generales registrados por buceo en 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	4/12/2023 - 7:20 am	4/12/2023 – 8:45 am
Coordenadas inicio del buceo	<i>No registradas</i>	19.306083, -110.820266
Coordenadas fin del buceo	<i>No registradas</i>	19.302845, -110.820266
Grupo y número de buzos	Grupo 1 – 6 buzos	Grupo 2 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	28 °C – no termoclina	27 °C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	44 min

**Figura 28.** Mapa representativo del sitio 'Tres Hermanos' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

### Resultados por criterio:

- Atractivo 'Medio' con una puntuación final de 62.5% (Cuadro 32): significa que no es un sitio comparable a los sitios de buceo actualmente más utilizados en cuanto a diversidad y abundancia de megafauna, pero sí con un potencial suficiente como para ser utilizado de forma esporádica durante los viajes de buceo, sobre todo en aquellas épocas en las que en los sitios más populares se está sobrepasando la capacidad de carga. Se registran como principales atractivos la posibilidad de ver especies emblemáticas y la visibilidad.
- Seguridad 'Media' con una puntuación final de 71.4% (Cuadro 33): hay que tener ciertas consideraciones para bucear este sitio de forma segura, principalmente la profundidad del fondo a más de 30 metros, la posible exposición al oleaje y la distancia a los centros de evacuación cercanos.

- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 80.4% (Cuadro 34): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR.

**Cuadro 32.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 40 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 31) y el B2 (n = 32)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	3	3	Media: 4 especies registradas por buceo. Se registraron 5 especies entre los 2 buceos: manta raya gigante, tiburón puntas plateadas, tiburón martillo y tiburón punta blanca (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	2	Media: 3 especies registradas por buceo. Se registraron 4 especies entre los dos buceos: tortuga negra, langosta de Revillagigedo, morena tigre y morena verde (Anexo 8)
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	3	3	Media: 15 individuos registrados en ambos buceos. Los más abundantes fueron tiburones punta blanca (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	2	Escasos: un solo cardumen de barrilete negro registrado por ambos grupos (Anexo 8)
2.6. Formaciones geológicas	2	2	No destacables: hacia el final del buceo se observaron algunos pináculos y formaciones grandes en forma de dedos que surgen de la pared de la isla hacia el azul. Sin embargo, no destacan
2.7. Cobertura del sustrato	1	2	Índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 17.7% en el B1 y 20.8% en el B2. Se registraron 5 categorías morfológicas, siendo las más frecuentes las esponjas globulares y los corales pétreos masivos (Anexo 9).
2.8. Visibilidad	4	2	Muy buena en el B1: 25 m. Regular en el B2: 10.6 m
2.9. Percepción observador/a	3	3	Sitio 'bueno' con un promedio de 2.6 en el B1 y 2.8 en el B2
Puntuación total	23	22	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	63.9	61.1	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36).
Puntuación final (%)	<b>62.5</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 33.** Evaluación del criterio 'Seguridad en el sitio 'Tres Hermanos', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	1	Muy profundo: profundidad del fondo superior a 30 m
1.2. Corriente en superficie	3	3	Suaves: 0.21 m/seg (B1) y 0.14 m/seg (B2)
1.3. Corriente de fondo	4	4	Nula: ninguno de los grupos registró corriente de fondo
1.4. Mar de fondo	4	4	Nulo: ninguno de los grupos registró mar de fondo
1.5. Oleaje	3	3	Suave: oleaje que no dificultaría la operación con turistas
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo: por su ubicación en la zona sur de San Benedicto
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	2	2	Lejano: por estar ubicado en San Benedicto, lejos de la ruta de evacuación más cercana ubicada en Isla Socorro

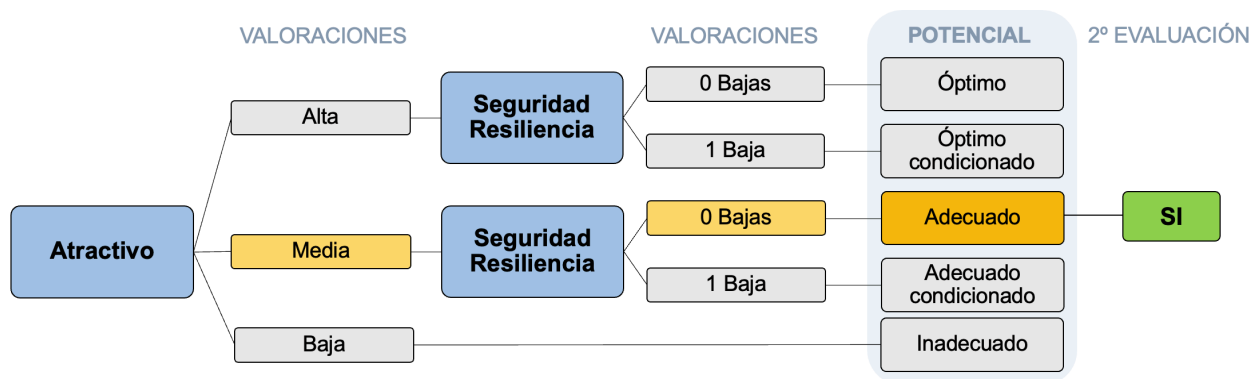
Puntuación total	20	20	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	71.4	71.4	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28).
Puntuación final (%)	<b>71.4</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 34.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio ‘Tres Hermanos’, ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	2	3	Potenciales en el B1: 9 tiburones punta blanca activos acorralando peces (indicio comportamiento alimentación). Posibles en el B2: solo se observan especies emblemáticas.
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	3	3	Baja: 16.6% y 14.6% del área evaluada (120m <sup>2</sup> ) en el B1 y el B2, respectivamente (Anexo 10).
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en el Fondeadero, donde predomina un fondo arenoso sin organismos frágiles. Coordenadas aproximadas: 19.2997 N, -110.8086 W
3.5. Tamaño del sitio	4	4	Muy amplio: el sitio se extiende más allá de lo que es posible recorrer en un buceo, inclusive con corrientes
3.6. Tipo de recorrido	2	2	Cercano al fondo: recorrido cercano al fondo hasta el final del buceo que se realizó en la columna de agua, cuando la pared rocosa empezó a ser más vertical.
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes: en el B2 se registraron 5 colonias de coral blanqueadas, pero al ser < 10 individuos, no se registra
Puntuación total	23	24	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	82.1	85.7	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>83.9</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un ‘Potencial Adecuado’ con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes para ser utilizado para el buceo recreativo (Figura 29).

**Futuras evaluaciones:** los resultados obtenidos indican que este sitio reúne las condiciones necesarias para ser un sitio de uso alternativo a otros sitios de buceo más populares. Este sitio cumple con otras ventajas a considerar, como estar ubicado en un sitio cercano a zonas de fondeo y en una zona de baja exposición en isla San Benedicto. Por lo tanto, se recomienda volver a evaluarlo en una segunda expedición (Figura 29).



**Figura 29.** Potencial para el buceo recreativo del sitio ‘Tres Hermanos’ según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Por su ubicación, este es un sitio para utilizar como alternativa a ‘El Cañón’, el sitio que recibe más visitación en San Benedicto.
- Las zonas de anclaje para bucear en este sitio serían las mismas que actualmente ya están designadas para este fin al sur de la isla San Benedicto, una al sur del Fondeadero y la otra al lado oeste del Cañón. Se calcula una distancia aproximada entre 1 y 1.7 km dependiendo de la zona de anclaje y del punto exacto de inicio del buceo, lo que se traduce en un tiempo de viaje en panga de entre 5 y 15 minutos según la panga utilizada.
- Según la dirección y tamaño del oleaje, el buceo en esta zona de San Benedicto puede verse dificultado por la resaca producida por las olas y tanto la operación de entrada como de salida del punto podrían llegar a complicarse. Por lo tanto, se recomienda bucear este sitio en condiciones de bajo oleaje o cuando el oleaje viene del noreste.
- Al ser un sitio extenso, la intensidad de las corrientes no implica un mayor esfuerzo por parte de los buceadores, los cuales se pueden dejar llevar a favor de la corriente, realizando lo que se conoce como ‘drift dive’ o buceo en corriente. Se pueden realizar buceos tanto someros (15 – 20 m) como profundos (> 20 m), según el momento del día y el interés de la operación de buceo.

## BAJO GRAYSON

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio, se bautizó durante la expedición con este nombre dado que es el nombre que recibe el bajo rocoso visitado según las cartas náuticas de la aplicación Navionics.

**Ubicación:** sitio ubicado en el lado suroeste de Isla Socorro a 570 m de la costa y a 3.5 km de Punta Tosca (Figura 30).



**Figura 30.** Ubicación del sitio de buceo ‘Bajo Grayson’ en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** Viendo hacia la isla se puede ver a través del arco ubicado en uno de los paredones con material rocoso de color blanco (Figura 31; imagen superior). A mano derecha hay un pináculo bajo cercano a la isla cuya parte más elevada coincide con una pared ubicada en la isla con una forma similar (Figura 31; imagen inferior).



**Figura 31.** Referencias visuales (indicadas con la flecha) utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo ‘Bajo Grayson’ en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio no conocido ni utilizado por las empresas touroperadoras. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo por lo que tampoco se ha calculado, su capacidad de carga. El sitio fue seleccionado por presentar un relieve interesante en las cartas batimétricas de la aplicación Navionics.

**Descripción del sitio:** formaciones rocosas grandes dispersas en un fondo de arena formando un bajo que sobresale en medio de dos canales más profundos a ambos lados.

**Datos generales y recorrido:** segundo sitio visitado mediante dos buceos de evaluación durante el tercer día de la expedición (Cuadro 35). Los dos grupos hicieron un recorrido similar. Descenso sobre un pináculo rocoso en un fondo arenoso de 18 m de profundidad. Dirección de nado hacia el norte (unos 270°) hasta alcanzar un fondo arenoso a 30 m de profundidad. Cambio de rumbo ligeramente hacia el norte siguiendo un contorno de profundidad de 20 a 25 m. El paisaje fue muy homogéneo en todo momento con pináculos grandes encima de un fondo arenoso (Figura

**Cuadro 35.** Datos generales registrados por buceo en ‘Bajo Grayson, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	6/12/23 – 10:54 am	6/12/23 – 12:34 am
Coordenadas inicio del buceo	No registradas	18.757796, -111.023368
Coordenadas fin del buceo	No registradas	18.759484, -111.023368
Grupo y número de buzos	Grupo 1 - 6 buzos	Grupo 2 - 6 buzos
Temperatura y termoclina	29°C – no termoclina	27°C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	39 min



**Figura 32.** Mapa representativo del sitio ‘Bajo Grayson’ visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

### Resultados por criterio:

- Atractivo ‘Medio’ con una puntuación final de 61.1% (Cuadro 35): sitio menos atractivo que los sitios actualmente más buceados, pero con ciertos atractivos que podrían ser interesantes a los ojos del turista, como la abundancia de tiburones juveniles y algunas especies de interés como rayas de fondo y peces pelágicos grandes encontrados el día de la evaluación. Sin la presencia de estas especies, el sitio carecería de su atractivo principal dado que

estructuralmente es un poco homogéneo. A pesar de ser un bajo, no se observó la presencia de una sola formación rocosa grande a destacar, sino más bien muchas rocas grandes dispersas en un fondo de arena en forma de montículo. Tampoco se observaron especies emblemáticas adultas durante el buceo. Fue al final del buceo que aparecieron las especies de tiburones juveniles, aumentando el atractivo del sitio.

- Seguridad 'Alta' con una puntuación final de 76.5% (Cuadro 36): sitio seguro para realizar actividades de buceo recreativo, sobre todo por estar ubicado en la zona sur de Isla Socorro, usualmente protegido de corrientes y oleajes y cerca de la base naval. Aunque hay que considerar que es un sitio profundo.
- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 78.6% (Cuadro 37): sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR. Es importante considerar la abundancia de tiburones juveniles encontrados el día de la evaluación, los cuales podrían verse afectados por la presencia recurrente de buceadores.

**Cuadro 35.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Bajo Grayson', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta en B1 (n = 34) y en el B2 (n= 35). Se registraron un total de 42 especies entre ambos grupos (Anexo 7)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	3	3	Media en ambos buceos con 4 especies registradas en ambos buceos. Se reportan el tiburón puntas plateadas, el tiburón galápagos, el tiburón punta blanca de arrecife y el tiburón gambuso en ambos buceos (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	1	Baja en el B1 (n = 3) y nula en el B2. Se registraron una raya eléctrica gigante, 2 wahoos y 1 langosta de Revillagigedo en el B1
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	4	3	Alta en el B1: 26 individuos registrados. Media en el B2: 19 individuos registrados (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	Escasos en el B1: 1 cardumen de pez loro bicolor (Anexo 8). Ausentes en el B2
2.6. Formaciones geológicas	2	2	No destacables en ambos buceos. Hay rocas de diferentes tamaños a lo largo del buceo, pero ninguna/s en particular que determine/n el recorrido de buceo
2.7. Cobertura del sustrato	1	2	Muy pobre y muy dispersa en el B1. Pobre y dispersa en el B2. El índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas fue 13.1% en el B1 y 20.3% en el B2. También se registraron corales masivos e incrustantes y un octocoral en abanico (Anexo 9).
2.8. Visibilidad	4	4	Muy buena tanto en el B1 (22 m) como en el B2 (20.4 m)
2.9. Percepción observador/a	2	2	Promedio tanto en el B1 (2.5 puntos) como en el B2 (2.4 puntos)
Puntuación total	23	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	63.9	58.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>61.1</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 36.** Evaluación del criterio ‘Seguridad’ en el sitio llamado ‘Bajo Grayson’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

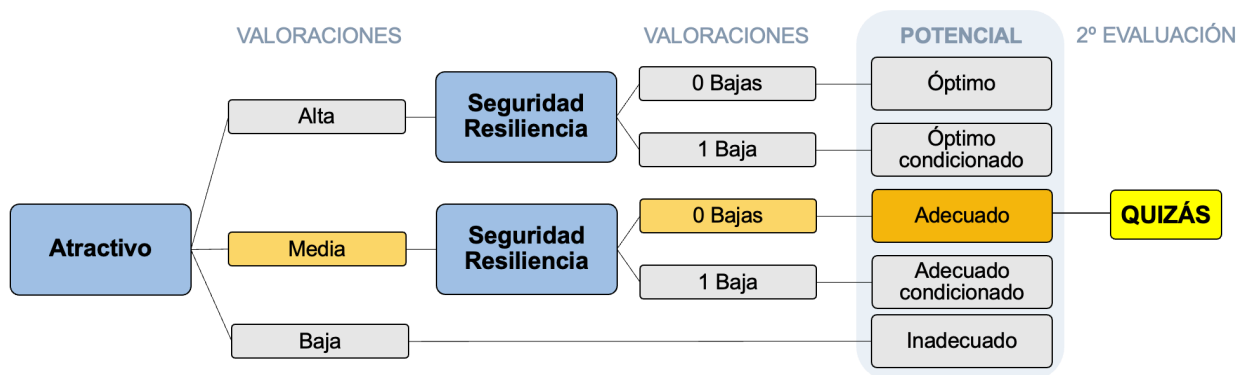
INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	2	Muy profundo (31 m) en el B1. Profundo (27 m) en el B2
1.2. Corriente en superficie	-	3	Suave en el B2 (0.13 m/s). No se midió en el B1
1.3. Corriente de fondo	2	3	Moderada en el B1. Suave en el B2
1.4. Mar de fondo	3	4	Suave en el B1. Nulo en el B2
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo por estar ubicado en la zona sur de Isla Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano a la base naval de Isla Socorro
Puntuación total	17	23	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	70.8	82.1	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 24; B1 y PM = 28; B2)
Puntuación final (%)	<b>76.5</b>		<b>Valoración del criterio de Seguridad = ALTA</b>

**Cuadro 37.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio llamado ‘Bajo Grayson’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	2	1	Potenciales en el B1: 1 tiburón galápagos y 3 tiburones gambuso juveniles. Claves en el B2: más de 10 individuos juveniles entre tiburones galápagos y gambuso
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	3	4	Baja en B1 y muy baja en B2, con 22.5% y 9.1% del área evaluada (100m <sup>2</sup> ) cubierta por organismos frágiles, respectivamente. Se registraron 5 especies de corales duros y una especie de octocoral ( <i>P. agassizii</i> ), entre ambos buceos. La especie con mayor cobertura fue el coral masivo <i>P. lobata</i> (Anexo 10).
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en una zona arenosa al sur de Punta Tosca donde predominaba arena. Coordenadas aproximadas: 18.7619 N, -111.0244 W
3.5. Tamaño del sitio	3	3	Sitio extenso que se podría llegar a recorrer completo con corrientes dado que te sacaría del bajo hacia zonas demasiado profundas
3.6. Tipo de recorrido	2	2	Recorrido por el fondo, pero a una cierta distancia con éste, dado que hay formaciones rocosas altas que añaden tridimensionalidad al sitio
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Presencia de menos de 10 colonias de coral blanqueadas en el B2
Puntuación total	22	22	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	78.6	78.6	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>78.6</b>		<b>Valoración del criterio de Resiliencia = ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado' con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes, para realizar actividades de buceo recreativo en el PNR (Figura 33).

**Futuras evaluaciones:** a pesar de la evaluación obtenida como un sitio con un potencial adecuado para el buceo recreativo, se considera que de la zona sur de Socorro el mejor sitio evaluado fue 'Old Man of the Rock', por lo que todos los demás puntos cercanos a este con un potencial adecuado para el buceo recreativo quedan como sitios de prioridad secundaria a evaluar (Figura 33). En este caso, lo más interesante sería evaluar si este es un sitio de agregación de individuos juveniles de tiburones galápagos, gambusos y puntas plateadas.



**Figura 33.** Potencial para el buceo recreativo del 'Bajo Grayson' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

**Consideraciones y recomendaciones de uso:**

- La presencia constante de tiburones juveniles en este sitio podría ser un elemento con suficiente atractivo como para ser utilizado para el buceo recreativo, aunque se tendría que realizar con una capacidad de carga baja que no afectara la presencia de estos individuos.
- Si se llegara a seleccionar como un sitio a ser utilizado para el buceo recreativo, se utilizaría como alternativa a Punta Tosca por su cercanía con ese sitio de buceo.
- La zona de anclaje utilizada para evaluar este sitio se considera adecuada para volver a utilizarla en futuras evaluaciones dado que el fondo era completamente arenoso.
- En futuras evaluaciones, se recomienda bucear este sitio siguiendo la forma del bajo de sur al norte, tal y como se hizo en esta evaluación.

## CABO HENSLAW

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio. Este sitio ya es conocido actualmente bajo este nombre debido a que el buceo se realiza siguiendo el contorno del promontorio rocoso llamado Cabo Henslow, según los mapas oficiales de Isla Socorro.

**Ubicación:** sitio ubicado en el lado noroeste de Isla Socorro justo enfrente del Cabo Henslow. El punto de inicio se ubica a 1.5 km de Roca O'Neal (Figura 34).



**Figura 34.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como 'Cabo Henslow' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** punto de inicio desde la cueva del Cabo Henslow, unos 100 metros más hacia el noreste. Hay que caer bien cerca de la pared para no perder el sitio en los días que hay corriente y marejada.



**Figura 35.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Cabo Henslow' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

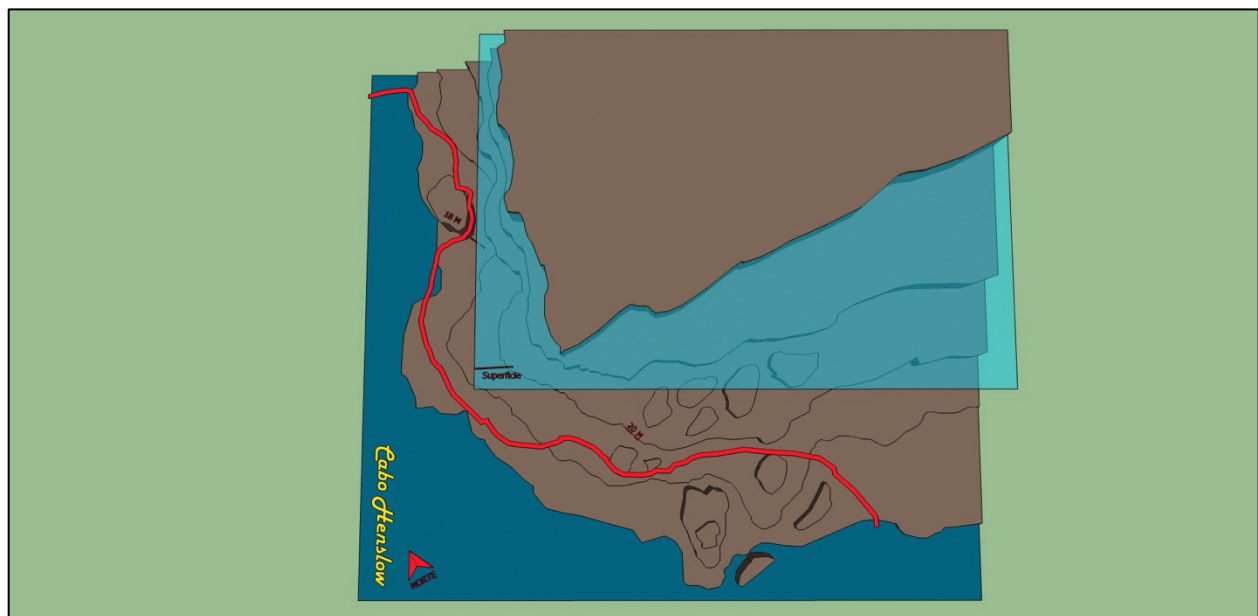
**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio conocido por unos pocos guías de buceo y que se bucea de forma muy esporádica por algunas pocas empresas tour operadoras. No se encuentra en el manual de buenas prácticas del buceo en el PNR ni se ha calculado una capacidad de carga para el sitio.

**Descripción del sitio:** sitio caracterizado por la presencia de una pared rocosa muy vertical que se extiende hacia zonas muy profundas. Puede estar expuesto a corrientes y oleajes.

**Datos generales y recorrido:** primer sitio visitado mediante dos buceos de evaluación durante el cuarto día de la expedición (Cuadro 38). El recorrido realizado fue muy parecido entre ambos grupos. Se realizó un descenso en el azul, con el fondo a más de 30 m de profundidad y demasiado separados de la pared, por lo que tuvimos que nadar hacia ella hasta encontrarla. Una vez encontramos la pared avanzamos hacia el sur dando la vuelta al cabo con la pared a mano izquierda. El buceo se realiza sobre un fondo a más de 30 m durante casi todo el buceo, hasta llegar a la parte del cabo que se mete hacia la isla, donde el fondo empieza a perder pendiente y profundidad (Figura 36).

**Cuadro 38.** Datos generales registrados por buceo en ‘Cabo Henslow’, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	7/12/23 – 8:10 am	7/12/23 – 9:40 am
Coordenadas inicio del buceo	18.817887, -111.052442	No registradas
Coordenadas fin del buceo	18.815074, -111.052442	No registradas
Grupo y número de buzos	Grupo 2 - 6 buzos	Grupo 1 - 6 buzos
Temperatura y termoclina	27°C – termoclina 24°C	28°C – no termoclina
Tiempo de buceo	35 min	30 min



**Figura 36.** Mapa representativo del sitio ‘Cabo Henslow’ visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

### Resultados por criterio:

- Atractivo 'Medio' con una puntuación final de 58.3% (Cuadro 39): significa que no es un sitio tan atractivo como los sitios de buceo actualmente más utilizados, pero si con un potencial suficiente como para ser utilizado de forma esporádica durante los viajes de buceo. Las altas puntuaciones en cuanto a la abundancia de especies emblemáticas y las formaciones geológicas nos indican que éstos son los principales atractivos del buceo.
- Seguridad 'Baja' con una puntuación final de 44.6% (Cuadro 40): una puntuación baja para este criterio indica que se deben de tomar precauciones adicionales a la hora de bucear este sitio con turistas. Los principales factores a considerar son la profundidad, la corriente tanto de fondo como de superficie, el oleaje y el mar de fondo.
- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 85.7% (Cuadro 41): indica que es un sitio con pocos factores que aumenten su vulnerabilidad ante la presencia de buceadores recreativos. Cabe resaltar que, el tamaño reducido del sitio podría provocar una mayor permanencia de los buzos en una misma zona y por lo tanto un mayor impacto en el fondo marino. Sin embargo, en este caso no es un factor muy relevante dado que el fondo está a más de 40 metros y que la presencia (posiblemente frecuente) de corrientes aumenta la velocidad de desplazamiento de los buceadores.

**Cuadro 39.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	1	2	Baja en el B1 (n = 14). Media en el B2 (n=27). Un total de 27 especies registradas entre ambos buceos (Anexo 7).
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	4	3	Alta en el B1: 6 especies. Media en el B2: 4 especies. Se registraron 6 especies entre los 2 buceos: manta raya, tiburón punta blanca de arrecife, tiburón galápagos, tiburón tigre, tiburón puntas plateadas y delfín nariz de botella (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	1	2	Muy baja en B1 (1 spp). Baja en B2 (3 spp). Se registraron 3 especies entre ambos buceos: raya látigo diamante, raya látigo coluda y tortuga negra (Anexo 8)
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	3	3	Media en ambos buceos con 16 y 11 individuos registrados en el B1 y B2, respectivamente (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	Escasos en el B1: 1 cardumen ( <i>Decapterus spp.</i> ). Ausentes en el B2 (Anexo 8)
2.6. Formaciones geológicas	4	4	La pared vertical desde la superficie hasta profundidades > 40 m es un rasgo único que determina el recorrido en el sitio de buceo
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	Muy pobre y muy dispersa. En el B1 no se calculó por la distancia al fondo, pero se asume parecido al B2. En el B2 se registró el sustrato en la pared, con un índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 13.5%. Se registraron 3 especies de coral duro de forma dispersa y 1 especie de esponja globular en todas las paradas. No se registraron octocorales (Anexo 9).
2.8. Visibilidad	2	3	Regular en el B1 (10.6m). Buena en el B2 (15.2 m)

2.9. Percepción del observador/a	3	2	Buceo evaluado como 'Bueno' en el B1 con 3.1 puntos y como 'Promedio' en el B2 con 2.2 puntos
Puntuación total	21	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	58.3	58.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>58.3</b>		Valoración del criterio de Atractivo = <b>MEDIA</b>

**Cuadro 40.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	1	Muy profundo (>31 m) en ambos buceos
1.2. Corriente en superficie	1	2	Fuerte (0.53 m/s) en el B1. Moderada (0.26 m/s) en el B2
1.3. Corriente de fondo	2	3	Moderada en el B1. Suave en el B2
1.4. Mar de fondo	1	2	Fuerte en el B1. Moderado en el B2.
1.5. Oleaje	1	1	Fuerte en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	2	2	Medio por estar ubicado al norte de Isla Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	3	3	Cercano por estar al norte de Isla Socorro
Puntuación total	11	14	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	39.3	50	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>44.6</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>BAJA</b>

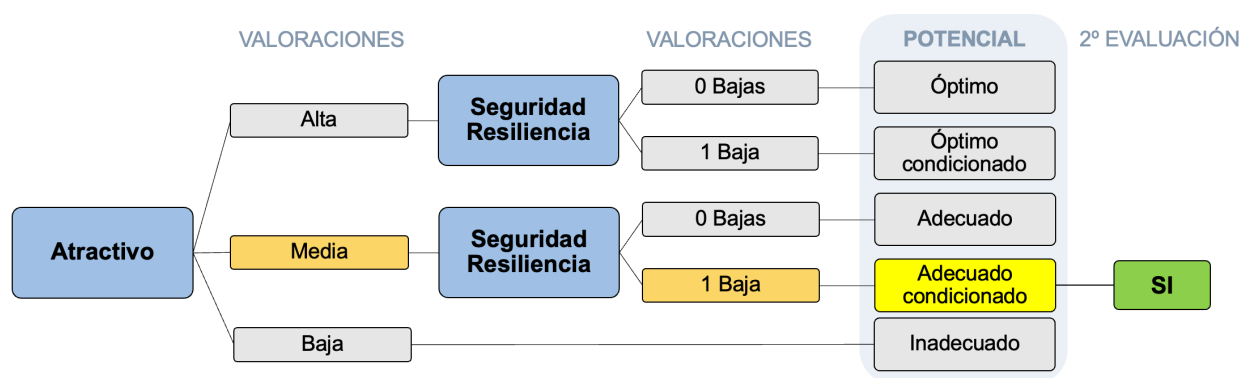
**Cuadro 41.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio llamado 'Cabo Henslow', ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables	3	3	Posibles en ambos buceos. Se observan especies emblemáticas, pero no comportamientos ni estadios vulnerables.
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja (<20%): 5.8% del área evaluada cubierta por organismos frágiles en el B2. En el B1 no se pudo calcular, pero se asume parecido al B2. Se registraron 3 especies de corales duros, siendo <i>P. elegans</i> la especie con mayor cobertura (Anexo 10).
3.4. Zona de anclaje	3	3	Adecuada: la embarcación se ancló en una zona principalmente arenosa, pero con posible presencia de algunos organismos frágiles (18°48.7180 N, 111°03.0128 W).
3.5. Tamaño del sitio	2	2	Pequeño: el recorrido de buceo se realiza alrededor del Cabo Henslow por lo que no es muy extenso.
3.6. Tipo de recorrido	4	4	Lejano al fondo: el buceo se realiza cerca de la pared vertical del Cabo Henslow con el fondo a más de 30 m. Por lo que todo el recorrido se realiza en la columna de agua.
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes. Se registraron algunas, pero menos de 10 colonias de corales pétreos blanqueados en ambos buceos.

Puntuación total	24	24	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	85.7	85.7	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>85.7</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado Condicionado' (Figura 36). Lo que condiciona el potencial del sitio es, en este caso, el criterio 'Seguridad'. Eso implica que es un sitio que reúne las condiciones necesarias para ser utilizado para el buceo recreativo, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los buceadores.

**Futuras evaluaciones:** los resultados obtenidos y la percepción personal de los buceadores indican que este es un sitio que merece la pena volver a visitar en una segunda evaluación. La presencia de una pared rocosa vertical y el acceso a una zona profunda hace que este sea un sitio visualmente atractivo y con mayor probabilidad de ver especies de megafauna marinas que están de paso. Además, al estar cerca de Roca O'Neal, es posible que exista una cierta conectividad entre ambos sitios.



**Figura 36.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Cabo Henslow según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Sitio para utilizar como alternativa a Roca O'Neil, sobretodo en días en los que hay mucha corriente, dado que este sitio se puede bucear a favor de ella.
- Se puede utilizar la misma zona de anclaje usada cuando se visita Roca O'Neil.
- La puntuación baja para el criterio Seguridad, indica que hay que tomar algunas consideraciones para realizar este buceo de forma segura. Este es un sitio expuesto a una alta profundidad, a oleaje y a corrientes. Además, por ser una pared vertical, la entrada al sitio tiene que realizarse cerca de la pared de la isla lo cual implica una buena maniobra por parte del panguero, sobre todo en días donde hay oleaje, y la capacidad del guía para acercarse nadando en la dirección adecuada hacia la pared rocosa una vez dentro del agua.

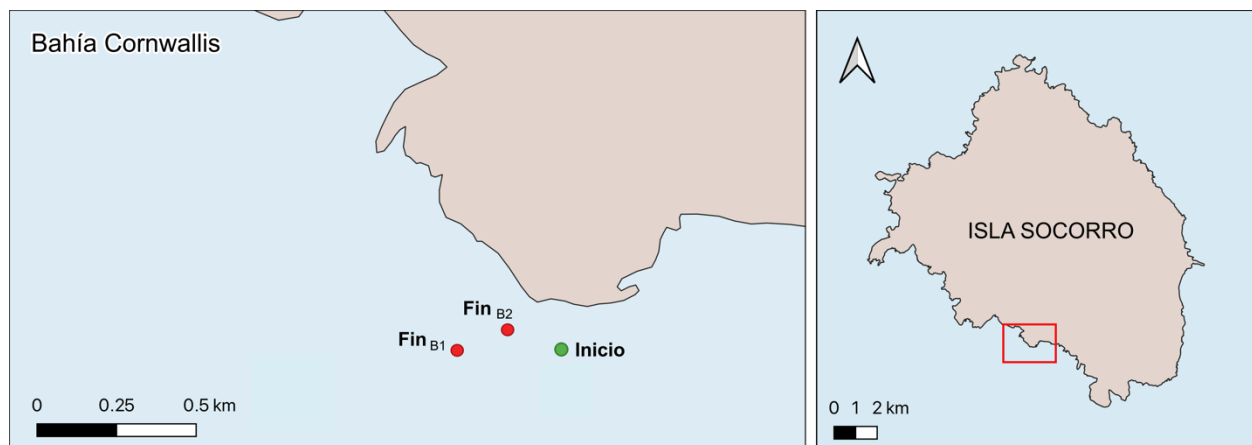
Se recomienda, mencionar las pautas de entrada al sitio adecuadas con los turistas y asegurarse de que todos tengan el nivel adecuado para disfrutar del buceo en este sitio.

- Los principales atractivos de este sitio son la posibilidad de observar especies emblemáticas y la presencia de la pared vertical con acceso a aguas profundas y al azul. Se recomienda realzar estos aspectos durante el briefing de buceo.
- Los resultados obtenidos en Resiliencia nos indican que este es un sitio capaz de soportar una capacidad de carga más elevada en comparación a sitios con menores puntuaciones para este indicador.
- Buceo a realizar a favor de la corriente, por lo que el punto de inicio se deberá de iniciar en los extremos norte o sur del Cabo Henslow según la dirección de la corriente.

## BAHÍA CORNWALLIS

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio, se bautizó durante la expedición con este nombre por ubicarse en la Bahía Cornwallis, en la Isla Socorro.

**Ubicación:** sitio ubicado en la parte suroeste de Isla Socorro, en la Bahía Cornwallis, concretamente a unos 150 m de la Punta Cornwallis (Figura 37).



**Figura 37.** Ubicación del sitio de buceo ‘Bahía Cornwallis’ en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** en la Bahía Cornwallis el punto de inicio se ubica frente al cañón que está en tierra (Figura 38). También se puede tomar de referencia la parte blanca de la pared rocosa.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio no conocido ni utilizado por las empresas touroperadoras. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo por lo que tampoco se ha calculado su capacidad de carga. Uno de los guardaparques conocía el sitio por unos monitoreos biológicos realizados anteriormente y recomendó su evaluación.



**Figura 38.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo ‘Bahía Cornwallis’ en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Descripción del sitio:** fondo arenoso con muchas formaciones rocosas de tamaño medio en forma de torres verticales que le aportan mucha estructura al sitio a lo largo de todo el recorrido.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron dos buceos de evaluación a primera hora de la mañana del tercer día de la expedición (Cuadro 42). Ambos grupos iniciaron el buceo en el mismo punto y se dirigieron hacia el oeste. El grupo 1 (buceo 1) se mantuvo a una profundidad alrededor de los 25 m durante todo el buceo, mientras que el grupo 2 (buceo 2) se mantuvo a unos 15 m de profundidad y terminó el buceo en una zona menos profunda. Ambos grupos reportan presencia de formaciones rocosas de tamaño medio en forma de torres o catedrales, dispersas abundantemente durante todo el recorrido de buceo. Hacia zonas profundas los montículos empiezan a dispersarse y se forma una pared rocosa de unos 8 m de altura donde el grupo 1 termina el buceo.

**Cuadro 42.** Datos generales registrados por buceo en ‘Bahía Cornwallis’, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	6/12/23 – 7:40 am	6/12/23 – 9:30 am
Coordenadas inicio del buceo	<i>No registradas</i>	18.742833, -110.983542
Coordenadas fin del buceo	<i>No registradas</i>	18.741996, -110.983542
Grupo y número de buzos	Grupo 1 - 6 buzos	Grupo 2 - 6 buzos
Temperatura y termoclina	28°C – no termoclina	27°C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	44 min



**Figura 39.** Mapa representativo del sitio 'Bahía Cornwallis' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por el grupo 2 se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

#### **Resultados por criterio:**

- Atractivo 'Medio' con una puntuación final de 56.9% (Cuadro 43): sugiere que es un sitio con algunos factores que lo pueden llegar a hacer atractivo para el buceo recreativo. Sin embargo, se registraron pocas especies emblemáticas o de interés, pocos cardúmenes de peces y una baja percepción personal de los distintos observadores. Lo que más resalta son las formaciones rocosas.
- Seguridad 'Alta' con una puntuación final de 82.1% (Cuadro 44): implica que este lugar tiende a tener las condiciones adecuadas para poder bucear de forma segura siguiendo los estándares generales del buceo recreativo. El fondo del sitio durante la mayor parte del recorrido se encuentra a menos de 30 m y al ser un sitio costero ubicado en la zona sur de isla Socorro, suele estar bien protegido de corrientes y oleajes.
- Resiliencia 'Media' con una puntuación final de 73.2% (Cuadro 45): sitio con algunos factores que aumentan su vulnerabilidad al buceo recreativo, tales como la presencia de tiburones juveniles y el hecho de que sea un buceo cuyo recorrido se realiza constantemente cerca del fondo marino aumentando la probabilidad de afectar organismos sésiles.

**Cuadro 43.** Evaluación del criterio ‘Atractivo’ en el sitio llamado ‘Bahía Cornwallis’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	2	3	Media en el B1 (n=25). Alta en el B2 (n=31). Se registraron un total de 36 especies entre ambos grupos (Anexo 7)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	2	2	Baja en ambos buceos con 3 especies en el B1 y 2 especies en el B2. Se reportan el tiburón galápagos, tiburón punta blanca de arrecife y el tiburón gambuso entre ambos buceos
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	2	Media: 3 especies registradas por buceo. Se registraron 5 especies entre los dos buceos: raya eléctrica gigante, wahoo, langosta de Revillagigedo, morena tigre y nudibranquio diosa de puntas rojas
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	4	2	Alta en el B1: 22 individuos registrados. Baja en el B2: 9 individuos registrados (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	Escasos en el B1: solamente 1 cardumen de macarella caballa registrado (Anexo 8). Ausentes en el B2
2.6. Formaciones geológicas	4	4	Imprescindibles en ambos buceos. Por la presencia de las rocas verticales que forman laberintos. Es el atractivo principal del sitio
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	Muy pobre y muy dispersa en ambos buceos: el índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas fue menor al 20% tanto el B1 (10.4%) como en el B2 (15.6%). Se registraron corales pétreos masivos, ramificados e incrustantes en algunas paradas. Las esponjas globulares se registraron en casi todas las paradas y las esponjas incrustantes solo en una (Anexo 9)
2.8. Visibilidad	3	2	Buena en el B1 (15 m) y regular en el B2 (12 m)
2.9. Percepción del observador/a	2	2	Promedio tanto en el B1 (2.42 puntos) como en el B2 (1.8 puntos)
Puntuación total	22	19	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	61.1	52.8	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>56.9</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 44.** Evaluación del criterio ‘Seguridad’ en el sitio llamado ‘Bahía Cornwallis’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	2	Muy profundo (> 30 m) en el B1. Profundo (25 m) en el B2
1.2. Corriente en superficie	4	4	Corriente nula en el B1 (0.02 m/s) y en el B2 (0.07 m/s)
1.3. Corriente de fondo	3	4	Suave en el B1. Nula en el B2
1.4. Mar de fondo	3	3	Suave en ambos buceos
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo por estar ubicado en la zona sur de Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano a la base naval de Socorro
Puntuación total	22	24	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo

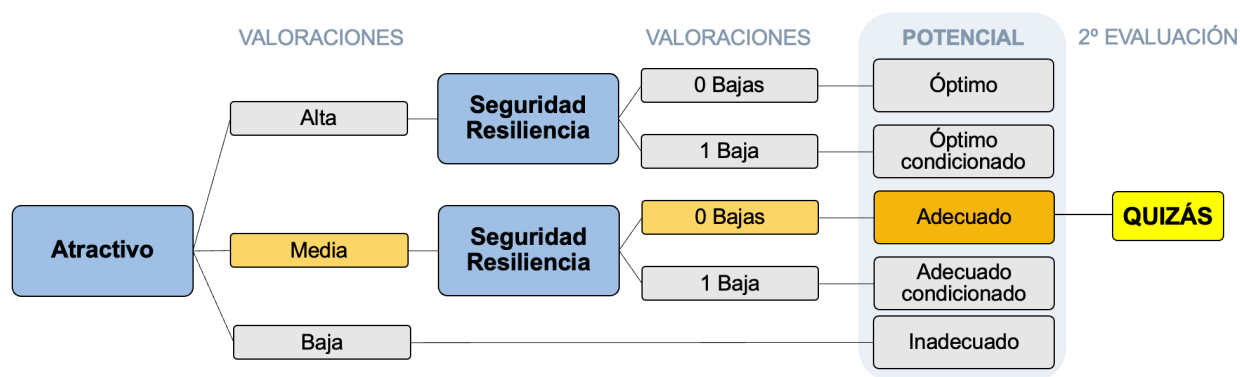
Puntuación por visita (%)	78.6	85.7	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>82.1</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>ALTA</b>

**Cuadro 45.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio llamado ‘Bahía Cornwallis’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	2	2	Potenciales: por la presencia de menos de 3 y 6 tiburones galápagos juveniles en el B1 y B2, respectivamente.
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja: menos del 20% del área evaluada estuvo cubierta por organismos frágiles tanto en el B1 (5.4%) como en el B2 (2.8%). Se registraron 4 especies de corales duros entre ambos buceos. La especie con mayor cobertura fue <i>P. elegans</i> (Anexo 10)
3.4. Zona de anclaje	3	3	La embarcación se ancló en una zona arenosa cercana a la base naval donde predominaba arena con algunos organismos frágiles dispersos. Coordenadas aproximadas 18.7222°N, -110.9669°W
3.5. Tamaño del sitio	3	3	Amplio: el sitio en general se extiende más allá de lo que es posible recorrer en un buceo sin corrientes, sin embargo, la zona con las formaciones rocosas en forma de torres, que es donde se concentraría la mayor parte del buceo por ser más atractiva, es más reducida y se podría recorrer sin corrientes
3.6. Tipo de recorrido	1	1	Todo el recorrido se realiza por el fondo marino
3.7. Otros factores de estrés	4	3	Ausentes en el B1. Presentes en el B2: macroalgas flotantes en la columna de agua
Puntuación total	22	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	75	71.4	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>73.2</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>MEDIA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un ‘Potencial Adecuado’ con un nivel de seguridad, atractivo y resiliencia suficientes, aunque no óptimos, para el buceo recreativo (Figura 40).

**Futuras evaluaciones:** se recomienda volver a evaluar este sitio en una segunda evaluación siempre que sea posible, para ver si aumenta su atractivo en un día con distintas condiciones. Sin embargo, por la puntuación casi baja en cuanto a su atractivo y por las condiciones generales del sitio, no se considera uno de los sitios prioritarios a volver a evaluar (Figura 40).



**Figura 40.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Bahía Cornwallis' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

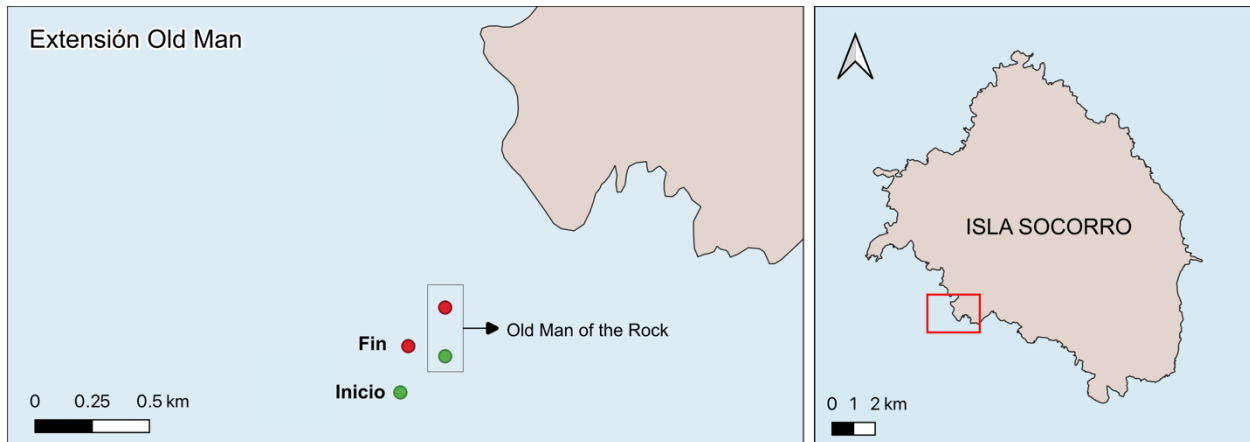
### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Sitio a utilizar como alternativa a Punta Tosca o Cabo Pearce. Dado que se encuentra en medio de estos dos sitios más populares, la 'Bahía Cornwallis' podría utilizarse para el buceo recreativo durante el desplazamiento de las embarcaciones turísticas desde Punta Tosca a Cabo Pearce o viceversa.
- La alta seguridad de este sitio por estar ubicado en una zona de baja exposición lo podría convertir en una buena alternativa a otros sitios más expuestos cercanos en días de mucho oleaje y corrientes.
- Hay que considerar que el 'Atractivo' de este sitio obtuvo una valoración bastante baja dentro de la valoración 'Media'. Para que este sitio sea recomendado como un lugar de buceo en el PNR, tendría que aumentar su atractivo en futuras evaluaciones.
- Se consideran las formaciones rocosas como uno de los principales atractivos a mostrar en este sitio de monitoreo. Por lo tanto, sería importante mencionarlas durante el briefing de buceo.
- Se esperaría que en futuras evaluaciones la visibilidad esté mejor y que no haya tantas macroalgas flotando en la columna de agua.
- Es importante identificar una zona de anclaje adecuada, arenosa y sin organismos frágiles, para realizar buceos en este sitio minimizando el impacto derivado de la actividad.

## EXTENSIÓN OLD MAN

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio, se bautizó durante la expedición con este nombre por estar cerca y representar la extensión del sitio 'Old Man of the Rock'.

**Ubicación:** sitio ubicado en el lado suroeste de Isla Socorro a 758 m del punto más cercano a la costa, a 250 m del sitio de buceo 'Old Man of the Rock' y a 4.5 km de Punta Tosca (Figura 41).



**Figura 41.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como 'Extensión Old Man' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** no se identificaron referencias visuales muy útiles. Si hubiera que mencionar algo se podría utilizar la presencia de un montículo pequeño en la costa (viendo hacia la isla a mano izquierda) cuyo margen exterior derecho coincide con margen exterior derecho de una pared rocosa de la isla (Figura 42). Faltaría encontrar otra referencia para poder triangularlas y así utilizarlas para encontrar el sitio.



**Figura 42.** Referencias visuales (indicadas con la flecha y la línea discontinua) utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo 'Extensión Old Man' en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio no conocido ni utilizado por las empresas touroperadoras. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo,

por lo que tampoco se ha calculado, su capacidad de carga. El sitio fue seleccionado porque al terminar el buceo en el sitio 'Old Man of the Rock' se observó que el sitio se extendía hacia una zona que parecía interesante por el relieve rocoso y por la presencia de una manta que venía de esa dirección.

**Descripción del sitio:** sitio bastante homogéneo caracterizado por un fondo rocoso con formaciones rocosas grandes y algunos parches de arena.

**Datos generales y recorrido:** tercer sitio visitado mediante dos buceos de evaluación durante el tercer día de la expedición (Cuadro 46). El grupo 1 descendió en una zona profunda a 30 m con grandes formaciones rocosas de aproximadamente 10 m de altura. Se avanzó en dirección al norte donde se encontró un arenal con montículos separados de rocas pequeñas de 2 a 3 m a 26 m de profundidad. Hacia el final del buceo se avanza hacia el noreste donde predomina el mismo tipo de ambiente. El grupo 2 descendió sobre zona arenosa a 20 metros con presencia de pináculos pequeños de 5 a 10 m de altura. Se nadó en dirección 250° entre rocas y pináculos. Al minuto 5 se cambió de dirección hacia 180°, en un fondo arenoso con formaciones rocosas. Aparecen delfines en medio del buceo. Entre el minuto 10 y 15, se reportan formaciones rocosas más grandes y verticales tipo pared. Al minuto 20 se cambia de dirección a 35 ° hacia la isla para perder profundidad. El fondo sigue estando a unos 30 metros. No se hizo el mapa de este sitio por ser bastante homogéneo y no identificar elementos claros a representar.

**Cuadro 46.** Datos generales registrados por buceo en 'Extensión Old Man', ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	6/12/23 – 2:30 pm	6/12/23 – 4 pm
Coordenadas inicio del buceo	<i>No registradas</i>	18.748358, -111.019925
Coordenadas fin del buceo	<i>No registradas</i>	18.750280, -111.019925
Grupo y número de buzos	Grupo 1 - 6 buzos	Grupo 2 - 7 buzos
Temperatura y termoclina	30°C – no termoclina	27°C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	37 min

**Resultados por criterio:**

- Atractivo 'Medio' con una puntuación final de 59.7% (Cuadro 47): una puntuación menor al 60% en este criterio indica que este sitio, a pesar de presentar algunos aspectos atractivos, estos podrían no ser suficientes considerando las expectativas que un turista podría tener al bucear en el PNR. En este caso, los únicos factores a destacar son la presencia y abundancia de algunas especies emblemáticas.
- Seguridad 'Alta' con una puntuación final de 80.4% (Cuadro 48): una puntuación superior al 80% para este criterio indica que es un sitio bastante seguro para realizar buceo recreativo con turistas. Su ubicación en la zona sur de Isla Socorro le aportan una mayor seguridad por estar en una zona usualmente protegida de corrientes y oleajes y por estar cerca de la base

naval. Hay que considerar, sin embargo, que es un sitio profundo y que de entre los sitios ubicados en la zona sur de Isla Socorro, es de los más expuestos.

- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 91.1% (Cuadro 49): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR. Cabe destacar la presencia de algunos individuos de tiburones juveniles el día de la evaluación.

**Cuadro 47.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio llamado 'Extensión Old Man, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 52 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 40) y el B2 (n = 38)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	3	2	Media en el B1: 5 especies. Baja en el B2: 3 especies. Se registraron 6 especies entre los 2 buceos: manta raya, tiburón punta blanca de arrecife, tiburón galápagos, tiburón gambuso, tiburón puntas plateadas y delfín nariz de botella (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	3	Baja en el B1: 2 especies. Media en el B2: 4 especies. Se registraron 5 especies entre ambos buceos: raya látigo diamante, raya látigo coluda, raya eléctrica gigante, langosta de Revillagigedo y morena tigre (Anexo 8)
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	3	3	Media en ambos buceos con 19 y 18 individuos registrados en el B1 y B2, respectivamente
2.5. Cardúmenes de peces óseos	1	1	Ningún cardumen registrado en ninguno de los buceos
2.6. Formaciones geológicas	2	2	Formaciones rocosas grandes dispersas que no destacan
2.7. Cobertura del sustrato	2	1	Índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 32.8% en el B1 y 10.2% en el B2. Se registraron corales pétreos ramificados en todas las paradas de ambos buceos, y corales pétreos masivos y esponjas globulares en casi todas. En una o dos paradas del B1 se registraron corales incrustantes, octocorales arbustivos y esponjas incrustantes (Anexo 9).
2.8. Visibilidad	2	2	Buena en el B1 (15m). Regular en el B2 (12.3 m).
2.9. Percepción del observador/a	2	2	Buceo evaluado como 'Promedio' por la mayoría de buceadores con un promedio de 2.5 en el B1 y de 2.08 en el B2
Puntuación total	20	18	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	55.6	50	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto a la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>52.8 %</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 48.** Evaluación del criterio ‘Seguridad’ en el sitio llamado ‘Extensión Old Man’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

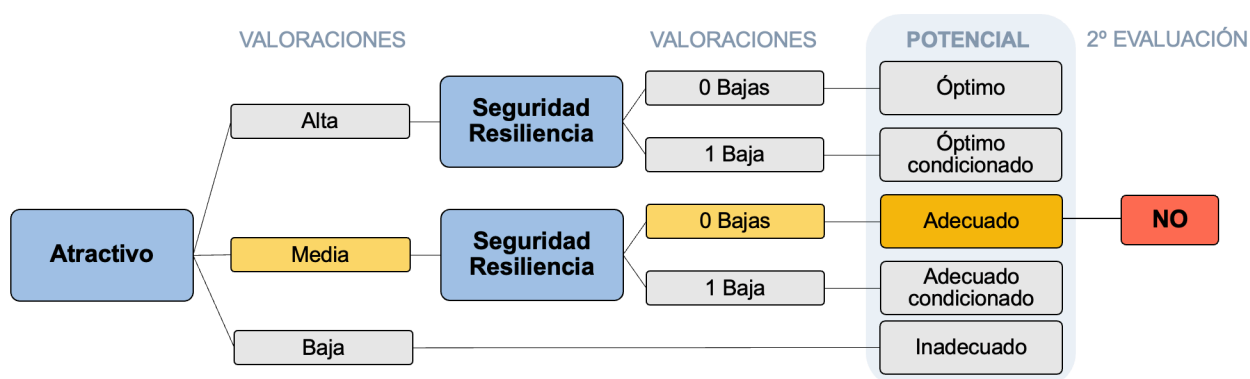
INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	2	2	Profundo (28 m) en ambos buceos
1.2. Corriente en superficie	3	4	Suave (0.16 m/s) en el B1. Nula (0.09 m/s) en el B2
1.3. Corriente de fondo	2	4	Moderada en el B1. Nula en el B2.
1.4. Mar de fondo	2	4	Moderado en el B1. Nulo en el B2.
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	3	3	Muy bajo por estar ubicado al sur de Isla Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano por estar en el sur de Isla Socorro
Puntuación total	20	25	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	71.4	89.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>80.4</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>ALTA</b>

**Cuadro 49.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio llamado ‘Extensión Old Man’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	2	3	Potenciales en el B1: 6 tiburones galápagos juveniles. Posibles en el B2: especies emblemáticas pero ningún comportamiento o estadio vulnerable.
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja (<20%): 18.1% y 9.8% del área evaluada cubierta por organismos frágiles en el B1 y B2, respectivamente. Se registraron 5 especies de corales duros y 1 especie de octocoral ( <i>M. austera</i> ) entre ambos buceos. El coral ramificado <i>P. elegans</i> fue registrado en todas las paradas de ambos buceos (Anexo 10)
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en una zona arenosa al sur de Punta Tosca donde predominaba arena. Coordenadas aproximadas: 18.7619 N, -111.0244 W.
3.5. Tamaño del sitio	4	4	El sitio de buceo es muy amplio y no está delimitado por profundidad o por ausencia de estructura rocosa.
3.6. Tipo de recorrido	3	3	Por su profundidad y la presencia de rocas grandes, el sitio se bucea mayoritariamente en la columna de agua, con parte del recorrido sobre el fondo marino.
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes. Se registraron algunas, pero menos de 10 corales pétreos blanqueados en ambos buceos.
Puntuación total	25	26	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	89.3	92.9	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>91.1</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado' con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes para realizar actividades de buceo recreativo en el PNR (Figura 43).

**Futuras evaluaciones:** a pesar de la evaluación obtenida como un sitio con un potencial adecuado para el buceo recreativo, este sitio representa la continuación de 'Old Man of the Rock', el cual se considera un sitio más prioritario a volver a evaluar por presentar mayores atractivos. Se recomienda que el sitio 'Extensión Old Man' pueda bucearse como una continuidad de 'Old Man of the Rock' en los días en los que hay corrientes. Pero no se considera necesario volver a evaluarlo como un sitio independiente (Figura 43).



**Figura 43.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Extensión Old Man' según las valoraciones por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

## EL ACUARIO

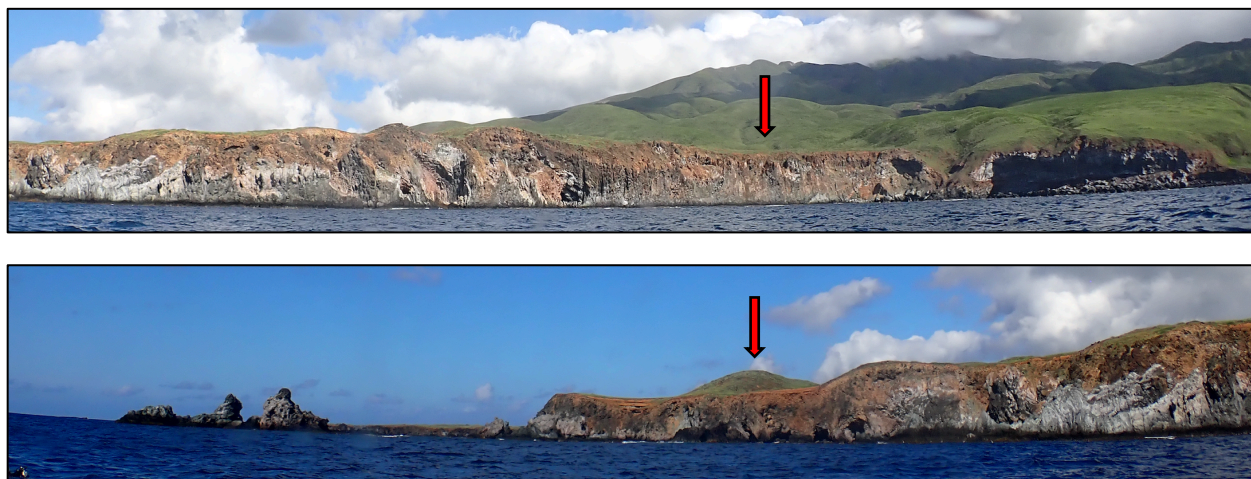
**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio

**Ubicación:** sitio ubicado en el lado suroeste de Isla Socorro, a 330 m de la costa (Figura 44).



**Figura 44.** Ubicación del sitio de buceo 'El Acuario' en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** las referencias utilizadas para ubicar el sitio de buceo fueron 1) viendo a la isla a mano derecha una pared blanca con colores oscuros que coincide con un cerro ubicado en la parte trasera; 2) viendo hacia la isla a mano izquierda se identifica un montículo a lo lejos que coincide con la parte plana de la isla, antes de los pináculos del extremo de la bahía (Figura 45).



**Figura 45.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo ‘El Acuario’ en Socorro. La flecha señala la pared fina usada como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio poco conocido por los guías en general, aunque los guías más antiguos si lo conocen. Actualmente no se bucea casi nunca durante los viajes con empresas tour-operadoras. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo, por lo que tampoco se ha calculado una capacidad de carga para el sitio.

**Descripción del sitio:** formación rocosa circular en forma de pináculo plano con algunas colonias de coral pétreo dispersas, así como algunos invertebrados bentónicos. Es un sitio relativamente pequeño al que se le puede dar la vuelta durante el recorrido de buceo (Figura 46).

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos de evaluación durante el segundo día de la expedición alrededor del mediodía (Cuadro 50). Ambos grupos hicieron un recorrido parecido (Figura 46). Se realizó el descenso sobre un pináculo rocoso uniforme con su parte más somera a 15 m. Se inició el nado en dirección norte hasta topar con el borde del pináculo y de ahí se siguió avanzando con la pared del pináculo a mano derecha la cual empezó a girar hacia el este. Se sigue avanzando con el fondo arenoso a mano izquierda a más de 30 m y la parte superior de la pared del pináculo ya menos pronunciada a unos 25 m. Al girar hacia el sur se nota una corriente moderada en contra. En la cara este del pináculo la caída del fondo es mucho más brusca formando una pared más vertical, con algunos salientes rocosos que sobresalen del pináculo y algunas formaciones rocosas más grandes en el fondo arenoso. Se termina el buceo en un punto cercano a la zona de inicio hacia el azul.

**Cuadro 50.** Datos generales registrados por buceo en ‘El Acuario’, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	5/12/2023 – 10:34 am	5/12/2023 – am
Coordenadas inicio del buceo	18.749669, -111.004267	No registradas
Coordenadas fin del buceo	18.750140, -111.004267	No registradas
Grupo y número de buzos	Grupo 2 – 7 buzos	Grupo 1 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	27 °C – no termoclina	29 °C – Termoclina 13 m
Tiempo de buceo	42 min	30 min



**Figura 46.** Mapa representativo del sitio ‘El Acuario’ visto desde un plano superior y angular. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Resultados por criterio:**

- Atractivo ‘Medio’ con una puntuación final de 52.8% (Cuadro 51): una puntuación casi por debajo del 50% en atractivo implica que el sitio presentó los factores mínimos deseables para que se considere un sitio a ser utilizado como alternativa de los sitios de buceo más populares. Se observaron algunas especies emblemáticas, aunque en poca abundancia, solo un cardumen de peces, pocas formaciones rocosas de interés y una percepción personal de los observadores bastante baja.
- Seguridad ‘Alta’ con una puntuación final de 76.8% (Cuadro 52): implica que es un sitio bastante seguro para realizar actividades de buceo recreativo. El recorrido del sitio se realiza a una profundidad accesible de entre 15 y 25 m y está ubicado a la zona sur de Isla Socorro, usualmente protegido de corrientes y oleajes y cercano a la ruta de evacuación. Sin embargo, puede llegar a estar expuesto a corrientes, como pasó el día de la evaluación.

- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 76.8% (Cuadro 53): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR. Cabe destacar la presencia de algunas colonias de coral pétreo blanqueadas.

**Cuadro 51.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 43 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 40) y el B2 (n = 32)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	2	2	Baja en el B1 con 3 especies y en el B2 con 2 especies. Se registraron 3 especies entre los 2 buceos: manta raya gigante, tiburón puntas plateadas y tiburón punta blanca (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	1	1	Muy baja en el B1 con solo 1 wahoo ( <i>Acanthocybium solandri</i> ) registrado (Anexo 8) y nula en el B2
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	3	2	Media en el B1 con 12 individuos y baja en el B2 con 10 individuos (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	Escasos en el B1: un solo cardumen de chivato ( <i>Mulloidichthys dentatus</i> ) (Anexo 8). Nulo en el B2
2.6. Formaciones geológicas	2	2	No destacables: presencia del pináculo que forma el sitio de buceo
2.7. Cobertura del sustrato	2	1	Pobre y dispersa en el B1. Muy pobre y muy dispersa en el B2. El índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas fue 23.4% en el B1 y 15.6% en el B2. Se registraron un total de 6 categorías morfológicas, siendo las más frecuentes los corales pétreos ramificados (Anexo 9)
2.8. Visibilidad	2	4	Regular en el B1 (11.7 m). Muy buena en el B2 (22 m)
2.9. Percepción del observador/a	2	1	Promedio en el B1 (2.25 puntos en promedio). 'Malo' en el B2 (1 punto en promedio)
Puntuación total	20	17	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	58.3	47.2	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>52.8</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 52.** Evaluación del criterio 'Seguridad en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	2	Muy profundo en el B1 (>30 m). Profundo en el B2 (27 m).
1.2. Corriente en superficie	2	3	Moderada en el B1 (0.42 m/s) y suave en el B2 (0.16m/s)
1.3. Corriente de fondo	2	2	Moderada en alguna parte de ambos buceos
1.4. Mar de fondo	4	3	Nulo en el B1 y suave en el B2
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	4	4	Sitio ubicado en la parte de exposición baja de Socorro y protegido por la pared de la isla en forma de saliente

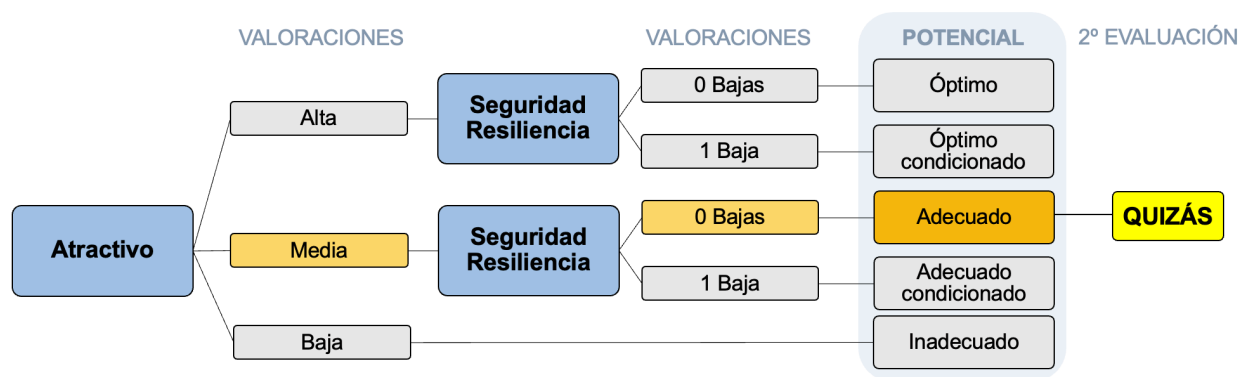
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Sitio ubicado en el sur de Isla Socorro
Puntuación total	21	22	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	75	78.6	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>76.8</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>ALTA</b>

**Cuadro 53.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'El Acuario', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	3	2	Posibles en el B1: se observan especies emblemáticas, pero no comportamientos ni estadios clave. Potenciales en el B2: varios tiburones punta blanca descansando
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	3	4	Baja en el B1 y muy baja en el B2 con 21% y 17.4% del área evaluada con organismos frágiles. Se registraron 4 especies de corales duros y 1 octocoral entre ambos buceos. La especie más abundante fue el coral ramificado <i>P. elegans</i> (Anexo 10).
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en una zona arenosa al sur de Punta Tosca donde predominaba arena. Coordenadas aproximadas: 18.7619 N, -111.0244 W.
3.5. Tamaño del sitio	2	2	Pequeño: el sitio se concentra alrededor del pináculo y se puede recorrer en un solo buceo sin corrientes
3.6. Tipo de recorrido	2	2	Cercano al fondo: recorrido cercano al fondo en la mayor parte del buceo, y un poco en la columna de agua hacia el final del buceo cuando la pared pasa a ser más vertical
3.7. Otros factores de estrés	4	3	Ausentes en el B1. Presentes en el B2: se registraron 8 colonias de coral blanqueadas
Puntuación total	23	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	78.6	75	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>76.8</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Adecuado' con un nivel de seguridad, atractivo y resiliencia suficientes para el buceo recreativo. Este sitio obtuvo la puntuación mínima en Atractivo (50%), para considerarse un potencial adecuado. Por debajo del 50% se el Atractivo se hubiera considerado 'Bajo' y el potencial del sitio se consideraría insuficiente.

**Futuras evaluaciones:** por su ubicación conveniente y por el potencial que se conoce que podría llegar a tener el sitio, se considera que vale la pena volver a evaluarlo en un futuro, para ver si aumenta su atractivo en un día con distintas condiciones. Sin embargo, por la puntuación casi baja en el atractivo y por las condiciones generales del sitio, no se considera de los sitios prioritarios a volver a evaluar.



**Figura 47.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'El Acuario' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

#### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Sitio que, por su ubicación, se puede utilizar como alternativa a 'Punta Tosca'. Sin embargo, el atractivo de este sitio fue menor a otras posibles alternativas cercanas y de mayor atractivo como 'Old Man of the Rock'.
- Al estar relativamente cercano a la costa y protegido, este sitio podría ser una buena alternativa a utilizar cuando la intensidad de las corrientes o el oleaje son muy intensos en otros sitios de buceo más expuestos al sur de Isla Socorro.
- Hay que considerar como posible factor de estrés la presencia de corales pétreos blanqueados y evitar realizar el recorrido muy cercano al fondo. El sitio da para realizar varias partes del recorrido en la columna de agua, lo que además aumenta la posibilidad de ver especies de megafauna pelágicas.
- Para considerarse un lugar adecuado, el atractivo de este sitio debería de aumentar en futuras evaluaciones.

## BAHÍA UNIVERSIDAD

**Otros nombres:** este sitio fue bautizado durante la expedición y se le asignó este nombre por encontrarse dentro de una bahía conocida como Bahía Universidad, en Isla Socorro, según los mapas oficiales de la CONANP.

**Ubicación:** sitio ubicado en el lado noreste de Isla Socorro al sur de Cabo Pearce, dentro de Bahía Universidad. El punto de inicio se ubica a 2.5 km de Cabo Pearce (Figura 48).

**Referencias visuales:** Desde Cabo Pearce viendo hacia el sur, la segunda punta o saliente rocoso. Pared de la punta color oscuro y rocas desprendidas (Figura 49).



**Figura 48.** Ubicación del sitio de buceo bautizado como ‘Bahía Universidad’ en Isla Socorro. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los buceos realizados para su evaluación.



**Figura 49.** Referencias visuales utilizadas para ubicar el punto de inicio del sitio de buceo ‘Bahía Universidad’ en Isla Socorro. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio no conocido por guías ni empresas tour-operadoras ya que nunca se bucea con turismo. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo, ni existe una capacidad de carga establecida. Se eligió este sitio para el buceo con la intención de encontrar un sitio alternativo a Cabo Pearce. Como había oleaje, no fue posible buscar sitios nuevos al norte de Cabo Pearce, por lo que se eligió este lugar en la zona sur. El sitio exacto se eligió por presentar un mayor desnivel en profundidad según el mapa con curvas batimétricas consultado.

**Descripción del sitio:** buceo en fondo arenoso siguiendo el contorno de la Isla Socorro hacia el sur, con formaciones rocosas medianas y grandes, algunas con paredes verticales de baja altura. La presencia constante de rocas de distintas formas y tamaños rompe con la homogeneidad del sitio y lo hace más entretenido. Sin embargo, no se observaron muchas especies emblemáticas.

**Datos generales y recorrido:** segundo sitio visitado mediante dos buceos de evaluación durante el cuarto día de la expedición (Cuadro 54). Ambos grupos realizaron un recorrido parecido. Se realizó el descenso cerca de la costa sobre un fondo a unos 10 m de profundidad. Se empezó a buscar más profundidad hacia el este, hasta encontrar el límite de las rocas con el fondo arenoso

a unos 23 m. A partir de ahí la dirección del buceo fue hacia el sur, siguiendo el contorno de la isla. Se observan parches de arena y formaciones rocosas en forma de dedo que se extienden hacia el azul y que van ganando tamaño a mayor profundidad. Las condiciones se mantuvieron muy similares durante todo el buceo. Hacia el final del buceo el fondo aumentó en profundidad hasta los 30 m, momento en que se realizó un cambio de dirección hacia la isla hasta el momento de realizar la parada de seguridad.

**Cuadro 54.** Datos generales registrados por buceo en ‘Bahía Universidad’, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	7/12/23 – 2:30 pm	7/12/23 – 4 pm
Coordenadas inicio del buceo	18.756945, -110.914422	<i>No registradas</i>
Coordenadas fin del buceo	18.755362, -110.914422	<i>No registradas</i>
Grupo y número de buzos	Grupo 2 - 6 buzos	Grupo 1 - 6 buzos
Temperatura y termoclina	27°C – termoclina no	28°C – no termoclina
Tiempo de buceo	38 min	30 min

### Resultados por criterio:

- Atractivo ‘Medio’ con una puntuación final de 50% (Cuadro 55): una puntuación casi por debajo del 50% en atractivo implica que el sitio presentó los factores mínimos deseables para que sea utilizado como alternativa de los sitios de buceo más populares. El principal factor a destacar fue la abundancia de especies emblemáticas, concretamente el tiburón galápagos, en el segundo buceo. Sin ese factor, el sitio carecería de atractivos suficientes.
- Seguridad ‘Alta’ con una puntuación final de 78.6% (Cuadro 56): implica que el sitio presentó unas condiciones bastante seguras para realizar buceo recreativo el día de su evaluación. Su ubicación en la parte sur de Isla Socorro lo convierte en un sitio más seguro por estar cerca de la ruta principal de evacuación. La profundidad del sitio a más de 30 m sería el principal componente a tener en cuenta en cuanto a la seguridad.
- Resiliencia ‘Alta’ con una puntuación final de 89.3% (Cuadro 57): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR.

**Cuadro 55.** Evaluación del criterio ‘Atractivo’ en el sitio llamado ‘Bahía Universidad’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Media en el B1 (n = 37) y en el B2 (n=33), con un total de 47 especies registradas entre ambos buceos (Anexo 7).
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	2	2	Baja en el B1, con 2 especies y en el B2 con 3 especies. Se registraron 3 especies entre los 2 buceos: tiburón punta blanca de arrecife, tiburón galápagos y tiburón puntas plateadas (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	1	Baja en B1 con 4 especies. Muy baja en el B2 con 1 especie. Se registraron 5 especies entre ambos buceos: raya látigo diamante, raya látigo coluda, raya eléctrica gigante, lenguado inquieto, y langosta de Revillagigedo (Anexo 8)
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	2	3	Baja en el B1 con 4 individuos. Media en el B2 (18 individuos) (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes peces óseos	1	1	Ausentes en ambos buceos
2.6. Formaciones geológicas	2	2	Rocas grandes, deslizamientos de lava en forma de dedos. No se consideraron formaciones que destaquen suficiente
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	Muy pobre y muy dispersa en ambos buceos, con un índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 0.52% en el B1 y 4.69% en el B2. Se registraron 3 especies de coral duro de forma dispersa, pero no octocorales ni esponjas (Anexo 9)
2.8. Visibilidad	3	3	Buena en el B1 (16.8 m) y en el B2 (17 m)
2.9. Percepción del observador/a	2	2	Buceo evaluado como ‘Promedio’ en ambos buceos, con 2.1 puntos en el B1 y 2 puntos en el B2
Puntuación total	19	21	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	52.8	58.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>55.6</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = MEDIA</b>

**Cuadro 56.** Evaluación del criterio ‘Seguridad’ en el sitio llamado ‘Bahía Universidad’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	1	Muy profundo (>31 m) en ambos buceos
1.2. Corriente en superficie	3	3	Suave en el B1 (0.13 m/s) y en el B2 (0.22 m)
1.3. Corriente de fondo	3	4	Suave en el B1. Nula en el B2
1.4. Mar de fondo	4	4	Nulo en ambos buceos
1.5. Oleaje	3	4	Suave en el B1. Nulo en el B2.
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo por estar ubicado al sur de Isla Socorro
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano por estar al sur de Isla Socorro
Puntuación total	22	23	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	75	82.1	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>78.6</b>		<b>Valoración del criterio de Seguridad = ALTA</b>

**Cuadro 57.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio llamado ‘Bahía Universidad’, ubicado en Isla Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

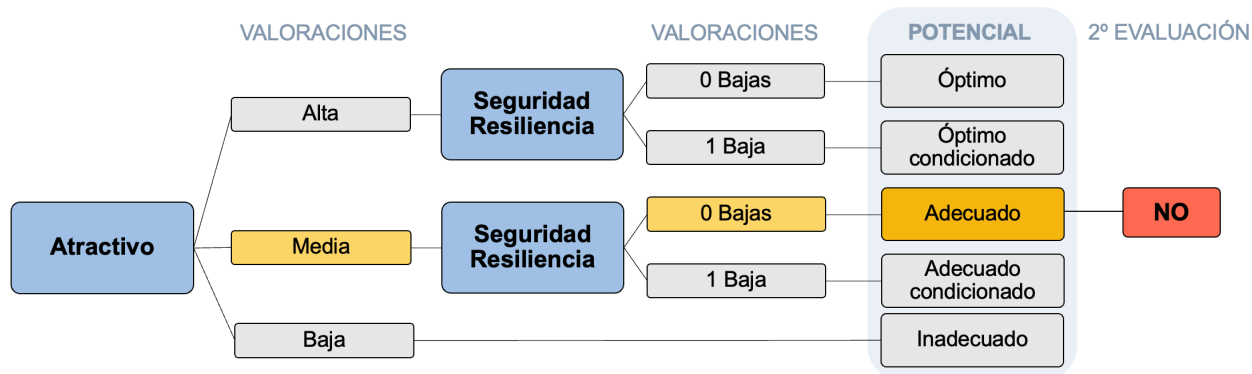
INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	3	3	Posibles en ambos buceos. Se observan especies emblemáticas, pero no comportamientos ni estadios vulnerables
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja en ambos buceos con 0.5% del área evaluada cubierta por organismos frágiles en el B1 y 2% en el B2. Se registraron 3 especies de corales duros, siendo <i>P. elegans</i> la especie con mayor cobertura.
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en una zona arenosa al sur de Cabo Pearce, donde se anclan las embarcaciones de turismo. Coordenadas aproximadas: 18.7751°N, -110.9114°W
3.5. Tamaño del sitio	4	4	Muy amplio: el sitio es muy amplio dado que el recorrido se realiza siguiendo el contorno de la Isla Socorro
3.6. Tipo de recorrido	2	2	Cercano al fondo: el buceo se realiza principalmente por el fondo durante todo el buceo, menos al final cuando el fondo aumenta a > 30 m de profundidad.
3.7. Otros factores de estrés	4	4	Ausentes
Puntuación total	25	25	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	89.3	89.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>89.3</b>		<b>Valoración del criterio de Resiliencia = ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un ‘Potencial Adecuado’ con un atractivo, seguridad y resiliencia suficientes para ser utilizado para el buceo recreativo (Figura 50). Cabe resaltar que el criterio Atractivo, obtuvo una valoración casi ‘Baja’ (< 50%), lo cual lo hubiera convertido en un sitio con un ‘Potencial Inadecuado’.

**Futuras evaluaciones:** a pesar de ser un sitio con formaciones rocosas interesantes, no se considera un sitio que merezca la pena volver a evaluar en el futuro por ser demasiado homogéneo (Figura 50). Se recomienda más bien que se busque algún otro sitio que sirva como mejor alternativa a Cabo Pearce. En el caso de no encontrar un sitio mejor a este, se podría volver a evaluar para evaluarlo en otras condiciones e identificar el mejor recorrido de buceo en esa zona.

#### Consideraciones y recomendaciones de uso:

- Para futuras evaluaciones se recomienda explorar los salientes rocosos ubicados al norte de Cabo Pearce. También hay algunas zonas interesantes a explorar en la esquina sureste de la isla, en aquellas zonas con mayor variación batimétrica.

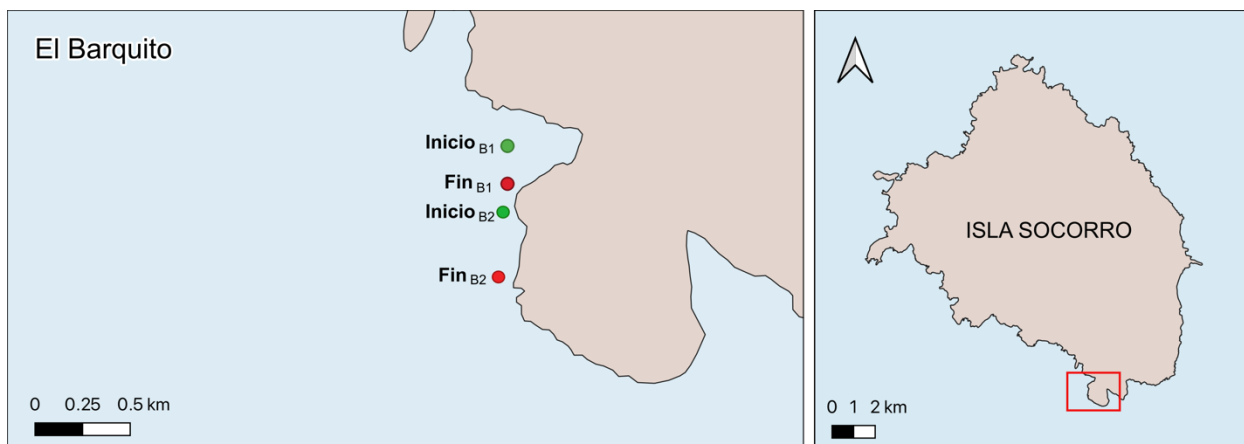


**Figura 50.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Bahía Universidad' según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

## EL BARQUITO

**Otros nombres:** no se conocen otros nombres para este sitio. El nombre del sitio corresponde a la Caleta El Barquito que queda cercana al sitio de buceo.

**Ubicación:** sitio ubicado en la zona sur de Isla Socorro, del lado oeste del sector naval, en frente a la Caleta El Barquito (Figura 51).



**Figura 51.** Ubicación del sitio de buceo 'El Barquito' en Isla Socorro. Se indica en rojo el punto de inicio y en verde el punto final de los buceos realizados para su evaluación.

**Referencias visuales:** el grupo 2 realizó el primer buceo iniciando en la zona somera dentro de la Caleta El Barquito, utilizando como referencia el inicio de la pared rocosa del lado oeste de la base naval (Figura 52). El grupo 1, realizó el segundo buceo iniciando cerca del punto final del grupo 2, tomando como referencia la placa de la UNESCO y del PNR.



**Figura 52.** Referencias visuales utilizadas por el grupo 2 para ubicar el punto de inicio de ‘El Barquito’ en Isla Socorro. La flecha señala la pared fina usada como referencia. Créditos: Marta Cambra.

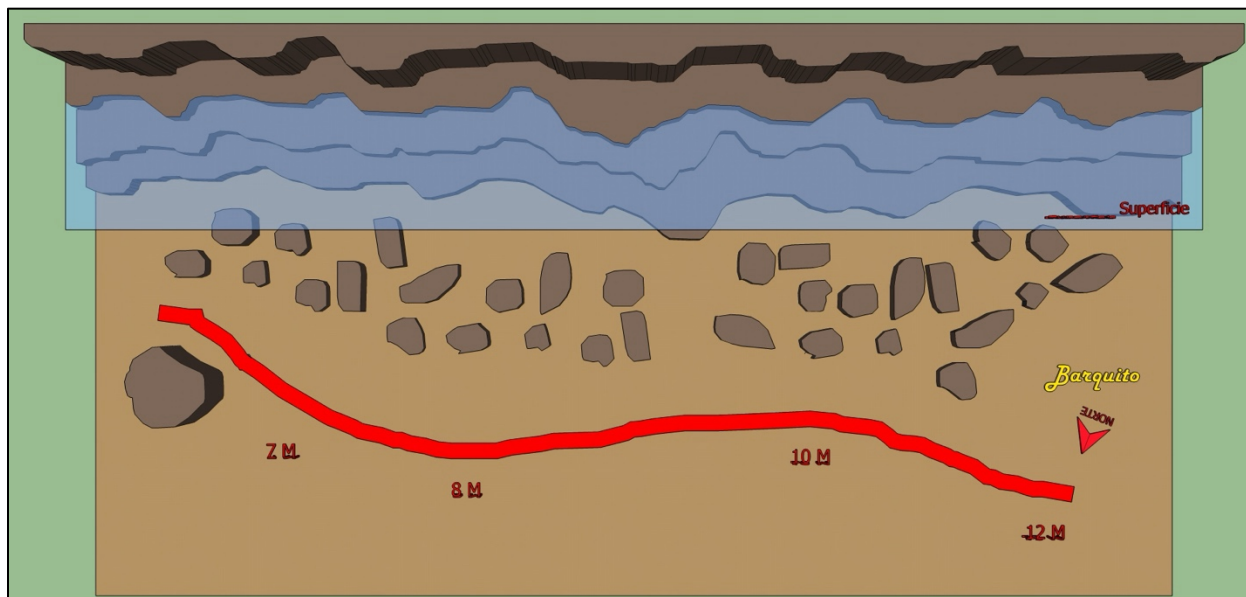
**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio no conocido por guías ni empresas touroperadoras ya que nunca se bucea con turismo. No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo, ni existe una capacidad de carga establecida. Este sitio es utilizado por los navales de vez en cuando dado que queda cerca de la estación.

**Descripción del sitio:** sitio somero con fondo arenoso y rocas dispersas cubiertas por tapetes algales. Presencia de colonias de coral dispersas en la pared rocosa de la isla y organismos de fondo asociados a ambientes arenosos como rayas, lenguados, tiosos, etc. También se pueden observar los restos de un barco en el fondo arenoso.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos en el segundo día de la evaluación (Cuadro 58). En el buceo 1 se realizó un recorrido más somero que en el buceo 2, donde el buceo inició cerca del punto final del buceo 1 (Figura 51). En el buceo 1 se realizó el descenso sobre el fondo arenoso a una profundidad de unos 7 metros. Se inició el buceo hacia el sureste hacia mayor profundidad siguiendo la dirección de la pared a 130°. Se nadó por el fondo arenoso durante todo el buceo siguiendo la misma dirección. Se observaron muchas rayas eléctricas (*Narcine entemedor*) juveniles y adultas. También varias colonias de coral dispersas y bastante blanqueadas. Visibilidad verdosa. La mayor profundidad del buceo fueron 14 metros. En el buceo 2 el descenso se realizó en una zona rocosa rodeada de fondo arenoso. Se siguió la misma dirección de la pared hacia el sur hasta llegar a una máxima profundidad de 21 metros. Se observaron rocas volcánicas en forma de dedos de lava que se extienden hacia el azul.

**Cuadro 58.** Datos generales registrados por buceo en ‘El Barquito’, ubicado en Socorro.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	5/12/2023 – 3:50 pm	5/12/2023 – 5:00 pm
Coordenadas inicio del buceo	18.730228, -110.958469	No registradas
Coordenadas fin del buceo	18.728429, -110.958469	No registradas
Grupo y número de buzos	Grupo 2 - 7 buzos	Grupo 1 - 6 buzos
Temperatura y termoclina	27°C – no termoclina	28°C – no termoclina
Tiempo de buceo	45 min	30 min



**Figura 53.** Mapa representativo del sitio 'El Barquito' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por el grupo 2 se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

#### **Resultados por criterio:**

- Atractivo 'Bajo' con una puntuación final de 41.7% (Cuadro 59): sitio con un atractivo insuficiente para el buceo recreativo, comparado con los sitios actualmente más utilizados. Aunque si se observaron algunas especies emblemáticas, fueron pocas comparado con otros sitios evaluados. En cambio, si se observaron bastantes individuos de otras especies de interés como rayas de fondo. No se observaron cardúmenes de peces ni formaciones rocosas a destacar. Mayor cobertura de corales pétreos en comparación a otros sitios, aunque sigue siendo baja. La percepción personal de los observadores fue baja.
- Seguridad 'Alta' con una puntuación final de 92.9% (Cuadro 60): sitio muy seguro para el buceo recreativo dado que es somero, muy cercano a la base naval de Isla Socorro y protegido de corrientes y oleajes al estar dentro de una bahía.
- Resiliencia 'Media' con una puntuación final de 66.1% (Cuadro 61): implica que hay algunos factores a considerar a la hora de realizar actividades de buceo recreativo. Destaca la posibilidad de que sea un área de crianza y/o refugio para rayas de fondo y otros organismos asociados a ambientes arenosos. La vulnerabilidad del sitio aumenta al ser somero, poco extenso y con un tipo de recorrido que implica nadar cerca del fondo marino.

**Cuadro 59.** Evaluación del criterio Atractivo en el sitio 'El Barquito', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 42 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas en el B1 (n = 31) y el B2 (n = 31)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	1	2	Muy baja en el B1: solo 1 especie registrada. Baja en el B2: 3 especies registradas. Se registraron 3 especies entre los 2 buceos: tiburón punta blanca de arrecife, tiburón punta negra y tiburón puntas plateadas. (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	2	2	Baja en ambos buceos: 2 especies registradas en ambos buceos, la raya látigo coluda y la raya eléctrica gigante (Anexo 8)
2.4. Abundancia de especies emblemáticas	1	2	Muy baja en el B1 con 1 individuo. Baja en el B2 con 6 individuos registrados (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes peces óseos	1	1	Ningún cardumen registrado en ninguno de los buceos
2.6. Formaciones geológicas	1	1	Ausentes en ambos buceos
2.7. Cobertura del sustrato	1	2	Muy pobre y muy dispersa en el B1. Pobre y dispersa en el B2. El índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas fue 4.6% en el B1 y 20.8% en el B2. Se registraron corales pétreos masivos y ramificados en casi todas las paradas de ambos buceos. En varias paradas del B2 se registraron corales incrustantes, octocorales arbustivos y esponjas globulares (Anexo 9)
2.8. Visibilidad	3	2	Buena en el B1 (15.9 m). Regular en el B2 (11 m)
2.9. Percepción observador/a	1	1	Buceo evaluado como 'Malo' por la mayoría de buceadores/as
Puntuación total	16	17	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	44.4 %	47.2 %	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>45.8 %</b>		<b>Valoración del criterio de Atractivo = BAJA</b>

**Cuadro 60.** Evaluación del criterio Seguridad en el sitio 'El Barquito', ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

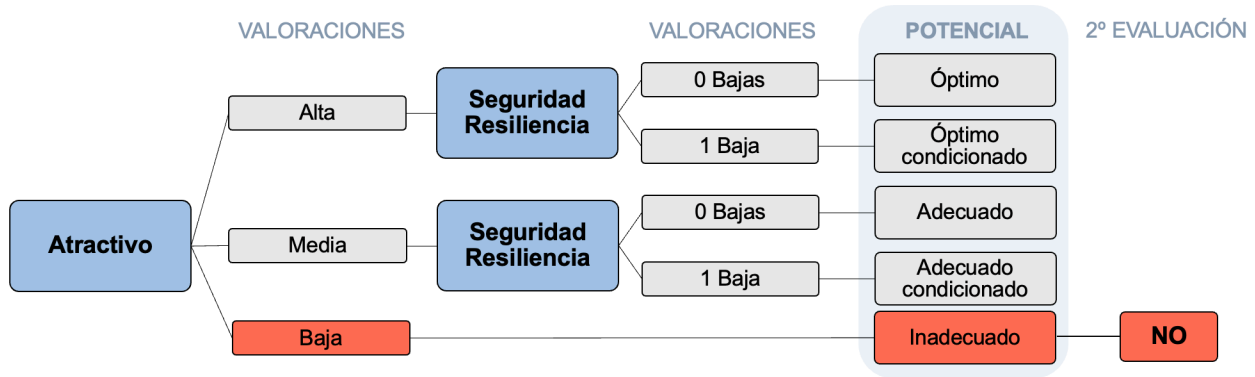
INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	3	2	Intermedia (14m) en el B1. Profundo (21m) en el B2
1.2. Corriente en superficie	4	3	Nula (0.09 m/s) en el B1. Suave (0.14 m/s) en el B2
1.3. Corriente de fondo	4	4	Nula en ambos buceos
1.4. Mar de fondo	4	4	Nulo en ambos buceos
1.5. Oleaje	4	4	Nulo en ambos buceos
1.6. Grado de exposición	4	4	Muy bajo por estar ubicado al sur de Isla Socorro y protegido por la Caleta el Barquito
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	4	4	Muy cercano por estar en el sur de Isla Socorro
Puntuación total	27	25	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	96.4	89.3	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>92.9</b>		<b>Valoración del criterio de Seguridad = ALTA</b>

**Cuadro 61.** Evaluación del criterio ‘Resiliencia’ en el sitio ‘El Barquito’, ubicado en Socorro. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	1	2	Claves en el B1: se observaron más de 10 rayas eléctricas crías o en estado juvenil. Potenciales en el B2: se observó un tiburón puntas plateadas juvenil y una cría de raya eléctrica
3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Muy baja (<20%): 11.6% y 5.2% del área evaluada cubierta por organismos frágiles en el B1 y B2, respectivamente. Se registraron 7 especies de corales duros y 1 especie de octocoral entre ambos buceos. La especie con mayor cobertura fue el coral ramificado <i>Pocillopora elegans</i> (Anexo 10)
3.4. Zona de anclaje	3	3	La embarcación se ancló en una zona arenosa cercana a la base naval donde predominaba arena con algunos organismos frágiles dispersos. Coordenadas aproximadas 18.7222°N, -110.9669°W
3.5. Tamaño del sitio	2	2	El sitio que se buceó es relativamente pequeño, sin embargo, el recorrido se podría extender hacia zonas más profundas siguiendo la pared de la isla
3.6. Tipo de recorrido	1	1	Por el fondo marino durante todo el buceo en ambos buceos
3.7. Otros factores de estrés	3	3	Presentes: blanqueamiento de corales duros mayor al 10% de las colonias observadas en ambos buceos
Puntuación total	18	19	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	64.3	67.9	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto la puntuación máxima para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>66.1</b>		<b>Valoración del criterio de Resiliencia = MEDIA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según los resultados obtenidos en esta primera evaluación este sitio se considera como un lugar con un ‘Potencial Inadecuado’ con un atractivo insuficiente para ser utilizado como alternativa de los sitios más visitados en el PNR (Figura 54). Considerando las expectativas de los turistas y el tipo de buceo que se realiza en el PNR, no se considera ‘El Barquito’ como un sitio a recomendar a las empresas tour-operadoras. Adicionalmente, la valoración ‘Media’ para el criterio ‘Resiliencia’ indica que hay varios factores que aumentan la vulnerabilidad de este sitio a los posibles impactos derivados del buceo recreativo. Por ejemplo, la presencia de varias rayas y tiburones juveniles sugiere que este sitio podría ser utilizado como área de crianza o de refugio para varias especies. También se encontró una mayor cobertura de corales duros en comparación con otros sitios.

**Futuras evaluaciones:** no se recomienda volver a evaluar en una siguiente expedición dado que se considera prioritario buscar sitios con un mayor atractivo a los ojos del visitante y más resiliente (Figura 54).



**Figura 54.** Potencial para el buceo recreativo del sitio ‘El Barquito’ según las valoraciones obtenidas por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

## DEDOS DE LAVA

**Otros nombres:** ‘Lava Flow’ o ‘Lava’

**Ubicación:** sitio ubicado en la zona sureste de San Benedicto, donde destaca la presencia de un delta lávico formado a partir de una fisura en un costado del Volcán Bárcena por donde fluyó lava hasta el mar. El punto de inicio en este sitio de buceo fue el mismo en ambos buceos y se eligió según el criterio de los guías de buceo presentes. El punto final del buceo 2 estuvo muy cercano al punto de inicio por que se realizó una ruta circular, en cambio en el buceo 1 se realizó el recorrido siguiendo la pared hacia el sur, tal y como se había planeado (Figura 55). Para ubicar el punto de inicio se utilizó como referencia visual una formación rocosa que sobresale por encima de las demás con forma de ‘cabeza de gato’ (Figura 56).



**Figura 55.** Ubicación del sitio de buceo ‘Dedos de lava’ en isla San Benedicto. Se indica en verde el punto de inicio y en rojo el punto final de los dos buceos de evaluación realizados (B1 y B2).



**Figura 56.** Referencias visuales para ubicar el punto de inicio de ‘Dedos de lava’ en San Benedicto. La flecha indica la formación rocosa que se utilizó como referencia. Créditos: Marta Cambra.

**Frecuencia de uso y capacidad de carga actual:** sitio poco conocido ya que no es un sitio que se utilice normalmente (Figura 5). No aparece como sitio de buceo en el manual de buenas prácticas para el buceo, por lo que tampoco se ha calculado su capacidad de carga.

**Descripción del sitio:** sitio con formaciones rocosas de tamaño medio principalmente cubiertas de tapetes algales y algunos pocos organismos sésiles en la parte más cercana a la costa. Entre 20 y 25 m de profundidad hay una caída del fondo hacia zonas más profundas. Al estar cerca del Cañón, se considera como un sitio con probabilidad de ver especies pelágicas como manta rayas o tiburones que van de paso. Sitio potencialmente expuesto a oleajes y corrientes que usualmente permiten realizar un buceo a favor de corriente hacia el sur de la isla, donde las condiciones están más calmadas facilitando la operación de salida del agua de los buzos.

**Datos generales y recorrido:** se realizaron 2 buceos de evaluación en un mismo día (Cuadro 62). En el buceo 1 se registra un descenso a 17 m de profundidad sobre un fondo con rocas grandes de 6 a 8 m de alto y cubiertas principalmente por tapetes algales. El buceo se realizó entre 17 y 20 m de profundidad hacia el suroeste hasta terminar el buceo donde terminan los dedos de lava (Figura 55 y 57). En el buceo 2 se desciende a 13 m de profundidad y se avanza hacia el suroeste a una profundidad entre 10 y 13 m. Hacia la mitad del buceo se aumentó la profundidad hasta los 18 m. Al final del buceo se realizó un giro hacia el noreste de forma que, se terminó haciendo un recorrido circular con el punto final cerca del punto inicial (Figura 55).

**Cuadro 62.** Datos generales registrados por buceo en ‘Dedos de Lava’, ubicado en San Benedicto.

DATOS GENERALES	BUCEO 1	BUCEO 2
Fecha y hora	4/12/2023 – 10:30 am	4/12/2023 – 12:25 pm
Grupo	Grupo 1	Grupo 2
Coordenadas inicio del buceo	<i>No registradas</i>	19.298261, -110.800182
Coordenadas fin del buceo	<i>No registradas</i>	19.298656, -110.800182
Número de buzos	Grupo 1 – 6 buzos	Grupo 2 – 6 buzos
Temperatura y termoclina	27 °C – no termoclina	27 °C – no termoclina
Tiempo de buceo	30 min	34 min

### Resultados por criterio:

- Atractivo 'Bajo' con una puntuación final de 40.3% (Cuadro 63): indica que el sitio no reunió la cantidad de atractivos suficientes como para que se pueda considerar su uso para el buceo recreativo. Los factores que más afectaron a este criterio fueron la mala visibilidad y el recorrido realizado en el buceo 2 que no permitió ver muchos elementos de interés.
- Seguridad 'Media' con una puntuación final de 73.2% (Cuadro 64): implica que hay algunos factores a tomar en cuenta para garantizar la seguridad del sitio de buceo, como la profundidad del sitio y su lejanía al sitio de evacuación más cercano en Socorro.
- Resiliencia 'Alta' con una puntuación final de 80.4% (Cuadro 65): indica este es un sitio poco vulnerable a los posibles efectos derivados del buceo recreativo, siempre y cuando se sigan las reglas generales de buceo responsable y las normativas de manejo del PNR.



**Figura 57.** Mapa representativo del sitio 'Dedos de lava' visto desde un plano superior. El recorrido realizado por uno de los grupos se marca en rojo como referencia. Créditos: Enrique López.

**Cuadro 63.** Evaluación del criterio 'Atractivo' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES ATRACTIVO	B1	B2	DESCRIPCIÓN
2.1. Riqueza de peces óseos	3	3	Alta: 40 especies registradas (Anexo 7), entre las identificadas por el B1 (n = 30) y el B2 (n = 32)
2.2. Riqueza de especies emblemáticas	2	2	Baja en el B1 con 3 especies registradas y en el B2 con 2 especies registradas. Entre los dos grupos se registraron 3 especies: manta raya gigante, tiburón galápagos y tiburón punta blanca de arrecife (Anexo 8)
2.3. Riqueza de otras especies de interés	1	2	Muy baja en el B1 con 1 especie registrada y baja en el B2 con 2 especies registradas. Se registraron 2 especies entre los 2 buceos: langosta de Revillagigedo y raya eléctrica gigante (Anexo 8)

2.4. Abundancia de especies emblemáticas	2	1	Baja en el B1 con 8 individuos. Muy baja en el B2 con 2 individuos. La especie más abundante fue el tiburón galápagos con 5 individuos entre ambos buceos (Anexo 8)
2.5. Cardúmenes de peces óseos	2	1	Escasos en el B1: un solo cardumen de pargo azul dorado registrado (Anexo 8). Ausentes en el B2
2.6. Formaciones geológ.	1	1	Ausentes: ninguna formación geológica a destacar en ningún buceo
2.7. Cobertura del sustrato	1	1	Muy pobre y muy dispersa: índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas de 13.5% en B1 y 10.4% en B2. Se registraron un total de 5 categorías morfológicas entre ambos buceos, siendo las más frecuentes los corales pétreos masivos y ramificados (Anexo 9)
2.8. Visibilidad	2	1	Regular en el B1: 12 m. Baja en el B2: 7 m
2.9. Percepción del observador/a	2	1	Sitio evaluado como 'promedio' en el B1: puntuación de 2.3. Sitio evaluado como 'malo' en el B2: puntuación de 1.2
Puntuación total	16	13	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	44.4	36.1	Puntuaciones obtenidas por buceo respecto a la puntuación máxima para este criterio (PM = 36)
Puntuación final (%)	<b>40.3</b>		Valoración del criterio de Atractivo = <b>BAJA</b>

**Cuadro 64.** Evaluación del criterio 'Seguridad' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES SEGURIDAD	B1	B2	DESCRIPCIÓN
1.1. Profundidad	1	2	Muy profundo en el B1: > 30 m. Profundo en el B2: 25 m
1.2. Corriente en superficie	4	4	Nula: velocidad de 0.06 m/seg (B1) y de 0.08 m/seg (B2)
1.3. Corriente de fondo	4	4	Nula: sin corriente de fondo en ninguno de los dos buceos
1.4. Mar de fondo	3	3	Suave: mar de fondo suave en ambos buceos
1.5. Oleaje	3	3	Suave: oleaje que no dificultaría la operación con turistas
1.6. Grado de exposición	3	3	Bajo: por su ubicación en la zona sur de San Benedicto.
1.7. Distancia al sitio de evacuación más cercano	2	2	Lejano: por estar ubicado en San Benedicto, lejos de la ruta de evacuación más cercana ubicada en Isla Socorro
Puntuación total	20	21	La suma de todos los indicadores es de 20 por buceo
Puntuación por visita (%)	71.4	75	Puntuación por buceo respecto la puntuación máxima posible para este criterio (PM = 28)
Puntuación final (%)	<b>73.2</b>		Valoración del criterio de Seguridad = <b>MEDIA</b>

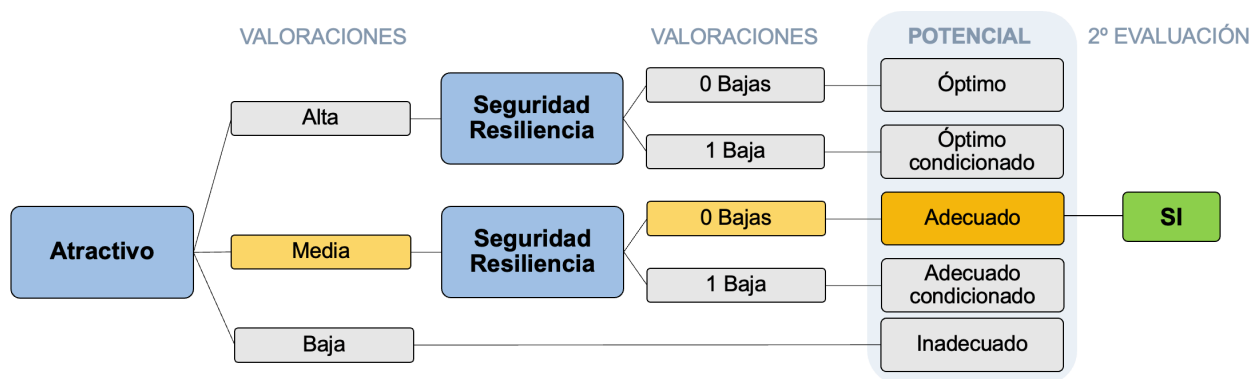
**Cuadro 65.** Evaluación del criterio 'Resiliencia' en el sitio 'Dedos de lava', ubicado en San Benedicto. Se muestran los resultados por indicador y buceo (B1, B2) y la puntuación final obtenida.

INDICADORES RESILIENCIA	B1	B2	Descripción
3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas	4	4	Actividad nula: no hay acción de limpieza
3.2. Comportamientos o estadios vulnerables de especies emblemáticas	3	3	Posibles: se observan especies emblemáticas, pero ningún individuo con comportamientos o estadios vulnerables)

3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles	4	4	Baja: 6.2% y 6% del área evaluada (120m <sup>2</sup> ) con presencia de corales duros en el B1 y B2, respectivamente
3.4. Zona de anclaje	4	4	Ideal: la embarcación se ancló en la zona de anclaje actualmente designada cerca del Cañón, donde predomina un fondo arenoso sin organismos frágiles. Coordenadas aproximadas de anclaje: 19.2997 N, -110.8086 W.
3.5. Tamaño del sitio	3	3	Amplio: el sitio es extenso, pero se podría llegar a recorrer de forma completa en presencia de corrientes al llegar a la zona sur de la isla San Benedicto
3.6. Tipo de recorrido	1	1	Todo el recorrido se realiza sobre el fondo marino
3.7. Otros factores de estrés	3	4	Presentes en el B1: se registran corales blanqueados. Ausentes en el B2
Puntuación total	22	23	Suma de los valores de todos los indicadores por buceo
Puntuación por visita (%)	78.6	82.1	Puntuación por buceo respecto la puntuación máxima posible para este criterio (PM = 28).
Puntuación final (%)	<b>80.4</b>		Valoración del criterio de Resiliencia = <b>ALTA</b>

**Potencial para el buceo recreativo:** según las condiciones encontradas y los resultados obtenidos en esta primera evaluación, este sitio se considera como un lugar con un 'Potencial Inadecuado' para el desarrollo de actividades de buceo recreativo (Figura 58). Eso significa que el atractivo registrado en este sitio de buceo durante la primera evaluación realizada no fue suficiente como para que se pueda recomendar su uso para realizar actividades de buceo recreativo en el PNR.

**Futuras evaluaciones:** al ser este un sitio bastante recomendado por varios guías de buceo se recomienda volver a evaluarlo en una segunda expedición dado que, en condiciones de mejor visibilidad y realizando el recorrido adecuado, podría aumentar su atractivo (Figura 58). Además, por su ubicación, podría ser una buena alternativa al sitio de buceo 'El Cañón' durante las épocas de alta visitación. También ofrecería una alternativa a 'Tres Hermanos' en aquellos días en los que el oleaje proviene del oeste, dificultando el buceo en ese sitio de buceo.



**Figura 58.** Potencial para el buceo recreativo del sitio 'Dedos de lava' según las valoraciones por criterio. Se indica además si es un sitio que se recomienda someter a una segunda evaluación.

### **Consideraciones y recomendaciones de uso:**

- El bajo atractivo obtenido en este sitio podría estar influenciado por la mala visibilidad que había el día de la evaluación, posiblemente asociada a la dirección del oleaje proveniente del este.
- Las zonas de anclaje para bucear en este sitio serían las mismas que actualmente ya están designadas para este fin, una al sur del Fondeadero y la otra al lado oeste del Cañón, respetando la distancia a ese sitio de buceo.
- No se recomienda realizar el recorrido circular y a poca profundidad que se hizo durante el segundo buceo. Se recomienda que el recorrido de buceo se realice de forma lineal entre 20 y 25 m de profundidad, en dirección suroeste hasta encontrar la caída del fondo hacia mayores profundidades manteniendo en todo momento la isla a mano derecha y el azul a mano izquierda (aunque se podría bucear hacia la otra dirección en días con la corriente invertida).
- Se recomienda seguir la dirección de la pared de la isla de norte a sur cuando las corrientes van hacia el sur (lo más usual), y de sur a norte cuando las corrientes van hacia el norte, de forma que siempre se realice el buceo a favor de la corriente. Al igual que en 'Tres Hermanos', en este sitio también se permitiría realizar un 'drift dive' o buceo en corrientes.

## SECCIÓN 4.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1. Conclusiones

Realizar una selección justificada de los sitios de uso público es uno de los primeros pasos para regular el turismo del buceo recreativo en una AMP (GIZ & SINAC 2016). Mediante este trabajo, el PNR se convierte en la primera AMP de México en adaptar y utilizar una herramienta que permite seleccionar nuevos sitios de buceo mediante criterios técnicos considerando no solo su seguridad o atractivo sino también su resiliencia. La aplicación de este protocolo no solo permitió evaluar el potencial de varios sitios para el buceo recreativo en el PNR, sino que también permitió caracterizarlos y proporcionar recomendaciones de uso según los resultados obtenidos.

Como resultados de la primera aplicación del Protocolo para la Caracterización y Selección de Sitios de Buceo en el PNR se evaluaron 12 sitios, de los cuales 10 sitios se identificaron con un potencial suficiente para el buceo recreativo y 5 sitios que se recomienda volver a evaluar en una segunda aplicación del protocolo. Ninguno de esos sitios presentó un nivel alto de atractivo, como el que se esperaría obtener en los sitios de buceo más populares del PNR. Estos resultados refuerzan la necesidad de que, por ahora, se visualice el uso de esos sitios como una solución ante una necesidad de manejo más que un intento por aumentar la satisfacción del visitante. Aun así, una mayor oferta turística y un uso menos repetido e intensivo de los sitios de buceo actuales podría representar un valor adicional para aquellos turistas que valoran la posibilidad de explorar sitios diferentes de una forma más exclusiva (Needham et al. 2017). Estas medidas reguladoras podrían ser las que, en un futuro, garanticen la permanencia de los procesos ecológicos clave que ocurren en ciertos sitios de buceo y que atraen a miles de buceadores al año que buscan experimentar encuentros cercanos y únicos con especies de megafauna marina.

Los resultados de este proyecto son una referencia importante para la actualización de la capacidad de carga del PNR, dado que se evalúan aspectos de relevancia para ese proceso tales como la presencia de organismos frágiles, el tamaño del sitio, la presencia de comportamientos o estadios vulnerables, la abundancia de especies emblemáticas y la presencia de fuentes de estrés antropogénico, entre otras. Según estos criterios, se proporcionan recomendaciones a tener en cuenta a la hora de calcular la capacidad de carga en los sitios evaluados. En general, se recomiendan capacidades de carga más bajas en aquellos sitios en los que se haya obtenido una puntuación 'Media' o 'Baja' para el criterio 'Resiliencia' (3 sitios en este caso) o bien, que hayan obtenido la mínima puntuación para alguno de los indicadores de ese criterio en todas las visitas realizadas.

Se espera que este trabajo sirva para incentivar a otras Áreas Naturales Protegidas de México que busquen fortalecer el manejo del buceo recreativo y seguir el ejemplo del PNR, donde se están tomando medidas de forma preventiva basándose en el conocimiento existente sobre los posibles efectos del buceo recreativo en los ecosistemas marinos a nivel global y bajo el **principio precautorio** como argumento principal.

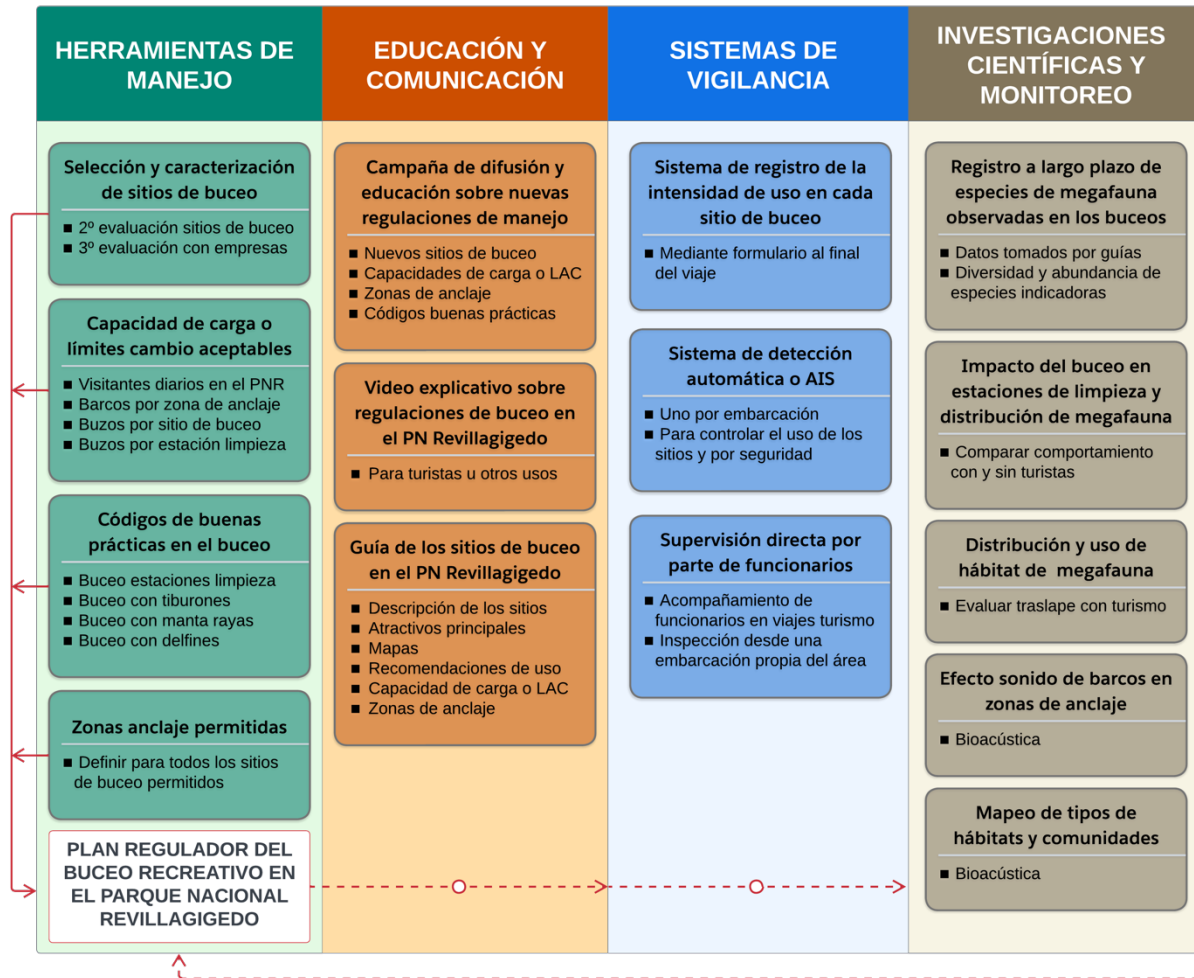
### 3.2. Recomendaciones para el manejo del buceo recreativo en el PNR

En un AMP deben de aplicarse una variedad de regulaciones de manejo complementarias que de forma integral y adaptativa logren garantizar la satisfacción de los visitantes al mismo tiempo en que garantizan la integridad ecológica de los ecosistemas a los que están protegiendo (Agardi 1994). Eso se hace particularmente importante ante la creciente demanda turística en el mundo del buceo recreativo, donde se valora cada vez más bucear en sitios ecológicamente saludables que se encuentran mayoritariamente dentro de AMP (Gallagher et al. 2015). Eso hace que las AMP se hayan convertido en una estrategia no solamente ecológica sino de importancia financiera por los retornos económicos que generan en muchos países (Brown et al. 2001).

La ejecución de este proyecto responde a una de las principales necesidades de manejo que enfrenta hoy el PNR, y eso es la sobrecarga de visitas en pocos sitios de buceo. Muchos de los estudios sobre los impactos derivados del buceo recreativo en otras partes del mundo señalan a ese tipo de efectos acumulativos como uno de los principales causantes de la degradación localizada de los ecosistemas (Lloret et al. 2006). Sin embargo, la selección de nuevos sitios de buceo y la consecuente reducción del número de visitas en sitios ecológicamente claves, debe de ir acompañada de otras medidas dentro de un plan estratégico regulador del turismo del buceo recreativo. En la Figura 59 se presenta un diagrama de flujo de procesos relacionados con el manejo del buceo recreativo que pretende servir como una guía para la administración del PNR.

Inicialmente, se recomienda que el PNR disponga de suficientes **herramientas de manejo** que regulen el buceo recreativo minimizando los posibles impactos negativos derivados de dicha actividad. La caracterización y selección adecuada de los sitios de buceo se propone como un primer paso que debe de estar asociado con el cálculo adecuado de capacidades de carga o, un término actualmente más aceptado, límites de cambio aceptables en distintos niveles espaciales dentro de un AMP. En el caso específico del PNR, se recomienda que se realice una segunda evaluación de sitios aplicando nuevamente el Protocolo para la Caracterización y Selección de Sitios de Buceo adaptado al PNR y que se realice una tercera y última evaluación donde se incluya la participación de las empresas turísticas. En esa tercera fase, se recomienda que se incluya al itinerario de las empresas, la visita a los sitios que hayan sido seleccionados tras las dos primeras fases de evaluación. De esta forma se estarían evaluando los sitios utilizando el mismo protocolo, al mismo tiempo en que se está integrando la participación de las empresas turísticas y de los turistas en la evaluación. Las recomendaciones de uso de los guías y la percepción personal de guías y turistas podrían ser integradas en el proceso de evaluación.

Adicionalmente, es importante contar con códigos de buenas prácticas durante el buceo en estaciones de limpieza y con especies de megafauna como tiburones, manta rayas y delfines que incluya tanto las responsabilidades de los turistas como buceadores visitantes como las responsabilidades de los guías en garantizar que se realicen los buceos siguiendo las prácticas adecuadas (Smith et al. 2014, Richards et al. 2015). Se ha demostrado que el impacto que los buzos pueden ejercer en un sitio está en muchos casos más influenciado con la experiencia y el comportamiento de los visitantes, que con el número de personas que frecuentan el sitio (Barker & Roberts 2004, Barker et al. 2011b).



**Figura 59.** Diagrama de flujo con los cuatro componentes principales y sus herramientas específicas, a utilizar como guía para el manejo del buceo recreativo en el PNR.

Actualmente ya existe un manual de buenas prácticas en el PNR donde se incluyen este tipo de indicaciones (SEMARNAT & CONANP 2021). Se recomienda que los códigos de conducta para la interacción con la vida marina estén visualmente accesibles a los turistas durante los viajes de buceo, y que se incluyan en los briefings de buceo junto con imágenes visuales que representen las normativas explicadas. También se recomienda que se incorporen límites de tiempo de interacción con las estaciones de limpieza y que se especifique con más detalle como posicionarse durante el tiempo de interacción con las mismas según si son estaciones de limpieza de mantas o de tiburones. Finalmente, lo más importante es que los guías tomen un rol activo de supervisión de estas normativas durante los buceos. Se ha comprobado que las indicaciones sobre el comportamiento adecuado de los buceadores mejoran sustancialmente si además del briefing de buceo se añade la supervisión directa de los guías bajo el agua (Barker & Roberts 2004).

Otro aspecto relevante como herramienta de manejo en el PNR es delimitar claramente las zonas permitidas para el anclaje, no solo para los sitios de buceo que se visitan actualmente, sino

también para los nuevos sitios que sean seleccionados tras la aplicación del presente protocolo. En el manual de buenas prácticas de actividades turísticas del PNR se indican cuáles son los sitios adecuados para el anclaje durante el buceo en los sitios más populares del PNR (SEMARNAT & CONANP 2021). Se recomienda que se delimiten zonas para el anclaje no solo en esos sitios sino alrededor en todas las islas e islotes del PNR. Eso ofrecería a los tour-operadores una variedad más amplia de sitios adecuados para el anclaje durante las visitas a nuevos sitios de buceo o cuando se realicen otro tipo de actividades fuera de las rutas usuales. También se recomienda que se establezcan los límites de dichas zonas mediante coordenadas que los capitanes puedan incorporar en sus cartas de navegación y que se almacenen los datos vectoriales con la ubicación y extensión de dichas zonas bajo el formato de capas shapefiles ya que podrían ser de utilidad para temas de manejo, monitoreo e investigación.

En el diagrama de flujo se propone que los productos asociados a las distintas herramientas de manejo presentadas se integren bajo un mismo documento que podría ser llamado 'Plan Regulador del Buceo Recreativo en el PNR' (Figura 59). Eso facilitaría el acceso y la difusión de la información relacionada con este tema. Para que la implementación de ese plan regulador sea efectiva, es importante transmitir la información mediante estrategias de **educación y comunicación**. Se proponen campañas de difusión sobre las nuevas regulaciones de manejo, incluyendo la selección de nuevos sitios de buceo, el establecimiento de nuevas capacidades de carga o límites de cambio aceptables, la delimitación de una mayor variedad de zonas para el anclaje y la adaptación y transmisión de los códigos de buenas prácticas para el buceo recreativo. Adicionalmente, se recomienda transmitir a los visitantes un video explicativo con las regulaciones de manejo asociadas al buceo recreativo en el PNR (Giglio et al. 2018). Finalmente, se recomienda que se elabore una guía de los sitios de buceo del PNR en donde se incluya una descripción detallada de los sitios, los atractivos principales y su relevancia ecológica, mapas representativos de los sitios, recomendaciones de uso específicas, capacidades de carga y zonas de anclaje recomendadas.

Una vez los usuarios conocen las normativas, es importante que el PNR disponga de **sistemas de vigilancia** para asegurarse de que están bien ejecutadas (Figura 59). Como medida básica, se propone implementar un sistema de registro de la intensidad de uso de los sitios de buceo. Actualmente, el PNR ya está empezando a utilizar un formulario que las empresas deben de llenar al final de los viajes indicando qué sitios visitaron y cuál fue la cantidad de buzos por sitio. Adicionalmente, se podrían utilizar los sistemas de detección automática o AIS de las embarcaciones como una medida más de vigilancia que permita realizar corroboraciones aleatorias del formulario llenado por las empresas. Finalmente, se recomienda implementar la supervisión directa por parte de funcionarios que estén presentes en algunos viajes de buceo con turistas o bien mediante su propia embarcación cuando se disponga de la misma. Eso fomenta que se cumplan las regulaciones, además de que permite el intercambio de información entre funcionarios y tour-operadores, los cuales pueden retroalimentar las medidas propuestas mediante la experiencia directa como usuarios.

Como último paso para cerrar el diagrama de flujo, se propone la ejecución **de investigaciones científicas y programas de monitoreo** a largo plazo que permitan actualizar el conocimiento disponible sobre el estado de los recursos marinos y los efectos derivados de las actividades del buceo recreativo en los ecosistemas marinos. Se proponen estudios tales como el registro permanente de especies de megafauna en sitios de monitoreo por parte de guías, tal y como solía hacerse en el Parque Nacional Isla del Coco (White et al. 2015), el monitoreo del impacto del buceo en estaciones de limpieza y en el comportamiento de la megafauna marina (Coward 2017), estudios que permitan mapear los patrones de distribución y uso de hábitat de especies de megafauna y el grado de solapamiento con actividades turísticas (Bradley et al. 2017), la medición del efecto del sonido de los motores y generadores de embarcaciones en los sitios de buceo cercanos a zonas de anclaje y la delimitación y clasificación de los tipos de hábitats presentes en los ecosistemas del PNR y las comunidades de organismos asociadas (Roff et al. 2003) (Figura 59). Hay una amplia variedad de estudios que se podrían incorporar según las necesidades identificadas en el PNR. Los resultados obtenidos en estas investigaciones deberían de usarse como la base para adaptar las medidas de manejo establecidas en el PNR, cerrando así un ciclo para el manejo del buceo recreativo que sea integral y adaptativo (Hipólito et al. 2024).

### **3.3. Recomendaciones para una segunda evaluación de sitios**

Es importante considerar que los resultados presentados en este documento no son definitivos, sino que deben de usarse como un primer insumo donde se caracterizan los sitios evaluados y se aportan las recomendaciones necesarias para una segunda evaluación. En el caso particular del PNR, se recomienda que se haga una segunda expedición enfocada exclusivamente en la aplicación de este protocolo y que posteriormente, se haga una tercera evaluación en conjunto con las empresas de turismo (Figura 59). De esta forma, se fomenta la participación de ese sector en el proceso, se aprovecha el uso de las embarcaciones turísticas como base de operaciones y se recibe una retroalimentación por parte de los usuarios. Para esa tercera evaluación, se podría realizar una adaptación de los indicadores para que puedan ser tomados por dos personas durante los buceos con los turistas.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones para tener en cuenta durante la segunda aplicación del Protocolo para la Caracterización y Selección de sitios en el PNR:

- Aplicar el protocolo en una temporada distinta a la que ya fue aplicado para evaluar a los sitios en condiciones ambientales diferentes. En el caso del PNR, considerando que se hizo una primera aplicación del protocolo entre los meses de noviembre y enero, periodo en que el agua está más caliente, la segunda aplicación se recomienda entre marzo y junio, periodo en que bajan las temperaturas del agua y puede llegar a cambiar la composición de especies y las condiciones de buceo observadas.
- Aplicar el protocolo en los 5 sitios identificados como prioritarios y seleccionar otros sitios a visitar entre los cuales se podrían elegir algunos de los valorados como “quizás” para una segunda evaluación o bien otros sitios nuevos no evaluados todavía. En el Resumen Visual

al inicio de este documento, se presentan algunos de los sitios que se habían identificado para la visita pero que no se llegaron a bucear.

- Realizar dos visitas por sitio, al igual que en esta evaluación, pero si es posible, realizar las dos visitas en días distintos para aumentar la variabilidad de condiciones y la posibilidad de avistar distintos organismos.
- Si no hay tanto personal disponible para ayudar en el protocolo, se recomienda redistribuir los indicadores entre 4 personas, uniendo el rol del observador 1 (mapa) y 2 (datos generales y seguridad) en uno solo (Cuadro 9). Se recomienda que uno de los cuatro se encargue de ir tomando fotografías de todos aquellos elementos relacionados con los indicadores evaluados.
- Adaptar el indicador de estaciones de limpieza para que en la escala de valores haya una puntuación que evalúe la abundancia de peces limpiadores. De esta forma se espera aumentar la variabilidad de los resultados obtenidos para este indicador, e identificar zonas con potencial de ser utilizadas para la limpieza de especies de megafauna. En la descripción de la metodología de este indicador se podría añadir: “Se debe de registrar la presencia de agrupaciones de peces limpiadores. Se considera una agrupación de peces limpiadores cuando hay más de 10 individuos al alcance de la vista del ángel de Clarión (*Holacantus clarionensis*), el pez mariposa (*Johnrandallia nigrirostris*) y el jurel negro (*Caranx lugubris*) o más de 50 individuos en el caso de la vieja mexicana (*Bodianus diplotaenia*), dado que éstas son las especies que actúan como limpiadoras de especies emblemáticas con mayor frecuencia (Nicolás-Chávez 2022)”. Y la escala de valores podría ser la siguiente:
  - 1) Muy activa: hay acción de limpieza. Se observan más de 3 individuos siendo limpiados
  - 2) Activa: hay acción de limpieza. Se observan entre 1 y 3 individuos siendo limpiados
  - 3) Inactiva con potencial: no hay acción de limpieza, pero se registra una alta abundancia de peces limpiadores (*determinar alta abundancia según datos registrados en el PNR*)
  - 4) Inactiva sin potencial: no hay acción de limpieza. Se registra una baja abundancia de peces limpiadores (*determinar baja abundancia según datos registrados en el PNR*)
- Realizar reuniones grupales al final del día para comparar los datos tomados por ambos equipos y generar discusión sobre el potencial de los sitios evaluados al buceo recreativo.
- Asegurarse de que ambos grupos pasan los datos al ordenador día a día.
- Utilizar una embarcación con dos pangas para que los equipos puedan bucear al mismo tiempo en sitios distintos.
- Asegurarse de que los observadores que registran especies emblemáticas tienen un buen conocimiento en identificación de especies. Por ejemplo, es importante evaluar si diferencian los tiburones galápagos, gambusos y silkies.

## REFERENCIAS

- Abidin SZZ, Mohamed B (2014) A Review of SCUBA Diving Impacts and Implication for Coral Reefs Conservation and Tourism Management. In: *SHS Web of Conferences*. EDP Sciences
- Agardi T (1994) Advances in Marine Conservation: the role of marine protected areas. *Trends Ecol Evol* 9:267–270.
- Aguirre-Muñoz A, Méndez-Sánchez F, Ortiz-Alcaraz A, Del Mazo-Maza A, Fueyo-Mac Donald L, Rhodes-Espinoza A, García Martínez SA (2015) Formulario de Nominación del Bien Natural Archipiélago de Revillagigedo para su Inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial, presentado al Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO. AC Ensensada, Baja California, México. 149 pp + 5 Anexos.
- Álvarez Del Castillo PA (2020) Capacidad de carga y límites de cambio aceptables para el buceo turístico en algunas Áreas Naturales Protegidas del país. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur
- Barker NHL, Roberts CM (2004) Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol Conserv* 120:481–489.
- Barker SM, Peddemors VM, Williamson JE (2011a) A video and photographic study of aggregation, swimming and respiratory behaviour changes in the grey nurse shark (*Carcharias taurus*) in response to the presence of SCUBA divers. *Mar Freshw Behav Physiol* 44:75–92.
- Barker SM, Peddemors VM, Williamson JE (2011b) Recreational SCUBA diver interactions with the critically endangered Grey Nurse Shark *Carcharias taurus*.
- Barnett A, Payne NL, Semmens JM, Fitzpatrick R (2016) Ecotourism increases the field metabolic rate of whitetip reef sharks. *Biol Conserv* 199:132–136.
- Bejder L, Samuels A, Whitehead H, Gales N (2006) Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. *Anim Behav* 72:1149–1158.
- GIZ & SINAC (2016) Protocolo para la evaluación y selección de sitios para el buceo recreativo en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Bradley D, Papastamatiou YP, Caselle JE (2017) No persistent behavioural effects of SCUBA diving on reef sharks. *Mar Ecol Prog Ser* 567:173–184.
- Brena PF, Mourier J, Planes S, Clua E (2015) Shark and ray provisioning functional insights into behavioral, ecological and physiological responses across multiple scales. *Mar Ecol Prog Ser* 538:273–283.
- Brown K, Adger WN, Tompkins E, Bacon P, Shim D, Young K (2001) Trade-off analysis for marine protected area management 1. Decision making for multiple use resources. *Ecological Economics* 37:417–434.
- Brunnschweiler JM, Abrantes KG, Barnett A (2014) Long-term changes in species composition and relative abundances of sharks at a provisioning site. *PLoS One* 9.
- Cacho-Movellan O (2022) Abundancia de tiburones y el efecto del buceo recreativo en el Archipiélago de Revillagigedo. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur
- Cambra-Agustí M, Chinchilla I, Cubero R, Villate R (2015) Evaluación de los sitios potenciales para el buceo recreativo en el Parque Nacional Isla del Coco.
- Carone E, Lizardi FL, Favoretto F, Rivas JEH, Nanduca HR (2023) Revillagigedo Archipelago, Mexico: A Probable Calving Area for Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*). *Aquat Mamm* 49:121–129.

- CONANP (2017) Estudio Previo Justificativo para la declaratoria del Parque Nacional Revillagigedo. México. 214 pp.
- CONANP (2021) Parque Nacional Revillagigedo. Manual de buenas prácticas de actividades turísticas de buceo y de bajo impacto ambiental. México.
- CONANP (2004) Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. México, D. F.
- CONANP (2019) Programa de Manejo Parque Nacional Revillagigedo.
- Coward T (2017) Ecology of elasmobranch cleaning stations and the effects of tourism activities in Bateman Bay, Ningaloo Reef.
- Cubero-Pardo P, Herrón P, González-Pérez F (2011) Shark reactions to scuba divers in two marine protected areas of the Eastern Tropical Pacific. *Aquat Conserv* 21:239–246.
- Espinoza M, Salas E (2005) Estructura de las comunidades de peces de arrecife en las Islas Catalinas y Playa Ocotol, Pacífico Norte de Costa Rica. *Rev Biol Trop* 53(3–4):523–536.
- Fourrière M, Reyes-Bonilla H, Ayala-Bocos A, Ketchum J, Chávez-Comparan JC (2016) Checklist and analysis of completeness of the reef fish fauna of the Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Zootaxa* 4150:436–466.
- Fourrière M, Reyes-Bonilla H, Galván-Villa CM, Ayala Bocos A, Alejandro Rodríguez-Zaragoza F (2019) Reef fish structure assemblages in oceanic islands of the eastern tropical Pacific: Revillagigedo Archipelago and Clipperton atoll. *Marine Ecology* 40.
- Gallagher AJ, Vianna GMS, Papastamatiou YP, Macdonald C, Guttridge TL, Hammerschlag N (2015) Biological effects, conservation potential, and research priorities of shark diving tourism. *Biol Conserv* 184:365–379.
- Garrud E (2016) Does tourist behaviour affect reef manta ray feeding behaviour? An analysis of human and *Manta alfredi* interactions in Baa Atoll, the Maldives. University of York
- Giglio VJ, Luiz OJ, Chadwick NE, Ferreira CEL (2018) Using an educational video-briefing to mitigate the ecological impacts of scuba diving. *Journal of Sustainable Tourism* 26:782–797.
- Giglio VJ, Luiz OJ, Ferreira CEL (2020) Ecological impacts and management strategies for recreational diving: A review. *J Environ Manage* 256.
- GIZ & SINAC (2015) Implementación del protocolo para la evaluación y selección de sitios de buceo en la Reserva Biológica Isla del Caño. San José, Costa Rica.
- Gómez-García M de J, Blázquez-Moreno M del C, Stewart JD, Leos-Barajas V, Fonseca-Ponce IA, Zavala-Jiménez AA, Fuentes K, Ketchum JT (2021) Quantifying the Effects of Diver Interactions on Manta Ray Behavior at Their Aggregation Sites. *Front Mar Sci* 8.
- González-González G (2016) Efectos del buceo autónomo en el Archipiélago de Revillagigedo, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur
- Gonzalez-Perez F, Cubero-Pardo P (2010) Short-term effects of tourism activities on the behavior of representative fauna on the Galapagos Islands, Ecuador. *Lat Am J Aquat Res* 38:493–500.
- Grutter AS, Murphy JM, Choat JH (2003) Cleaner fish drives local fish diversity on coral reefs. *Current Biology* 13:64–67.
- Harriott VJ, Davis D, Banks SA (1997) Recreational diving and its impact in marine protected areas in eastern Australia. *Ambio* 26:173–179.

- Hawkins JP, Callum ;, Roberts M, Van't Hof T, De Meyer K, Tratalos J, Aldam C (1999) Effects of Recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities.
- Healy TJ, Hill NJ, Chin A, Barnett A (2020) A global review of elasmobranch tourism activities, management and risk. *Mar Policy* 118.
- Hipólito C, Lopes F, Gonçalves J, Calado H (2024) A Critical Approach to Existing Management Perspectives in Scuba Diving: A Step in Defining Ecological Carrying Capacity. *Sustainability (Switzerland)* 16.
- Lloret J, Marín A, Marín-Guirao L, Carreño MF (2006) An alternative approach for managing scuba diving in small marine protected areas. *Aquat Conserv* 16:579–591.
- Luna B, Valle Pérez C, Luis J, Luna S-L, Pérez V, Lizaso S-, Luna B, Pérez C V, Sánchez JL (2009) Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area.
- Muntaner López G, M<sup>a</sup> Milagrosa Gómez Cabrera D, Mauricio Hoyos Padilla E (2016) Movement patterns and habitat use of the silver tip shark ('*Carcharhinus albimarginatus*') at the Revillagigedo Archipelago.
- Murray A, Garrud E, Ender I, Lee-Brooks K, Atkins R, Lynam R, Arnold K, Roberts C, Hawkins J, Stevens G (2020) Protecting the million-dollar mantas; creating an evidence-based code of conduct for manta ray tourism interactions. *Journal of Ecotourism* 19:132–147.
- Musa G, Dimmock K (2012) Scuba diving tourism introduction to special issue. *Tourism in Marine Environments* 8:1–5.
- Needham MD, Szuster BW, Mora C, Lesar L, Anders E (2017) Manta ray tourism: interpersonal and social values conflicts, sanctions, and management. *Journal of Sustainable Tourism* 25:1367–1384.
- Nicolás-Chávez A (2022) Interacciones de limpieza y estructura de la comunidad de peces en arrecifes rocosos del archipiélago de Revillagigedo. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México
- O'Malley MP, Lee-Brooks K, Medd HB (2013) The Global Economic Impact of Manta Ray Watching Tourism. *PLoS One* 8.
- Pasos-Acuña C (2018) Efecto del buceo en el comportamiento del tiburón toro *Carcharhinus leucas* y evaluación económica de la especie en el Parque Nacional Cabo Pulmo. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C, La Paz, B.C.S
- PNUD - SINAC (2016) Implementación del protocolo para la evaluación y selección de sitios de buceo en el sector marino del Área de Conservación Guanacaste. San José, Costa Rica.
- Quirós A (2005) Whale shark 'Ecotourism' in the Philippines and Belize: Evaluating conservation and community benefits. *Tropical Resources* 24:4248.
- Quiros AL (2007) Tourist compliance to a Code of Conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. *Fish Res* 84:102–108.
- Richards K, O'Leary BC, Roberts CM, Ormond R, Gore M, Hawkins JP (2015) Sharks and people: Insight into the global practices of tourism operators and their attitudes to Shark behaviour. *Mar Pollut Bull* 91:200–210.
- Roff JC, Taylor ME, Laughren J (2003) Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. *Aquat Conserv* 13:77–90.

- Ruiz-Sakamoto A-T (2015) Estimación del valor económico total y catálogo de foto identificación de la manta gigante (*Manta birostris* Walbaum, 1792) en el Archipiélago Revillagigedo. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur
- SEMARNAT, CONANP (2021) Parque Nacional Revillagigedo. Manual de buenas prácticas de actividades turísticas de buceo y de bajo impacto ambiental.
- Smith K, Scarr M, Scarpaci C (2010) Grey nurse shark (*Carcharias taurus*) diving tourism: Tourist compliance and shark behaviour at fish rock, Australia. *Environ Manage* 46:699–710.
- Smith KR, Scarpaci C, Scarr MJ, Otway NM (2014) Scuba diving tourism with critically endangered grey nurse sharks (*Carcharias taurus*) off eastern Australia: Tourist demographics, shark behaviour and diver compliance. *Tour Manag* 45:211–225.
- Venables S (2013) Short term behavioural responses of manta rays, *Manta alfredi*, to tourism interactions in Coral Bay, Western Australia. Murdoch University
- White ER, Myers MC, Flemming JM, Baum JK (2015) Shifting elasmobranch community assemblage at Cocos Island-an isolated marine protected area. *Conservation Biology* 29:1186–1197.

## ANEXO 1

### Encuesta realizada a los guías de buceo del Parque Nacional Revillagigedo durante el proceso de adaptación del protocolo

#### Preguntas generales

1. ¿Cómo puntuaría del 1 al 5 a cada uno de los sitios de buceo abiertos al uso público considerando la siguiente escala de valoraciones?
  - 1) Terrible
  - 2) Pobre
  - 3) Promedio
  - 4) Bueno
  - 5) Muy bueno
2. ¿Cuántos sitios potenciales para el buceo recreativo y actualmente no abiertos al uso público se conocen en el PN Revillagigedo? Añadir una breve descripción y especificar su ubicación en un mapa.
3. ¿Con qué nivel de intensidad se bucean los sitios abiertos al uso público? Valorar del 1 al 4 de la siguiente manera:
  - 1) Actualmente no se visita
  - 2) Se visita de forma muy esporádica (algunos viajes si otros no)
  - 3) Se visita frecuentemente (se bucea en todos los viajes por lo menos 1 vez)
  - 4) Se visita intensamente (se bucea en todos los viajes más de 1 vez)
4. ¿Existe estacionalidad en el PN Revillagigedo? ¿De qué meses a que meses y cómo se caracteriza cada estación?

#### Criterio Seguridad

1. ¿Cuáles considera que son los sitios de buceo más seguros para los visitantes y cuáles sitios son solo aptos para buceadores avanzados con alta experiencia en buceo?
2. ¿Cuáles son los factores que considera que hacen que un sitio de buceo sea seguro en el PN Revillagigedo y cuáles son los factores que hacen que un sitio de buceo pueda ser visitado únicamente por buceadores avanzados?
3. ¿Qué canal de comunicación está disponible desde los sitios de buceo actualmente abiertos al uso público? *Teléfono, radio, etc...*
4. ¿Varía el canal de comunicación disponible entre islas o entre sitios de buceo en cada una de las islas? Describir
5. ¿En cuál de las islas se ubica la estación de guardaparques? ¿Hay alguna otra estación o base de operaciones a parte de esa en alguna de las islas?
5. ¿Dónde se encuentra el centro médico más cercano? ¿Dónde se encuentra la cámara hiperbárica más cercana?
6. ¿Cuál es el rango de visibilidad usual durante los buceos? ¿Cómo varía la visibilidad entre islas o entre estaciones?
7. ¿Cuáles de las siguientes técnicas de entrada se usan con mayor frecuencia durante los buceos en el PN Revillagigedo?
  - a. Entrada colectiva o individual (entran al agua uno por uno desde la embarcación)
  - b. Entrada con descenso negativo inmediato (sin aire en el chaleco) o entrada con flotabilidad positiva y posteriormente se deshincha el chaleco para el descenso
  - c. Entrada con cabo o sin cabo de descenso

### Criterio Atractivo

1. ¿Cuáles considera que son los sitios de buceo más atractivos del PN Revillagigedo y por qué?
2. ¿Cuáles son las especies más emblemáticas (más atractivas para los turistas) que se pueden llegar a observar en el PN Revillagigedo?
3. ¿Con qué frecuencia se suelen observar las especies más emblemáticas? Indicar del 1 al 3 para cada especie de la siguiente manera:
  - 1) Se observa en muy raras ocasiones (se observa en muy pocos viajes)
  - 2) Se observa de forma esporádica (en algunos viajes se observa y en otros no)
  - 3) Se observa frecuentemente (por lo menos en 1 buceo por viaje)
  - 4) Se observa muy frecuentemente (en más de 1 buceo por viaje)
4. ¿Cuántas de esas especies se pueden llegar a ver juntas en un solo buceo considerando los mejores sitios de buceo bajo las mejores condiciones?
5. ¿Cuántos individuos de cualquiera de las especies emblemáticas considera que se deberían de observar como mínimo para considerarlo un muy buen buceo? Puede aportar distintas respuestas según la especie si lo considera necesario
6. ¿Cuántos cardúmenes o escuelas grandes de peces (> 100 individuos en grupo nadando de forma coordinada, pueden ser peces de arrecife o peces más oceánicos) es usual observar durante los buceos? Puede dar diferentes respuestas según el sitio de buceo si fuera necesario
7. ¿Existen formaciones geológicas sumergidas como cuevas o arcos en el PN Revillagigedo? Indicar si se encuentran en sitios de buceo de uso público o no.
8. ¿Qué factores de impacto visual se pueden llegar a observar buceando? Algunos ejemplos son daños estructurales por anclaje, residuos sólidos o líquidos, presencia de líneas de pesca, etc.

### Criterio Resiliencia

1. ¿Cuáles considera que son los sitios más frágiles, es decir, que se están viendo o podrían verse afectados por la presencia de turistas, en el PN Revillagigedo? ¿Porqué?
2. ¿Cuáles considera que son las principales amenazas a los ecosistemas marinos del PN Revillagigedo?
3. Considerando el conocimiento que tiene sobre los ecosistemas marinos del PN Revillagigedo ¿qué criterios le parece que convierten a un sitio de buceo en un lugar frágil que podría verse afectado por la presencia de buzos?
4. ¿Cuál de los siguientes eventos ecológicos se pueden llegar a observar durante los buceos?
  - Estaciones de limpieza de tiburones
  - Estaciones de limpieza de peces óseos arrecifales
  - Zonas de crianza de tiburones
  - Zonas de crianza de peces óseos arrecifales
  - Eventos de alimentación de megafauna conocidos como "bait balls"
  - Zonas de reproducción o apareamiento
5. ¿Es usual observar corales blanqueados o enfermos? Especificar el tipo de enfermedad si se conoce o describir el daño observado
6. ¿Es usual observar octocorales blanqueados o enfermos? Especificar el tipo de enfermedad si se conoce o describir el daño observado
7. ¿Se han observado especies invasoras marinas o especies nativas con potencial invasor en el PN Revillagigedo? En caso afirmativo especificar cuáles y cuál es el efecto observado
8. ¿Se ha registrado la presencia de mareas rojas?
9. ¿Es la sedimentación un factor que afecte negativamente a los ecosistemas o la calidad de los buceos?

## ANEXO 2

### Especies emblemáticas y otras especies de interés del Parque Nacional Revillagigedo

A continuación, se presentan las especies seleccionadas como especies emblemáticas (Indicador 2.2) y otras especies de interés (Indicador 2.3) del PNR. Se incluyen tanto las especies más abundantes y comúnmente observadas (en negrita), así como reportes históricos o especies observadas en menor frecuencia, pero consideradas igualmente atractivas en el caso de que se lleguen a observar. Solo se incluyeron aquellas especies que frecuentan el mismo tipo de ambiente y rango de profundidad en el que se desarrollan las actividades de buceo recreativo (menos de 40 m). Se utilizó como base la lista de especies de peces óseos y cartilagosos del Programa de Manejo del Parque Nacional Revillagigedo (CONANP 2019).





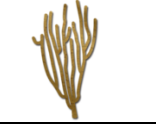



ESPECIES EMBLEMÁTICAS		
Grupo	Especies	Nombre común
Rayas	<b><i>Manta birostris</i></b>	<b>Manta gigante</b>
Tiburones	<i>Alopias pelagicus</i>	Tiburón zorro pelágico
	<i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón zorro ojón
	<i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro volador
	<b><i>Carcharhinus albimarginatus</i></b>	<b>Tiburón puntas plateadas</b>
	<i>Carcharhinus brachyurus</i>	Tiburón bronce
	<b><i>Carcharhinus falciformis</i></b>	<b>Tiburón sedoso</b>
	<b><i>Carcharhinus galapagensis</i></b>	<b>Tiburón de galápagos</b>
	<b><i>Carcharhinus obscurus</i></b>	<b>Tiburón gambuso</b>
	<i>Galeorhinus galeus</i>	Tiburón aceitoso
	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón nodriza
	<i>Mustelus sp.</i>	Musolas
	<i>Nasolamia velox</i>	Tiburón coyotito
	<i>Rhizoprionodon longurio</i>	Tiburón aguzado
	<b><i>Triaenodon obesus</i></b>	<b>Tiburón punta blanca de arrecife</b>
	<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón volador o puntas negras
	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tiburón punta blanca oceánico
	<b><i>Galeocerdo cuvier</i></b>	<b>Tiburón tigre</b>
	<i>Prionace glauca</i>	Tiburón azul
	<i>Carcharodon carcharias</i>	Tiburón blanco
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón mako	
<b><i>Sphyrna lewini</i></b>	<b>Tiburón martillo común</b>	
<b><i>Rhincodon typus</i></b>	<b>Tiburón ballena</b>	
Delfines	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto
	<i>Grampus griseus</i>	Delfín gris
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de fraser
	<i>Orcinus orca</i>	Orca
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa
	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado pantropical

	<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo
	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado
	<b><i>Tursiops truncatus</i></b>	<b>Delfín nariz de botella</b>
Ballenas	<b><i>Megaptera novaeangliae</i></b>	<b>Ballena jorobada</b>

OTRAS ESPECIES DE INTERÉS		
Grupo	Especies	Nombre común
Rayas	<i>Aetobatus laticeps</i>	Raya águila del pacífico
	<i>Dasyatis brevis</i>	Raya látigo diamante
	<i>Hypanus americanus</i>	Raya de espina
	<i>Hypanus dipterurus</i>	Raya látigo redonda
	<i>Hypanus logus</i>	Raya látigo coluda
	<i>Mobula japonica</i>	Manta de espina
	<i>Móbula tarapacana</i>	Manta diablo chilena
	<i>Narcine entemedor</i>	Raya eléctrica gigante
	<i>Pteroplatytrygon violácea</i>	Raya pelágica
Peces óseos	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo
	<i>Bothus mancus</i>	Lenguado tropical
	<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado
	<i>Istiompax indica</i>	Marlin negro
	<i>Istiophorys platypterus</i>	Pez vela
	<i>Kajikia audax</i>	Marlin rayado
	<i>Makaira mazara</i>	Marlin azul del Indopacífico
	<i>Makaira nigricans</i>	Marlin azul
	<i>Sphyræna argentea</i>	Barracuda plateada
	<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Pez marlin de pico corto
	<i>Thunnus albacares</i>	Atún aleta amarilla
	<i>Thunnus alalunga</i>	Atún blanco
	<i>Thunnus obesus</i>	Atún ojón
	<i>Thunnus orientalis</i>	Atún aleta azul
	<i>Thunnus thynnus</i>	Atún rojo
Tortugas marinas	<i>Chelonia mydas agassizi</i>	Tortuga negra o verde del Pacífico
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga lora
	<i>Dermochelis coriacea</i>	Tortuga laúd
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo común
Langostas	<i>Panulirus penicillatus</i>	Langosta de Revillagigedo
	<i>Panulirus inflatus</i>	Langosta azul
Caballito de mar	<i>Hippocampus ingens</i>	Caballito de mar
Morenas	<i>Todas las especies</i>	<i>Todas las especies</i>
Nudibranquios	<i>Todas las especies</i>	<i>Todas las especies</i>

### ANEXO 3

Descripción y ejemplos de las categorías morfológicas utilizadas para evaluar la diversidad y extensión de la cobertura del sustrato en los sitios de buceo evaluados en el Parque Nacional Revillagigedo (PNR) (Criterio Atractivo - Indicador 2.9)

GRUPOS	CATEGORIAS	DEFINICIÓN	ESPECIES EN EL PNR	IMAGEN
CORALES PÉTREOS	Ramificado	Corales erectos que han producido extensiones laterales o ramas. Las ramas están bien definidas y pueden tener aspecto cilíndrico, irregular o aplanado	<i>Pocillopora eydouxi</i> , <i>P. damnicornis</i> , <b><i>P. elegans</i></b> , <i>P. meandrina</i> , <i>P. verrucosa</i>	
	Masivo	Colonias en forma de domo o montículo (sin ramas definidas). También se incluyen colonias con ramificaciones muy cortas o de forma globular.	<b><i>Porites lobata</i></b> , <b><i>P. panamensis</i></b> , <i>Pavona gigantea</i> , <i>Gardineroseris planulata</i> , <i>Psammocora stellata</i> , <i>Pavona duerdeni</i> , <i>P. clavus</i> , <i>P. maldivensis</i>	
	Incrustante o folioso	Colonias de corales que crecen lateralmente y relativamente planas en forma de crosta tomando la forma del sustrato y en algunos casos extendiéndose por encima del sustrato creando láminas finas	<i>Pavona varians</i> , <i>Pavona chiriquiensis</i>	
	Copa o vaso	Pólipos en forma de copa o vaso	<i>Tubastrea coccinea</i>	
OCTOCORALES	Arbustivo	Crecimiento ramificado en forma de dedos o ramas	<i>Eugorgia sp.</i> , <i>Leptogorgia waltonae</i> , <i>Eunicea mammosa</i> ,	
	Abanico o flabelado	Crecimiento en forma de láminas reticuladas tomando forma de un abanico	<i>Gorgonia sp.</i> , <i>Pacifigorgia agassizii</i> , <i>Eugorgia wilkiei</i> , <b><i>Muricea plantaginea</i></b>	
ESPONJAS	Incrustantes	Incluye a todas las esponjas que forman una capa baja sobre el sustrato. Muchas de estas son perforantes	<i>Clathria sp.</i> , <i>Chondrilla pacifica</i> , <i>Aplysilla glacialis</i> , <i>Chelonaplysilla violacea</i> , <i>Cliona californiana</i> , <i>Cliona vermifera</i> , <i>Hexadella sp.</i>	
	Globular o masivo	Esponjas que crecen de forma incrustada con tubos cortos de forma globular	<b><i>Aplysina revillagigedi</i></b> , <i>Aplysina gerardogreeni</i> , <i>Acamus erithacus</i> , <i>Clathrina sp.</i>	

## ANEXO 4

### Ejemplo práctico para evaluar el Indicador 2.9 ‘Diversidad de cobertura’

A continuación, se presenta la tabla de coberturas utilizada para evaluar el indicador 2.9 (Diversidad de cobertura) con valores utilizados como ejemplo que sirvan para mostrar paso a paso cómo calcular la diversidad y ocurrencia de categorías morfológicas en un sitio de buceo.

GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5	Min 10	Min 15	Min 20	Min 25	Min 30	DIVERSIDAD Presencia = 1 Ausencia = 0	OCURRENCIA Suma de registros
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1		1	5
	Masivo	1	1	1	1	1	1	1	6
	Incrustante, folioso		1					1	1
	Vaso							0	0
OCTOCORALES	Arbustivo	1	1	1	1			1	4
	Abanico	1				1		1	1
ESPONJAS	Incrustantes				1	1		1	2
	Globular	1	1				1	1	3
TOTAL								7	22
VALOR MÁXIMO								12	72 (6 x 12)

#### Pasos:

- 1) Realizar una parada cada 5 minutos (estación de monitoreo) durante el recorrido de buceo y anotar la presencia o ausencia de las diferentes categorías morfológicas mientras se nada en línea recta dentro de un túnel imaginario de 5 m de ancho (2.5 m a cada lado) durante los primeros 30 minutos del buceo.
- 2) Cálculo de riqueza: anotar un 1 si la categoría morfológica estuvo presente en alguna de las estaciones de monitoreo, y un 0 si no estuvo presente en todo el monitoreo. Posteriormente, sumar la cantidad de categorías morfológicas que se registraron durante el monitoreo. En este caso, la riqueza sería igual a 7 porque hay 7 categorías morfológicas.
- 3) Cálculo de ocurrencia: sumar la cantidad de veces o estaciones de monitoreo en las que apareció cada una de las categorías morfológicas. Posteriormente, sumar la cantidad de registros de todas las categorías morfológicas. En este caso el valor es 22.
- 4) Cálculo del valor máximo de diversidad: calcular cual sería el valor máximo de diversidad si se registraran todas las categorías morfológicas durante el monitoreo. En este caso sería 12, porque hay 12 categorías morfológicas.
- 5) Cálculo del valor máximo de ocurrencia: calcular cual sería el valor máximo de cobertura si se registraran todas las categorías morfológicas en todas las estaciones de monitoreo. En este caso, el valor se calcula multiplicando las 12 categorías por las 6 estaciones de monitoreo en las que podrían aparecer. El valor resultante es 72.
- 6) Cálculo del valor máximo de cobertura: multiplicar el valor máximo de diversidad por el valor máximo de ocurrencia. En este caso  $12 \times 72$  sería 864.
- 7) Cálculo del valor específico de cobertura en forma de porcentaje: multiplicar el valor obtenido en riqueza por ocurrencia, en este caso  $7 \times 22 = 154$ , y calcular el porcentaje al que corresponde respecto al valor máximo de cobertura anteriormente calculado, en este caso  $154 \times 100 / 864 = 17.18\%$
- 8) Evaluar a que puntaje de la escala de valores corresponde el porcentaje obtenido. En este caso correspondería al puntaje 1, menor al 30%, lo cual se asocia a una diversidad de cobertura pobre y dispersa.

## ANEXO 5

### Tablas utilizadas en el campo para el registro de los indicadores durante la aplicación del protocolo en el Parque Nacional Revillagigedo

Se elaboraron 3 tablas considerando la forma en la que se repartieron los indicadores entre los observadores durante la aplicación del protocolo en el PNR (ver Cuadro 5 como referencia). La Tabla 1 sirve para el registro de los indicadores asignados al observador 2 relacionados con los datos generales e indicadores asociados con el criterio 'Seguridad' además del indicador 'Formaciones geológicas' del criterio 'Atractivo'. La Tabla 2 sirve para el registro de los indicadores de los criterios 'Atractivo' y 'Resiliencia', asignados a los observadores 3 y 4 y relacionados con la riqueza, abundancia y comportamiento de peces, especies emblemáticas y otras especies de interés. La Tabla 3, sirve para el registro de los indicadores relacionados con el tipo de fondo de los criterios 'Atractivo' y 'Resiliencia' asignados al observador 5. También se incluyen el resto de los indicadores asociados con la 'Resiliencia' de un sitio de buceo tales como

*Copia del Cuadro 5 como referencia sobre la distribución de indicadores entre 5 observadores:*

Datos e Indicadores		1	2	3	4	5
Datos generales	Elaboración de mapa	X				
	Descripción del recorrido		X			
	Datos generales		X			
Criterio Seguridad	1.8. Profundidad		X			
	1.9. Corriente en superficie		X			
	1.10. Corriente de fondo		X			
	1.11. Mar de fondo		X			
	1.12. Oleaje		X			
	1.13. Grado de exposición		X			
	1.14. Distancia al área de evacuación más cercana		X			
Criterio Atractivo	2.1. Riqueza de peces óseos			X		
	2.2. Riqueza de especies emblemáticas				X	
	2.3. Riqueza de otras especies de interés				X	
	2.4. Abundancia de especies emblemáticas solitarias				X	
	2.5. Cardúmenes de peces óseos				X	
	2.6. Formaciones geológicas		X			
	2.7. Cobertura sustrato					X
	2.8. Visibilidad	X	X			
	2.9. Percepción del observador/a	X	X	X	X	X
Criterio Resiliencia	3.1. Estaciones de limpieza de especies emblemáticas				X	
	3.2. Comportamientos clave de especies emblemáticas				X	
	3.3. Densidad de organismos sésiles frágiles					X
	3.4. Vulnerabilidad a potenciales impactos derivados del anclaje					X
	3.5. Otros factores de impacto ecológico					X

**INDICADORES OBSERVADOR 2**

DATOS GENERALES			SEGURIDAD		
Localidad			1.1. Profundidad		
Fecha		Hora:	1.2. Corriente en superficie	(m/5min)	
Nombre del observador/a			1.3. Corriente de fondo	1) Fuerte: <i>exige agarrarse</i>	
Nombre del sitio				2) Moderada: <i>natación enérgica</i>	
Posición (GPS)				3) Suave: <i>natación leve</i>	
Referencias visuales				4) Nula: <i>no hay corriente</i>	
			1.4. Mar de fondo	1) Fuerte: <i>exige agarrarse</i>	
				2) Moderada: <i>natación enérgica</i>	
				3) Suave: <i>natación leve</i>	
		4) Nula: <i>no hay mar de fondo</i>			
Número de buzos			1.5. Oleaje	(m)	
Temperatura		Termoclina:	1.6. Grado de exposición		
Tiempo			1.7. Visibilidad	(m)	
			1.8. Distancia sitio evacuación		

**NOTAS ADICIONALES SOBRE EL RECORRIDO DE BUCEO:**

CRITERIO ATRACTIVO		
<b>Formaciones geológicas</b> Indicador 2.7	1) Ausentes	
	2) No determinante	
	3) Determinante	
	4) Única y determinante	
Descripción:		

Caracterización y selección de sitios de buceo Parque Nacional Revillagigedo

INDICADORES OBSERVADORES 3 Y 4

RIQUEZA PECES ÓSEOS	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	

25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	

AGRUPACIONES PECES (>100) <i>Incluir grupos peces limpiadores (&gt;10)</i>		Nº
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

OTRAS ESPECIES DE INTERÉS <i>Pulpos, nudis, langostas, rayas de fondo, caballito, lenguado, tortugas, atunes</i>		Nº
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

ESPECIES EMBLEMÁTICAS <i>(ind o grupos)</i>	Nº	Talla	COMPORTAMIENTOS CLAVE <i>(Descanso, Alimentación, Cortejo, Crianza, Limpieza)</i>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

**INDICADORES OBSERVADOR 5**

GRUPOS	CATEGORÍAS	ESPECIES <i>Voluntario</i>	Min 5	Min 10	Min 15	Min 20	Min 25	Min 30	Min 35	Min 40	DIVER SIDAD	OCURR ENCIA	IND/ MIN
<b>CORALES PÉTREOS</b>	Ramificado												
	Columnar o Lobulado												
	Masivo												
	Incrustante o folioso												
	Solitario												
	Copa o vaso												
<b>OCTOCOR ALES</b>	Arbustivo o Digitiforme												
	Abanico												
<b>ESPONJAS</b>	Incrustantes												
	Globulares												
<b>TOTAL</b>													

PERCEPCIÓN POST-INMERSIÓN		NOTA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
<b>PROMEDIO</b>		

IMPACTO ECOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
Daño mecánico	
Corales blanqueados o enfermos	
Sedimentación	
Residuos sólidos o líneas de pesca	
Otros	

INDICADOR 2.9	DIVER SIDAD	OCURR ENCIA	TOTAL
Valor máximo			
Valor específico			
<b>AREA PARA ANCLAJE</b>			

## ANEXO 6.

### Participantes de la expedición

A continuación, se presenta la lista de participantes de la expedición en la que se aplicó el protocolo de caracterización y selección de sitios para el buceo recreativo en el Parque Nacional Revillagigedo. Para cada participante se indica su nombre, la empresa o institución a la que representa, el cargo en esa empresa y el número de observador según los indicadores que le fueron asignados durante la expedición. En el Cuadro 5 de la Parte 2 de este informe se pueden consultar los indicadores o tipo de datos que tuvieron que tomar cada uno de los observadores.

Nombre participante	Institución	Cargo	Grupo	Observador/a
Carlos Paul Vargas	CONANP	Guardaparque	1	2
Osvaldo Hernandez	CONANP	Guardaparque	1	5
Nathaniel Rivera	CONANP	Guardaparque	2	5
Celina Andén	Nautilus	Guía de buceo	2	Guía
Enrique López	Sun Rider	Guía de buceo	2	1
Marco Antonio Serrano	Quino	Guía de buceo	1	4
Adrián Pila	El Quetzal	Guía de buceo	1	1
Diego Herralvez	El Valentina	Guía de buceo	2	2
Paul Preciado	ECO	Biólogo Marino	2	3
Alberto Rocha	ECO	Biólogo Marino	1	3
Armando Abreu	X Dive MX	Guía de buceo	1	Guía
Marta Cambra	Independiente	Bióloga marina y capacitadora	2	4

## ANEXO 7.

### Riqueza de peces óseos registrada

Lista de especies de peces óseos (Indicador 2.1) registrada por buceo y sitio para evaluar el indicador 2.1 del criterio 'Atractivo' llamado 'Riqueza de peces'. Los sitios presentados son: Tres Hermanos (TH), Dedos de Lava (DL), Zoológico (ZO), Punta Ortolán (PO), Old Man of the Rock (OMR), El Acuario (AC), El Barquito (BA), Bahía Cornwallis (BC), Bajo Grayson (BG), Extensión Old Man (EO), Cabo Henslow (CH), Bahía Universidad (BU).

ESPECIES	SAN BENEDICTO				SOCORRO							
	TH	DL	ZO	PO	OMR	AC	BA	BC	BG	EOM	CH	BU
<i>Abudefduf troschelii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Acanthocybium solandri</i>	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Acanthurus nigricans</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acanthurus triostegus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Alphestes immaculatus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aluterus monoceros</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Aluterus scriptus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Anisotremus interruptus</i>	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Arothron meleagris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aulostomus chinensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Azurina hirundo</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Balistes polylepis</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bothus mancus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Calotomus carolinus</i>	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
<i>Cantherhines dumerilii</i>	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Canthigaster punctatissima</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carangoides orthogrammus</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>Caranx caballus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Caranx lugubris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Caranx melampygus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cephalopholis colonus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cephalopholis panamensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Chaetodon humeralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
<i>Ctenochaetus marginatus</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Decapterus macarellus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>Diodon holocanthus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diodon hystrix</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Elagatis bipinnulata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Epinephelus clippertonensis</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Epinephelus labriformis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Euthynnus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Fistularia commersonii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Forcipiger flavissimus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Gnathanodon speciosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Gymnomuraena zebra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gymnothorax castaneus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax flavimarginatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnothorax flavimarginatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Halichoeres adustus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Halichoeres chierchiae</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ESPECIES	SAN BENEDICTO				SOCORRO							
	TH	DL	ZO	PO	OMR	AC	BA	BC	BG	EOM	CH	BU
Halichoeres dispilus	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Halichoeres insularis	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Halichoeres nicholsi	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
Halichoeres notospilus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Heteropriacanthus cruentatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Holacanthus clarionensis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Holacanthus passer	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Johnrandallia nigrirostris	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
Kyphosus sectatrix	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lutjanus novemfasciatus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lutjanus viridis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Microspathodon dorsalis	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mulloidichthys dentatus	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Myripristis berndti	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Myripristis leiognathos	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Nicholsina denticulata	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
Novaculichthys taeniourus	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
Oligoplites saurus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ophioblennius steindachneri	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ostracion meleagris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oxycirrhites typus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prionurus punctatus	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Remora remora	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Rypticus nigripinnis	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sarda orientalis	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Scarus compressus	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
Scarus ghobban	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
Scarus rubroviolaceus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scuticaria tigrina	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Seriola lalandi	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Stegastes flavilatus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stegastes leucorus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Stegastes redemptus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Sufflamen verres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thalassoma grammaticum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Thalassoma lucasanum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Thalassoma virens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Thunnus albacares	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Xanthichthys mento	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Zanclus cornutus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL ESPECIES</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>27</b>	<b>47</b>

## ANEXO 8.

### Riqueza y abundancia de especies emblemáticas, de otras especies de interés y de cardúmenes de peces óseos

Riqueza y abundancia de especies emblemáticas (Indicadores 2.2 y 2.4), de otras especies de interés (Indicador 2.3) y de cardúmenes de peces óseos (Indicador 2.5) registrada en los sitios de buceo evaluados en Isla San Benedicto e Isla Socorro. Los sitios presentados son: Tres Hermanos (TH), Dedos de Lava (DL), Zoológico (ZO), Punta Ortolán (PO), Old Man of the Rock (OMR), El Acuario (AC), El Barquito (BA), Bahía Cornwallis (BC), Bajo Grayson (BG), Extensión Old Man (EO), Cabo Henslow (CH), Bahía Universidad (BU).

ESPECIES EMBLEMÁTICAS			SAN BENEDICTO										SOCORRO										TOTAL					
Grupo	Especie	Nombre común	TH		DL		ZO			PO		OMR		AC		BA		BC		BG		EOM		CH		BU		
			B1	B2	B1	B2	B1	B2	B3	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1		B2	B1	B2	B1	B2
Rayas	<i>Manta birostris</i>	Manta gigante		3	1			3	2	2	3	3		1	2							1		3	2			26
Tiburones	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Tiburón puntas plateadas	2	1			9		1	1	2	8	3	2	1		1			10	3	3	3	5	2		2	59
	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón sedoso																									0	
	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Tiburón de galápagos	1		4	1		1				2	3					10	7	11	14	6	6	1	1	1	13	82
	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón gambuso																5		1	1	2					9	
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón punta negra										1				3											4	
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiburón tigre								1	1														1		3	
	<i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo común	1	1					2																		4	
	<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena																									0	
	<i>Triaenodon obesus</i>	Tiburón puntas blancas	11	10	3	1	10	11	16	12	7	8	8	8	9	1	2	7	2	4	1	7		4	6	3	3	154
Delfines	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella										4												9	2		15	
Ballenas	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada																									0	
ABUNDANCIA POR BUCEO			15	15	8	2	22	14	21	17	13	22	16	12	10	1	6	22	9	26	19	19	18	16	11	4	18	
RIQUEZA POR SITIO			4	4	3	2	3	3	4	4	4	4	5	3	2	1	3	3	2	4	4	5	3	6	4	2	3	

OTRAS ESPECIES DE INTERÉS			SAN BENEDICTO										SOCORRO										TOTAL					
Grupo	Especie	Nombre común	TH		DL		ZO			PO		OMR		AC		BA		BC		BG		EOM		CH		BU		
			B1	B2	B1	B2	B1	B2	B3	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1		B2	B1	B2	B1	B2
Rayas	<i>Dasyatis brevis</i>	Raya látigo diamante							1	1	2	3											2	1	2		1	13
	<i>Hypanus logus</i>	Raya látigo coluda	1												2	1						4	2		1	2		13
	<i>Narcine entemedor</i>	Raya eléctrica gigante			2			1	1	2					13	1	1	1	1			1				2		26
Peces óseos	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo							2					1			1	2									6	
	<i>Bothus mancus</i>	Lenguado Inquieto																								1	1	
	<i>Thunnus albacares</i>	Atún aleta amarilla										1															1	
Tortugas marinas	<i>Chelonia mydas agassizi</i>	Tortuga negra	1						2	3	1													2			9	
Langostas	<i>Panulirus penicillatus</i>	Langosta de Revillagigedo	22	15	7	1	11	4		3		5						1		1			3			1	74	
Morenas	<i>Scuticaria tigrinus</i>	Morena tigre		1															1				1				3	
	<i>Gymnotorax castaneus</i>	Morena verde		1			1																				2	
Nudibranchios	<i>Doriprismatica sedna</i>	Diosa de puntas rojas																1									1	
RIQUEZA TOTAL			3	3	1	2	1	2	2	5	3	4	0	1	0	2	2	3	3	3	0	2	4	1	3	4	1	
ABUNDANCIA TOTAL			24	17	7	3	11	5	2	9	7	10	0	1	0	15	2	3	3	4	0	5	8	1	5	6	1	

CARDÚMENES DE PECES		SAN BENEDICTO										SOCORRO										TOTAL					
Especie	Nombre común	TH		DL		ZO			PO		OR		AC		BA		BC		BG		EOR		CH		BU		
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B3	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1		B2	B1	B2	B1	B2
<i>Euthynnus lineatus</i>	Barrilete	100	500																								600
<i>Lutjanus viridis</i>	Pargo azul dorado			100																							100
<i>Decapterus macarellus</i>	Macarela caballa					300					500	400					200										1400
<i>Sarda chilensis</i>	Bonito							500																			500
Jurel ojón	<i>Caranx sexfasciatus</i>								300			100															400
<i>Thunnus sp.</i>	Atún										500																500
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	Chivato												300														300
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	Pez loro bicolor																	300									300
TOTAL		1	1	1	0	1	0	1	1	0	2	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	

## ANEXO 9.

### Resultados de la evaluación de la diversidad de cobertura del sustrato

Resultados obtenidos para el Indicador 2.7 del criterio 'Atractivo'. Para cada sitio se muestra el cuadro resumen con las categorías morfológicas registradas por parada. A partir de los datos de presencia ausencia se calcula la diversidad y ocurrencia con las que se calcula el índice de diversidad y extensión de las categorías morfológicas según la metodología ejemplificada en el Anexo 4. La última tabla representa el resumen final de la diversidad y ocurrencia registrada por categoría morfológica y sitio.

TRES HERMANOS																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
CORALES PÉTREOS	Ramificados			1	1	1	1	1				1	1	1	1	4	3
	Masivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	6	5
	Incrustante o folioso											1		1	0	1	0
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo								1					0	1	0	1
	Abanico		1										1	0	1	0	2
ESPONJAS	Incrustantes													0	0	0	0
	Globular	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	6	5
<b>TOTAL</b>														4	5	17	16
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		48	
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>														4*17 = 68/3.84 = 17.7%			
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														5*16 = 80/3.84 = 20.8%			

DEDOS DE LAVA																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
CORALES PÉTREOS	Ramificados		1	1	1		1	1				1	1	1	1	3	4
	Masivo	1	1			1		1				1	1	1	1	4	2
	Incrustante o folioso		1											0	1	0	1
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo													0	0	0	0
	Abanico													0	0	0	0
ESPONJAS	Incrustantes			1		1				1				1	0	3	0
	Globular				1		1	1		1		1	1	1	1	3	3
<b>TOTAL</b>														4	4	13	10
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		48	
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>														4*13 = 52/3.84 = 13.5%			
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														4*10 = 40/3.84 = 10.4%			

EL ZOOLOGICO																										
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5			Min 10			Min 15			Min 20			Min 25			Min 30			Diversidad			Ocurrencia			
		B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1	1			1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Masivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Incrustante o folioso		1																			1		0	1	0
	Vaso																							0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo																							0	0	0
	Abanico			1																			1	0	0	1
ESPONJAS	Incrustantes																							0	0	0
	Globular	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>TOTAL</b>																			3	4	4	17	15	15		
<b>VALOR MÁXIMO</b>																			8			48				
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>																			3*17 = 51/3.83 = 13.3%							
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>																			4*15 = 60/3.84 = 15.6%							
<b>ÍNDICE BUCEO 3</b>																			4*15 = 60/3.84 = 15.6%							

PUNTA ORTOLÁN																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2		
CORALES PÉTREOS	Ramificados			1	1	1								1	1	2	1
	Masivo	1												1	1	1	0
	Incrustante o folioso			1	1	1								1	1	2	1
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo													0	0	0	0
	Abanico				1									0	1	0	1
ESPONJAS	Incrustantes													0	0	0	0
	Globular		1	1	1			1	1					1	1	2	3
<b>TOTAL</b>													4	5	7	6	
<b>VALOR MÁXIMO</b>													8		48		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>													4*7 = 28/3.20 = 7.29%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>													5*6 = 30/3.84 = 7.81%				

OLD MAN OF THE ROCK																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2		
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	6
	Masivo	1	1	1	1	1	1		1		1			1	1	3	5
	Incrustante o folioso							1		1				1	0	2	0
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo	1						1		1			1	1	1	3	1
	Abanico				1	1				1	1		1	1	1	2	3
ESPONJAS	Incrustantes													0	0	0	0
	Globular	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	5	5
<b>TOTAL</b>													6	5	20	20	
<b>VALOR MÁXIMO</b>													8		48		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>													4*7 = 28/3.20 = 8.7%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>													3*6 = 40/3.84 = 13.9%				

ACUARIO																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2		
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	6
	Masivo		1					1		1	1	1	1	1	1	2	4
	Incrustante o folioso	1		1		1							1	1	0	4	0
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo			1				1						1	0	2	0
	Abanico													0	0	0	0
ESPONJAS	Incrustantes				1									0	1	0	1
	Globular	1	1		1						1	1	1	1	1	3	4
<b>TOTAL</b>													5	4	18	15	
<b>VALOR MÁXIMO</b>													8		48		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>													5*18 = 90/3.84 = 23.4%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>													4*15 = 60/3.84 = 15.6%				

BAHÍA CORNWALLIS																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2		
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1				1	1					1	1	2	3
	Masivo	1					1	1						1	1	1	2
	Incrustante o folioso		1	1										1	1	1	1
	Vaso													0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo													0	0	0	0
	Abanico													0	0	0	0
ESPONJAS	Incrustantes										1			0	1	1	0
	Globular		1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	5	4
<b>TOTAL</b>													4	5	10	10	
<b>VALOR MÁXIMO</b>													8		48		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>													4*10 = 40/3.84 = 10.4%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>													5*10 = 50/3.20 = 15.6%				

BAJO GRAYSON																		
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia		
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	4	
	Masivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	2	
	Incrustante o folioso		1		1										0	1	0	2
	Vaso														0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo														0	0	0	0
	Abanico											1			0	1	0	1
ESPONJAS	Incrustantes														0	0	0	0
	Globular	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4
<b>TOTAL</b>														3	5	14	13	
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		40		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>														3*14 = 42/3.20 = 13.1%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														5*13 = 65/3.20 = 20.3%				

EXTENSIÓN OLD MAN																		
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia		
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	
	Masivo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	4	
	Incrustante o folioso										1		1		1	0	2	0
	Vaso														0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo			1											1	0	1	0
	Abanico														0	0	0	0
ESPONJAS	Incrustantes	1													1	0	1	0
	Globular	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	3
<b>TOTAL</b>														6	3	21	13	
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		48		
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>														6*21 = 126/3.84 = 32.8%				
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														3*13 = 39/3.84 = 10.2%				

CABO HENSLow																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
CORALES PÉTREOS	Ramificados				1				1		1		1		1		4
	Masivo								1		1				1		2
	Incrustante o folioso												1		1		1
	Vaso														0		0
OCTOCORALES	Arbustivo														0		0
	Abanico														0		0
ESPONJAS	Incrustantes														0		0
	Globular		1		1		1		1		1		1		1		6
<b>TOTAL</b>														0	4	0	13
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		48	
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														4*10 = 40/3.84 = 13.5%			

BAHÍA UNIVERSIDAD																	
GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	Min 5		Min 10		Min 15		Min 20		Min 25		Min 30		Diversidad		Ocurrencia	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	1				1	1	1		1			1	1	2	4
	Masivo										1				1		1
	Incrustante o folioso												1		1		1
	Vaso																
OCTOCORALES	Arbustivo																
	Abanico																
ESPONJAS	Incrustantes																
	Globular																
<b>TOTAL</b>														1	3	2	6
<b>VALOR MÁXIMO</b>														8		48	
<b>ÍNDICE BUCEO 1</b>														1*2 = 2/3.84 = 0.52%			
<b>ÍNDICE BUCEO 2</b>														3*6 = 18/3.84 = 4.69%			

## ANEXO 10.

### Tablas resumen de la diversidad de cobertura (Indicador 2.7 del criterio Atractivo) y de la densidad de organismos sésiles frágiles (Indicador 3.3 del criterio Resiliencia)

Tablas resumen finales para el Indicador 2.7 y el Indicador 3.3. En la primera tabla se muestra el resumen de la diversidad y ocurrencia de las categorías morfológicas por sitio de buceo. En la segunda tabla se muestra la suma de la extensión de las colonias o individuos de coral pétreo u octocoral registrados durante los 2 buceos de evaluación realizados. Los sitios presentados son: Tres Hermanos (TH), Dedos de Lava (DL), Zoológico (ZO), Punta Ortolán (PO), Old Man of the Rock (OMR), El Acuario (AC), El Barquito (BA), Bahía Cornwallis (BC), Bajo Grayson (BG), Extensión Old Man (EO), Cabo Henslow (CH), Bahía Universidad (BU).

GRUPOS	CATEGORÍAS MORFOLÓGICAS	TH		DL		EZ		PO		OMR		EA		EB		BC		BG		EOM		CH		BU		TOTAL		
		D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D	O	D
CORALES PÉTREOS	Ramificados	1	7	1	7	1	11	1	3	1	11	1	13	1	9	1	5	1	9	1	12	1	4	1	6	12	8.08	
	Masivo	1	11	1	6	1	16	1	1	1	8	1	6	1	9	1	3	1	7	1	9	1	2	1	1	12	6.58	
	Incrustante o folioso	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	12	1.83
	Vaso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OCTOCORALES	Arbustivo	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5	0.83	
	Abanico	1	2	0	0	1	1	1	1	1	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	0.83	
ESPONJAS	Incrustantes	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	0.5	
	Globular	1	11	1	6	1	18	1	5	1	10	1	7	1	3	1	9	1	8	1	9	1	6	0	0	11	7.67	
<b>TOTAL</b>		6	33	5	23	5	47	5	13	6	40	6	33	5	25	5	20	5	27	6	34	4	13	3	8			

GRUPOS	ESPECIES	TH	DL	EZ	PO	OMR	EA	EB	BC	BG	EOM	CH	BU	TOTAL
CORALES PÉTREOS	<i>Pavona gigantea</i>	1.60	1.90	0.00	0.05	0.10	0.00	3.40	0.80	0.40	0.00	0.00	0.00	8.25
	<i>Pavona duerdeni</i>	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
	<i>Pavona varians</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	2.55
	<i>Pocillopora elegans</i>	4.45	4.25	2.75	1.45	26.80	26.35	4.25	4.00	10.45	17.00	2.10	3.15	107.00
	<i>Pocillopora meandrina</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
	<i>Porites panamensis</i>	3.75	1.90	2.15	1.40	1.70	5.85	0.35	2.20	2.05	2.50	0.20	0.05	24.10
	<i>Porites lobata</i>	24.25	3.30	18.90	0.00	9.85	13.30	9.70	2.30	16.00	9.50	4.60	0.30	112.00
	<i>Porites lutea</i>	0.70	3.20	3.75	0.25	4.00	0.00	2.35	0.00	0.00	3.30	0.00	0.00	17.55
	<i>Psammocora spp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Psammocora stellata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
	<i>Myxilla incrustans</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
OCTOCORALES	<i>Eugorgia wilkei</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Muricea arbustiva</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Muricea austera</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.80	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.50
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.20	0.00	0.00	0.00	0.50	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15
	<i>Pacificorgia agassizii</i>	1.35	0.00	0.30	0.10	2.25	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	4.35
<b>COBERTURA</b>		36.70	14.55	27.85	3.25	45.80	46.75	21.70	9.30	31.55	33.40	6.90	3.50	
<b>DIVERSIDAD</b>		8.00	5.00	5.00	5.00	8.00	5.00	8.00	4.00	6.00	6.00	3.00	3.00	

## GALERÍA DE IMÁGENES



Old Man of the Rock. Créditos: Armando Abreu



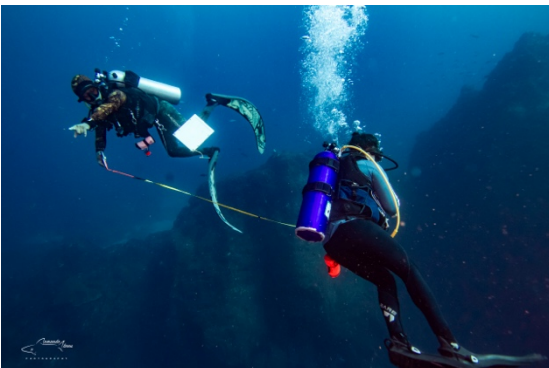
Old Man of the Rock. Créditos: Armando Abreu



Old Man of the Rock. Créditos: Armando Abreu



Old Man of the Rock. Créditos: Marta Cambra



Aplicación protocolo Grupo 1. Créditos: Armando Abreu



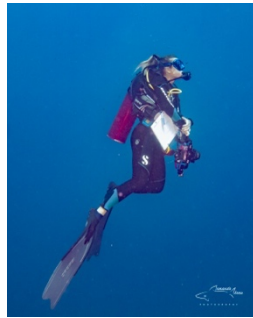
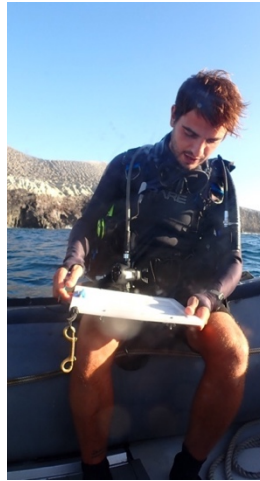
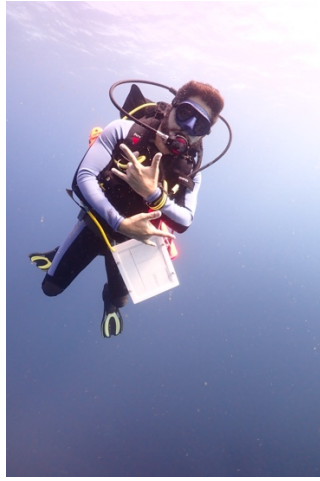
Aplicación protocolo Grupo 1. Créditos: Armando Abreu



Aplicación protocolo Grupo 1. Créditos: Armando Abreu



Aplicación protocolo Grupo 1. Créditos: Armando Abreu



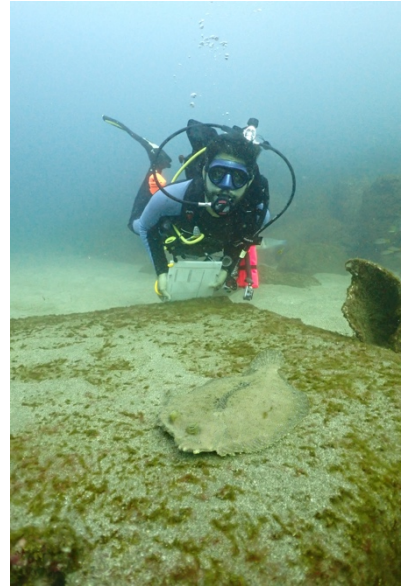
Aplicación protocolo Grupo 2. Créditos: Marta Cambra



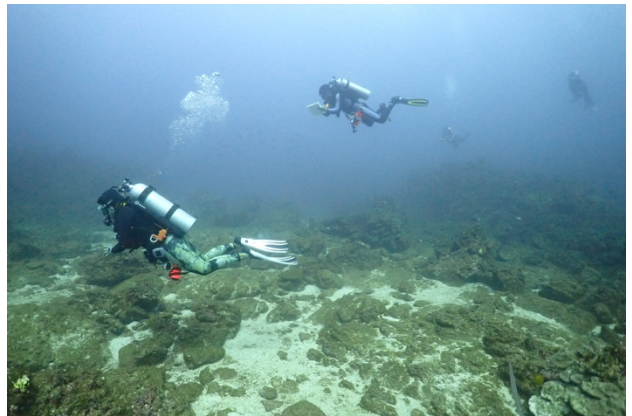
Punta Ortolán. Créditos: Marta Cambra



El Barquito. Créditos: Marta Cambra



Aplicación del protocolo en El Barquito por el Grupo 2. Créditos: Marta Cambra



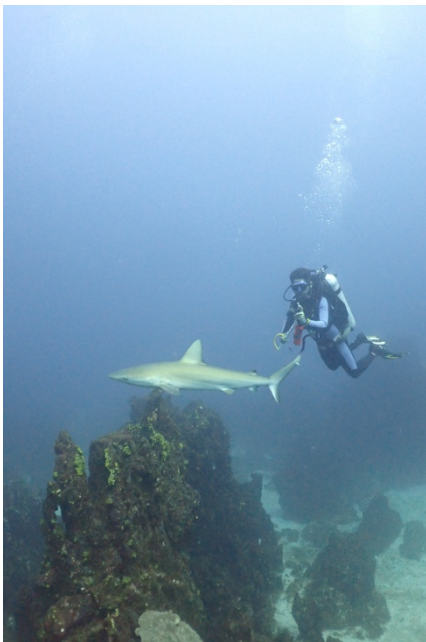
Aplicación del protocolo en El Acuario por el Grupo 2. Créditos: Marta Cambra



Grupo 1 en el Zoológico. Créditos: Armando Abreu



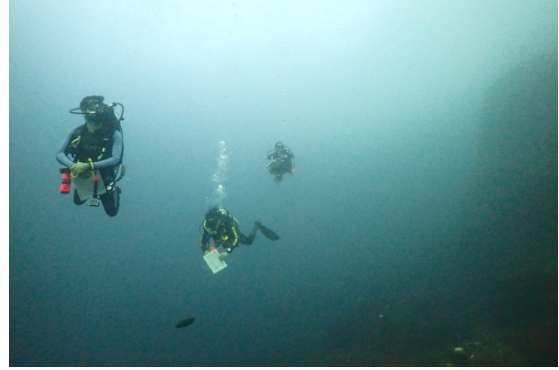
Grupo 1 en Extensión Old Man. Créditos: Armando Abreu



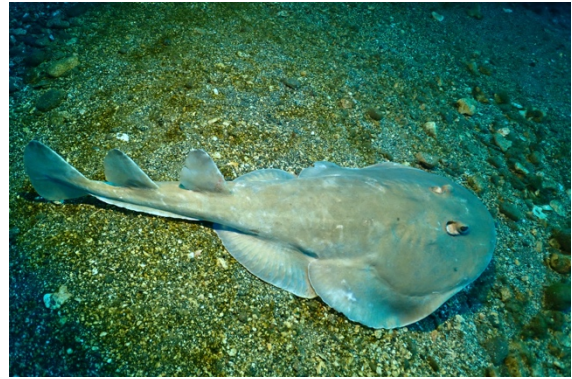
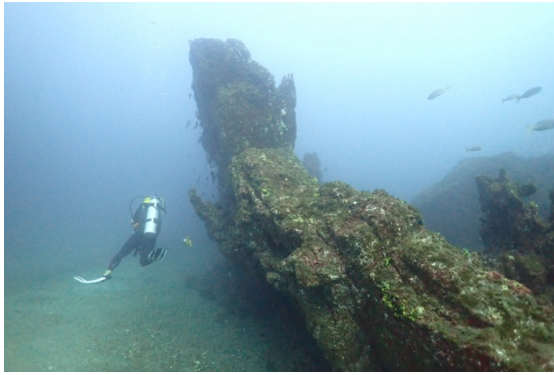
Bajo Grayson. Créditos: Marta Cambra (izquierda), Armando Abreu (derecha)



Bahía Cornwallis. Créditos: Marta Cambra



Cabo Henslow. Créditos: Marta Cambra



Bahía Universidad. Créditos: Marta Cambra



Fotos animales avistados. Créditos: Armando Abreu