

## Reporte del Crucero de Investigación Vaquita 2023

Armando Jaramillo-Legorreta<sup>1</sup>, Andrea Bonilla-Garzón<sup>2</sup>, Gustavo Cardenas-Hinojosa<sup>1</sup>, Edwyna Nieto<sup>1</sup>, Barbara L. Taylor<sup>3</sup>, Sarah Mesnick<sup>4</sup>, Annette Henry<sup>4</sup>, Laura Sánchez-Alós<sup>2</sup>, François Van Sull<sup>5</sup> Cormac Booth<sup>6</sup>, Len Thomas<sup>7</sup>

1 CONANP, Dirección Regional Península de Baja California y Pacífico Norte,

C/o CICESE, Camper 10, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, Ensenada, BC 22860

2 Sea Shepherd Science Department, Sea Shepherd Conservation Society

3 Independent researcher

4 Southwest Fisheries Science Center, 8901 La Jolla Shores Drive, La Jolla, CA 92037

5 Fleet Comms Manager, Sea Shepherd Conservation Society

6 SMRU Consulting, St Andrews, Scotland

7 Centre for Research into Ecological and Environmental Modelling, University of St Andrews, St Andrews, Scotland

### Resumen ejecutivo

Dos embarcaciones (Seahorse y Sirena de la Noche), con un grupo de científicos cuya experiencia combinada en el estudio de los mamíferos marinos suma unos 400 años, recorrieron el norte del Golfo de California con la esperanza de encontrar y seguir vaquitas marinas, el mamífero marino más raro del planeta. La búsqueda de estas pequeñas y escurridizas marsopas contó con la ayuda de un equipo de científicos mexicanos, que utilizaron detectores acústicos para determinar dónde se encontraban las vaquitas en las horas previas a la búsqueda de animales en el mar. Los 17 días de búsqueda visual, entre el 10 y el 26 de mayo de 2023, se centraron en las aguas de la Zona de Tolerancia Cero (ZTA) y sus alrededores, conocida por ser el reducto de las últimas vaquitas marinas. El equipo logró obtener 61 detecciones acústicas y 16 avistamientos. Utilizando un método llamado Elicitación de Expertos, estimamos que los avistamientos incluyeron 1 a 2 crías y que había un 76% de probabilidad de que el número total de animales avistados, incluidas las crías, estuviera entre 10 y 13 individuos. Dado que la búsqueda fue en una pequeña porción del área histórica de distribución de la vaquita, la estimación de 10 a 13 individuos se considera el número mínimo de vaquitas que quedan en la población actual. Este cálculo es aproximadamente el mismo que el de octubre de 2021. Todos los individuos avistados en 2023 se veían sanos.

El periodo del estudio cambió de fechas, respecto a 2021, que ocurrió en octubre. Ahora se llevó a cabo en mayo, en virtud de que las predicciones indicaron que el número de días ventosos sería menor en este mes. Este es el primer crucero de observación para localizar vaquitas en primavera. Hubo 10 días en que los vientos se consideraron lo suficientemente bajos como para avistar y rastrear vaquitas, en contraste con los 4 y 5 días que ocurrieron en 2019 y 2021 respectivamente. De los 16 avistamientos realizados durante las tres semanas del crucero, hubo 3 identificaciones fotográficas en 3 días consecutivos en los que se vio a la misma

madre y su cría. En 5 de los 16 avistamientos se obtuvieron tanto fotografías como imágenes de vaquitas con drones.

Se presume que las crías tenían pocos meses de nacidas en mayo. Dado que no vimos ninguna cría durante la primera semana de estudio, el esfuerzo se desplazó a las aguas al norte de la ZTC, con el razonamiento de que las madres y las crías podrían refugiarse en las aguas menos profundas que caracterizan a esa porción del Alto Golfo de California. Además, los datos acústicos habían detectado sistemáticamente vaquitas a lo largo del borde noroeste de la ZTC (Figura 1). Los cruceros que ocurrieron en otoño, en los años anteriores, se vieron obstaculizados por el elevado número de redes de agalleras largadas en la ZTC y sus alrededores. La actividad pesquera tiende a ser mucho menor en mayo y el número de redes en el agua fue bajo, justo fuera de la ZTC, y no se observaron redes en su interior. La escasa actividad pesquera, justo al noroeste de la ZTC, permitió realizar un estudio eficaz de esta área, que hasta entonces no había sido extensamente estudiada. La figura 2 muestra los trayectos de los dos barcos y los lugares donde se observaron vaquitas. Fuimos capaces de rastrear 7 grupos de animales durante más de 30 minutos. Los puntos amarillos en el mapa incluyen los sitios en los que en un mismo grupo fue avistado en repetidas ocasiones. La cantidad de tiempo en que fue posible observar y detectar acústicamente vaquitas fue mayor que en años anteriores, cuando había un gran número de embarcaciones usando redes agalleras dentro de la ZTC. Aunque no se observó actividad de pesca con redes dentro de la ZTC, durante el crucero, sí se observó regularmente en el área al noroeste, donde también se avistaron vaquitas.

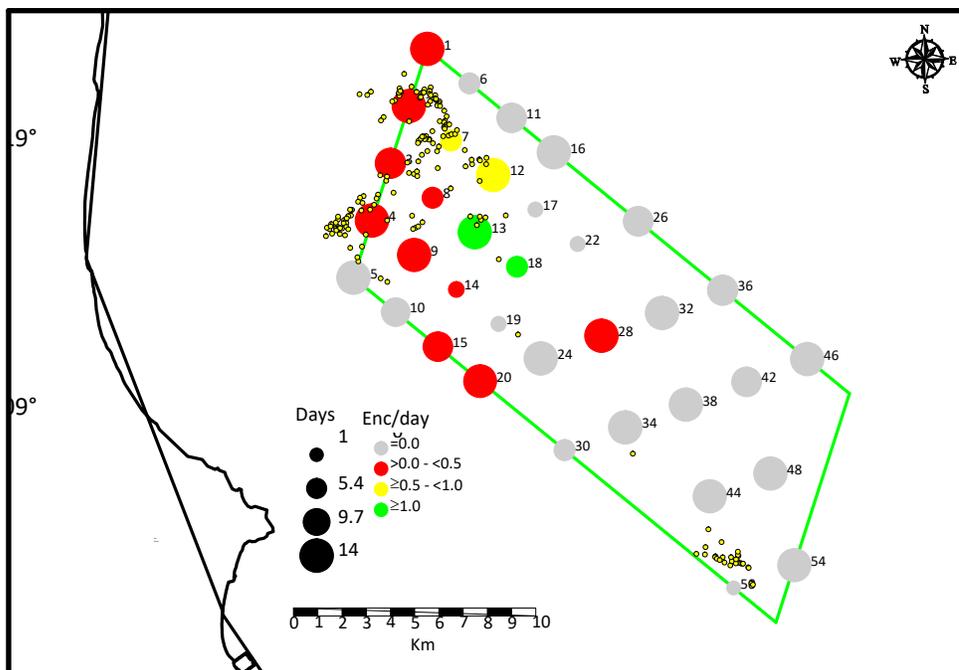


Figura 1. Síntesis de las tasas de detección acústica de vaquitas durante el crucero. El número de días de esfuerzo de muestreo está representado por el tamaño de los círculos y el color indica la

tasa de detección (ver la leyenda en el mapa). Los pequeños puntos amarillos son lugares donde se vieron vaquitas. Los grupos de puntos amarillos representan múltiples ocasiones en que un grupo de vaquitas fue avistado. La ZTC está delineada en verde y el puerto de San Felipe es el pequeño cuadrado en la parte inferior de la figura.

Ocho personas de San Felipe fueron instruidos respecto a los métodos de muestreo visual y tuvieron la oportunidad de hacer observaciones desde ambos barcos, con prismáticos de mano. Estos aprendices fueron muy entusiastas, y tuvieron la oportunidad de avistar vaquitas. Este grupo podría formar un buen equipo en el futuro con un mayor entrenamiento, por tal, recomendamos que se hagan los esfuerzos para que científicos con experiencia en vaquitas los entrenen en la utilización de binoculares tipo *Big eyes* (25 X) para futuros cruceros. Debido a la escasa abundancia de la vaquita, y el problema de localizarlas, también recomendamos que el grupo sea entrenado en la observación de mamíferos marinos y foto identificación de individuos en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, así como en la observación de marsopas en las zonas donde estos cetáceos son comunes.

En agosto pasado, la Armada Mexicana colocó 193 bloques de concreto con varillas de 3m de altura terminadas en ganchos, diseñados para atrapar redes de enmalle. Aunque se desconoce la razón exacta por la que no se observaron embarcaciones pescando con redes agalleras dentro de la ZTC, la explicación más sencilla es que los bloques de hormigón y los ganchos son efectivos en su efecto disuasorio, aunado a los esfuerzos de colaboración de la Armada mexicana y de Sea Shepherd Conservation Society (SSCS), para retirar a los pocos pescadores que se aventuran a usar redes dentro de la ZTA. La aparente disminución de más del 90% de la presencia de pangas y redes de enmalle dentro de la ZTC, último reducto de la vaquita es probablemente el paso más significativo dado hasta la fecha para salvar a la especie. Es importante que SSCS ha estado monitoreando la ZTC, desde Enero del 2023, usando un sonar de última tecnología para revisar las redes enredadas en los ganchos (Figura 3) aun así solamente una red ha sido encontrada, la cual fue removida parcialmente por la SSCS en cooperación con la Armada de México. La presencia relativamente alta de vaquitas en áreas no protegidas, justo fuera de la ZTC, es un indicativo de la urgencia con la que el Gobierno de México debe considerar la ampliación de esta zona y la instalación de más bloques de concreto en estas áreas, antes de la próxima temporada de pesca que comienza en septiembre.

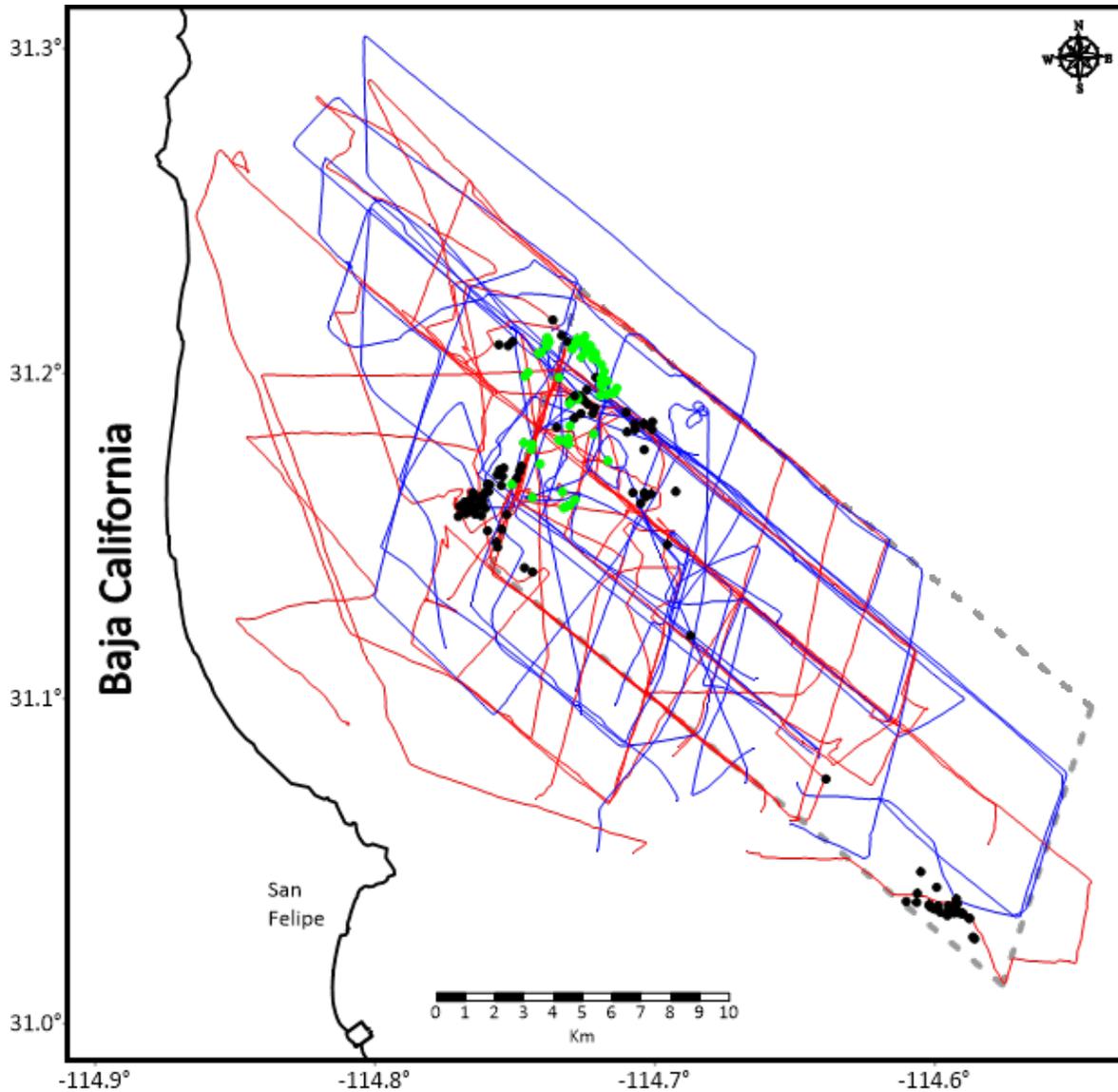


Figura 2. Trayectos recorridos por el Seahorse (azul) y el Sirena de la Noche (rojo) durante el crucero de observación 2023. Los puntos pequeños indican las ubicaciones donde las vaquitas fueron vistas: verdes para las hembras con crías y negros para los demás tipos de grupo. Los puntos agrupados son las múltiples ubicaciones donde un mismo grupo fue avistado y seguido por algún tiempo. Los bordes de la ZTC están marcados con una línea punteada en gris y el muelle de San Felipe se señala con un cuadro negro en la base del mapa.

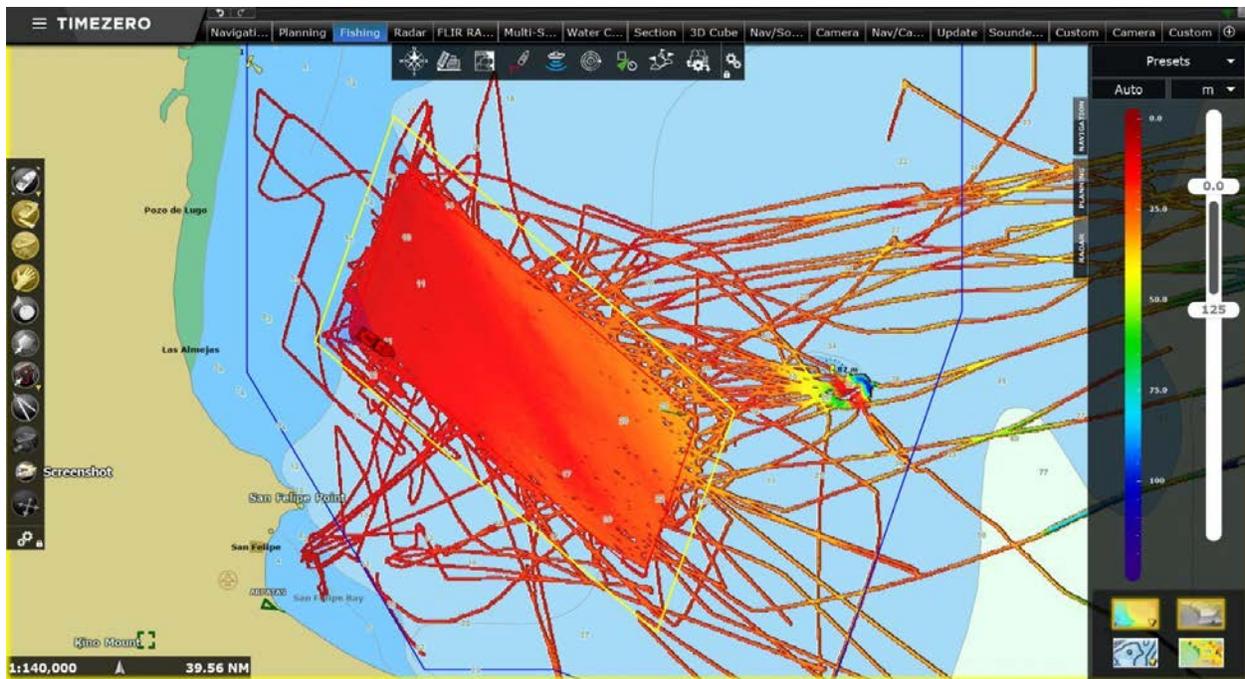


Figura 3. Las líneas rojas muestran donde el Sonar de barrido lateral fue usado. El área de la ZTC está totalmente cubierta porque el objetivo ha sido buscar por redes fantasma enredadas en los ganchos de los bloques de concreto. El rectángulo amarillo muestra la zona de amortiguamiento usada para cuantificar la presencia de embarcaciones de pesca cerca al ZTC. La línea azul muestra los bordes del refugio de la Vaquita marina.

## Reporte Principal

### Introducción

La disminución del número de vaquitas ha sido bien documentada. En el primer crucero para cubrir toda el área de la distribución de la vaquita, se utilizaron métodos visuales con transectos lineales, (Jaramillo-Legorreta et al. 1999). Esta investigación hizo patente la dificultad de avistar a esta especie debido al tamaño pequeño del grupo, a su conducta poco conspicua en la superficie y a la evasión de las embarcaciones que llevan a cabo la prospección de la población. Con ello, las imprecisiones de las estimaciones de abundancia suscitaron la preocupación por la detección oportuna de posibles disminuciones en la abundancia de la especie (Taylor y Gerrodette, 1997). Por lo que se desarrollaron métodos de monitoreo acústico para aumentar la precisión de la estimación tanto de la abundancia como de las tendencias en la abundancia (Jaramillo-Legorreta et al. 2017), y se utilizó una combinación de métodos visuales y acústicos para estimar la abundancia de la vaquita en 2008 (Gerrodette et al., 2011) y 2015 (Taylor et al., 2016). El monitoreo acústico indicó que la población de la vaquita siguió disminuyendo rápidamente, alrededor del 50%/año, hasta 2018 (Jaramillo-Legorreta et al. 2019).

Sin embargo, en años recientes se ha dificultado tanto el monitoreo acústico como los métodos de transectos visuales. Algunos o varios pescadores han comenzado a retirar los dispositivos

acústicos (CPOD) utilizados para registrar los chasquidos de la vaquita. Los datos registrados en cada dispositivo se pierden, y es costoso reemplazar los CPODs robados. A menos que se aplique la prohibición de pesca con redes agalleras y se detenga el robo de equipos, la monitorización acústica no podrá coleccionar datos como se ha hecho en el pasado. Los métodos visuales de transectos lineales se enfrentan a un problema diferente. El número de vaquitas es ahora tan bajo que el número de avistamientos no es suficiente para estimar los parámetros necesarios. Si se llevara a cabo un crucero de transectos lineales utilizando el mismo barco que en estudios anteriores (el R/V David Starr Jordan/Ocean Starr), sería posible realizar una estimación de la abundancia con relativamente pocos avistamientos, porque la probabilidad de detección es conocida para este barco. Sin embargo, fletar este barco y contratar observadores experimentados durante el tiempo necesario sería costoso, alrededor de \$3.000.000 de dólares. A menos que se disponga de esos fondos, el tamaño de la población de vaquitas de 2023 no puede estimarse utilizando métodos de transectos lineales.

Frente a estas dificultades, los investigadores de la vaquita recurrieron a la foto identificación, que requiere de fotografías de alta calidad para identificar individualmente a las vaquitas. La foto identificación de las vaquitas comenzó en 2008 (Jefferson et al. 2009). Los esfuerzos oportunistas se reanudaron en 2017 durante el proyecto VaquitaCPR (Rojas-Bracho et al. 2019). En septiembre de 2018 un crucero dedicado a foto identificación, produjo la primera evidencia de que las vaquitas podrían producir crías anualmente (Taylor et al. 2019) y mostró que un mínimo de 6 animales sanos permaneció en una pequeña área cerca de San Felipe, BC. Esta estimación de abundancia mínima fue el número de animales vistos simultáneamente y fue influyente en la estimación de abundancia para ese año (Jaramillo-Legorreta et al. 2019).

En 2019 se realizaron dos breves cruces, centrados en la identificación fotográfica (ver Reporte [aquí](#)). No se pudieron obtener coincidencias fotográficas de individuos, dentro del año que permitieran una estimación de la abundancia. En 2020 se financió un esfuerzo de Elicitación de Expertos (EE) para estimar mejor el número observado de crías individuales únicas y de vaquitas individuales únicas (incluyendo adultos, jóvenes y posibles crías) durante el crucero de 2019 (Rojas-Bracho et al. 2019c).

En 2021 se realizó un estudio similar (Rojas-Bracho et al. 2022). Los resultados publicados de estos estudios indican que las vaquitas marinas ya no están disminuyendo en un 50% al año como se estimó anteriormente, sino que sólo pueden estar disminuyendo ligeramente, si es que lo hacen. Ambos estudios se llevaron a cabo en octubre y tuvieron sólo de 4 a 5 días de calma adecuados para avistar vaquitas marinas.

El periodo del estudio cambió de fechas, respecto a 2021, que ocurrió en octubre. Ahora se llevó a cabo en mayo, en virtud de que las predicciones indicaron que el número de días ventosos sería menor en este mes. La estrategia básica de utilizar la acústica para sugerir áreas en las que centrar el esfuerzo de avistamiento y la Elicitación de Expertos para interpretar los datos de avistamiento fue la misma, pero no se dispuso de 2 embarcaciones mayores. El uso de una embarcación grande con *Big eyes* (binoculares de alta potencia 25X), y un barco más

pequeño para ayudar en el seguimiento de las vaquitas y apoyar el trabajo de fotografía ya había sido eficaz en el pasado y fue la elección para este estudio.



Figura 4. El Seahorse con la tripulación en la proa y el equipo de observación en la cubierta del puente. En el fondo, el Sirena de la noche con la tripulación y el equipo de observación en la proa.

El estudio incorporó un componente de capacitación para introducir a aprendices, de San Felipe, interesados en los métodos de estudio utilizados en ambas embarcaciones (Figura 5). El personal de la Marina y de la CONANP observaron las operaciones de prospección y ayudaron en las comunicaciones con los buques de la Marina en la zona, así mismo ayudaron en la recuperación de algunos detectores acústicos que se habían soltado de las amarras (Figura 5). Durante la segunda semana, representantes de los medios de comunicación se unieron al estudio.



Figura 5. De izquierda a derecha: Andrea Bonilla (blusa Aguamarina) explicando el uso de los *Big eyes* a los aprendices, Personal de la Marina y buscando vaquitas junto con el observador Bob Pitman, La embarcación de la CONANP *capitán Paco* buscando por equipo acústico perdido. Foto tomada por Jesus Zatarain, Director de la Reserva de la Biosfera de Alto golfo de California y Delta del Rio Colorado.

## Métodos

Al igual que en los cruceros recientes, la ubicación de los detectores acústicos fue utilizada para guiar los transectos del esfuerzo visual (Anexo 1). Los datos acústicos apuntaron a que muy probablemente las vaquitas se encontraban en la Zona de Tolerancia Cero (ZTC), dónde el esfuerzo de muestreo se concentró en 2019 y 2021. En 2023 también se llevó a cabo esfuerzo de búsqueda en áreas próximas, pero afuera de la ZTC, dónde hubo avistamientos en 2017 pero no ha habido esfuerzo acústico debido a la pérdida de equipos. La velocidad de crucero fue de 4 a 6 nudos. Ambos barcos siguieron transectos paralelos, separados entre 2 y 4 Km, de tal suerte que si se avistaban vaquitas, los barcos podían convergir para hacer fotografías. Los observadores se alojaron en casas y eran transportados en pangas a las embarcaciones Seahorse o Sirena en el sitio dónde iniciaban los transectos de ese día. Las pangas salían se la marina de San Felipe a las 4:30 am.

Debido a que las vaquitas son tan difíciles de detectar, es crítico que científicos muy experimentados participen tanto en la parte visual como acústica del estudio. El personal del componente acústico incluyó a: Armando Jaramillo-Legorreta, Edwyna Nieto, Gustavo Cárdenas y un equipo de pescadores que instalaban los detectores acústicos y además transportaban al equipo de observadores al Seahorse. El personal del equipo visual incluyó a: Andrea Bonilla, Barbara Taylor, Jay Barlow, Robert Pitman, Lisa Ballance, Sarah Mesnick, Ernesto Vazquez, Sergio Martinez, Pamela Martinez, Dawn Breese, Chris Hoefler, Felipe Triana and Anna Hall. Este equipo tiene más de 400 años de experiencia acumulada como biólogos profesionales.

El crucero del 2023 utilizó dos embarcaciones (the M/V Seahorse con una altura de 7.57m y el M/V Sirena de la Noche con una altura de 4.62m). A diferencia de los cruceros del 2019 y 2021, que utilizaron 2 embarcaciones con binoculares *Big eyes* (25X), La Sierna de la Noche (de ahora en adelante *Sirena*) no era lo suficientemente estable para usar *Big eyes*, por lo que los observadores utilizaron binoculares de mano. Las mejores fotografías de vaquitas, se hicieron en 2008 desde una embarcación parecida a La Sirena. La estrategia en 2023 fue la de buscar vaquitas desde ambas embarcaciones, pero una vez que se tenía un avistamiento el barco grande con *Big eyes* y con mejor capacidad de rastrear a las vaquitas, era el que guiaba a la Sirena, que es menos ruidoso y más maniobrable, para que se acercara a los animales e intentaran hacer fotografías desde ahí. La tripulación del Sea Shepherd Conservation Society (SSCS) incluyó a un piloto de drones experto que se paraba junto a los observadores que habían visto a las vaquitas y recibía las indicaciones de donde estaban para poder obtener videos de los animales.

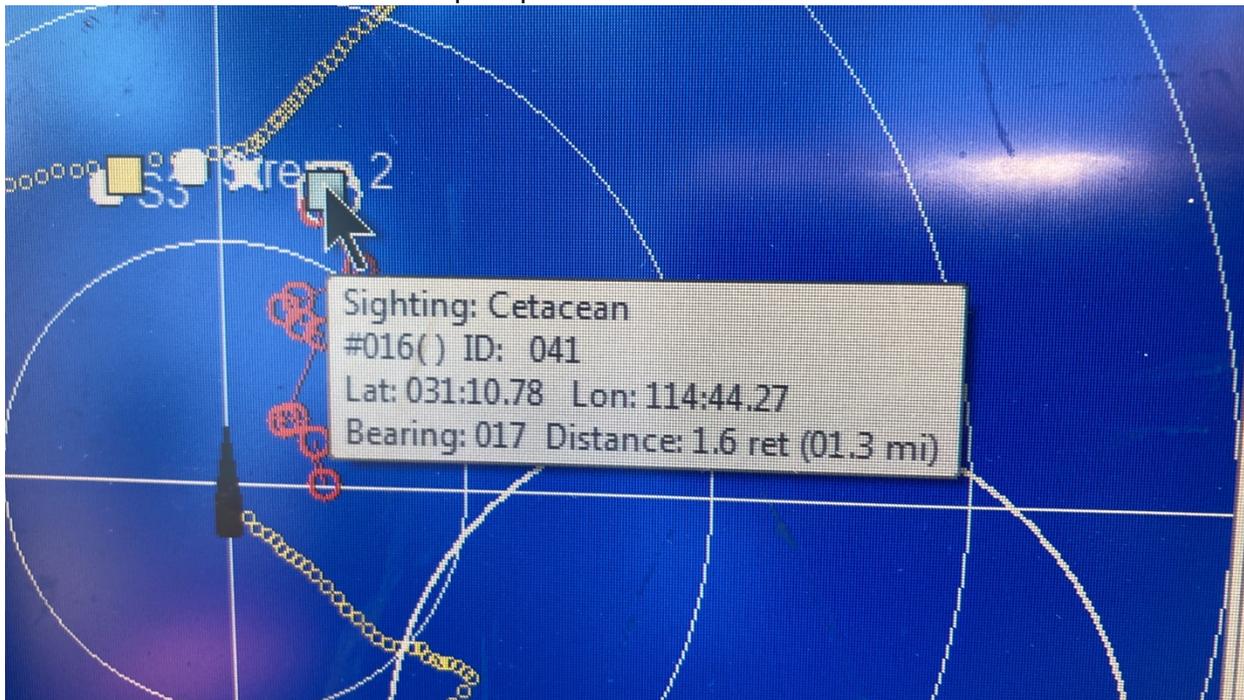


Figura 6. Captura de Pantalla del avistamiento 16. La figura negra en el centro representa la posición del Seahorse con su ruta mostrada en círculos amarillos. El patrón de la madre con cría se muestra en círculos rojos con la última posición mostrada donde el cursor apunta y descrita en el cuadro de texto. La sirena está ubicada en el cuadrado amarillo. Cada línea concéntrica blanca representa una milla náutica (1.85 km)

El Seahorse estaba equipado con 3 pares de binoculares big-eye Fujinon prestados por el Southwest Fisheries Science Center, de la U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration. El esfuerzo visual fue llevado a cabo por 8 investigadores a bordo de este barco, que fue una plataforma muy estable para mantener a los *Big eyes* estables aún con mar de fondo de 1m, algo fundamental para llevar a cabo la búsqueda de vaquitas. Los datos fueron registrados en el software WinCruz, que permite ubicar en un mapa los avistamientos de los animales para rastrearlos mejor y cuando era posible fotografiarlos. La ubicación de los avistamientos también provee información sobre la velocidad de nado entre los avistamientos del mismo día. Esto permite determinar si las observaciones son de los mismos animales que se avistaron previamente o si son individuos “individuos nuevos”.

Los cuatro investigadores a bordo de la Sirena utilizaron binoculares de mano Fujinon 7X, con compás integrado y retículas para poder obtener el ángulo y a distancia del avistamiento, los cuales eran anotados en formatos en papel y en un derrotero de registro de avistamientos. Adicionalmente, los avistamientos se registraban en un GPS que además registraba la ruta del barco.

Dos investigadores del personal del SSCS, a bordo del Seahorse, registraron cada hora, utilizando el radar, binoculares y el dron, el número de embarcaciones pescando dentro de la ZTC y en una área de amortiguamiento alrededor de la ZTC. Estos datos están disponibles públicamente en el portal del SSCS Operación Milagro.

Para el ejercicio de Elicitación de Expertos (EE), se les requirió a todos los expertos llevar un curso de entrenamiento en línea de 3 horas. Durante el crucero, cada avistamiento era descrito con detalle en un Dossier de Evidencias. Se llevaron a cabo, de manera regular, reuniones del grupo para discutir los avistamientos y verificar que el Dossier tuviera todos los datos relevantes. La EE fue facilitada por expertos de la Universidad de Saint Andrews, en Escocia, quienes también facilitaron la elicitación en 2019 y 2021, y se llevó a cabo el 31 de mayo por Zoom durante 4 horas. Los expertos, de manera independiente, asignaron “probs”(valores de probabilidad de ocurrencia) a dos preguntas: (i) ¿Cuál es el número de crías únicas observadas? (ii) ¿Cuál es el número total de vaquitas (crías incluidas) únicas avistadas? A cada experto se le solicitó dar su razonamiento verbalmente. Posteriormente, podían cambiar sus asignaciones si durante las discusiones cambiaban lo que creían. Posteriormente, los facilitadores compilaban las distribuciones independientes en una sola distribución y lideraban la discusión hacia una distribución de consenso, que el grupo creía podría ser convincente para el Rational Impartial Observer (Observador Racional Imparcial-RIO). Una descripción completa de este método viene en Rojas-Bracho et al. (2022).

### **Resultados.**

El esfuerzo visual fue guiado por actualizaciones regulares provistas por los datos acústicos indicando las zonas de detección de Vaquitas (Anexo 2). El 11 de mayo fue el primer día de esfuerzo visual y se hicieron cuatro avistamientos en la mitad norte de la ZTC. Típicamente, las

vaquitas sólo se pueden observar bajo condiciones de mar muy calmadas (Beaufort 0-2 y vientos menores a 7 nudos). Las condiciones climáticas en mayo consistieron en noches y mañanas (temprano) calmadas, seguidas de vientos que aumentaban en la tarde. En algunos días, cuando se tuvieron vientos bajos en la mañana y por la tarde, los vientos eran más altos al medio día. Como resultado de esto, en virtud de que el equipo visual no pasaba la noche en el barco, algunas de horas de observación se llevaron a cabo bajo condiciones de 3 y 4 en la escala de Beaufort. Se pudieron avistar los animales bajo esas condiciones, pero rastrearlos fue muy difícil. La Figura 7 muestra los transectos codificados bajo las condiciones del mar en la escala de Beaufort. Las distancias durante las observaciones, bajo diferentes condiciones del mar, se muestran en la tabla 1. Los archivos de datos crudos (llamados archivos DAS) están disponibles con Armando Jaramillo Legorreta, y también se mantiene una copia el en Southwest Fisheries Science Center.

Tabla 1. Distancias del esfuerzo visual para ambas embarcaciones bajo diferentes condiciones de Beaufort.

<b>Embarcación</b>	<b>Beaufort</b>	<b>Distancia (km)</b>
Seahorse	0	42.01
	1	146.53
	2	209.07
	3	157.80
	4	122.00
	5	5.64
	<b>TOTAL</b>	<b>683.04</b>
Sirena de la Noche	0	39.48
	1	162.16
	2	232.64
	3	150.22
	4	115.04
	5	3.47
	<b>TOTAL</b>	<b>703.00</b>
<b>TOTAL AMBAS EMBARCACIONES</b>		<b>1,386.04</b>

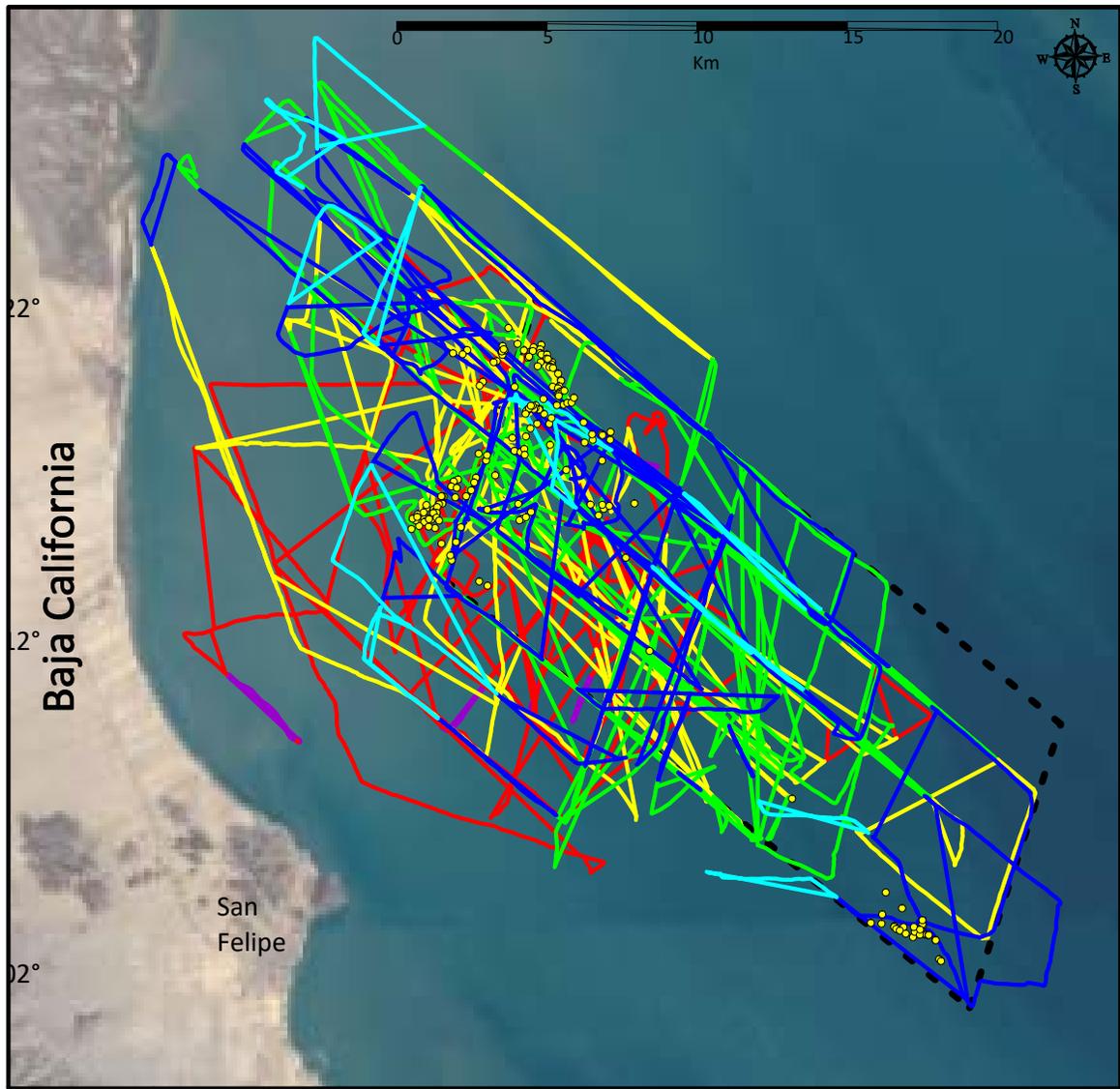


Figura 7. Todos los trayectos seguidos por Seahorse y Sirena de la Noche durante el crucero de vaquita 2023, bajo diferentes estados del mar en la escala de Beaufort (0=cyan, 1=azul, 2=verde, 3=amarillo, 4=rojo, 5=morado). Todas las ubicaciones de vaquitas observadas se muestran con puntos amarillo/negra. La ZTC se indica con la línea Negra punteada.

Ambas embarcaciones demostraron ser muy buenas para avistar vaquitas bajo buenas condiciones con un mar de fondo bajo. De los 16 avistamientos, 5 fueron hechos por ambas embarcaciones, 4 solo por Sirena y 7 por desde el Seahorse (Tabla 2, Figura 8). Los 16 avistamientos están descritos a detalle en el Dossier de Evidencia (Anexo 3). A los expertos se les proveyó con la información exacta en el Anexo 3 y se les solicitó dar su opinión de expertos en las dos preguntas mencionada anteriormente (Anexo 4).

Avsitamiento #	Fechas en mayo	Embarcación	Duración (minutos)	Fotos	Videos
1	11	Sirena	17	N	N
2	11	Both	46 (12)	Y	N
3	11	Sirena	1	N	N
4	11	Seahorse	1	N	N
5	15	Sirena	1	N	N
6	16	Both	52	N	N
7	16	Seahorse	101	Y	Y
8	19	Seahorse	1	N	N
9	20	Both	33	Y	Y
10	20	Both	15	Y	Y
11	20	Seahorse	81	Y	Y
12	21	Sirena	1	N	N
13	21	Seahorse	29	Y	Y
14	22	Seahorse	1	N	N
15	22	Seahorse	10	N	N
16	22	Both	89	Y	Y

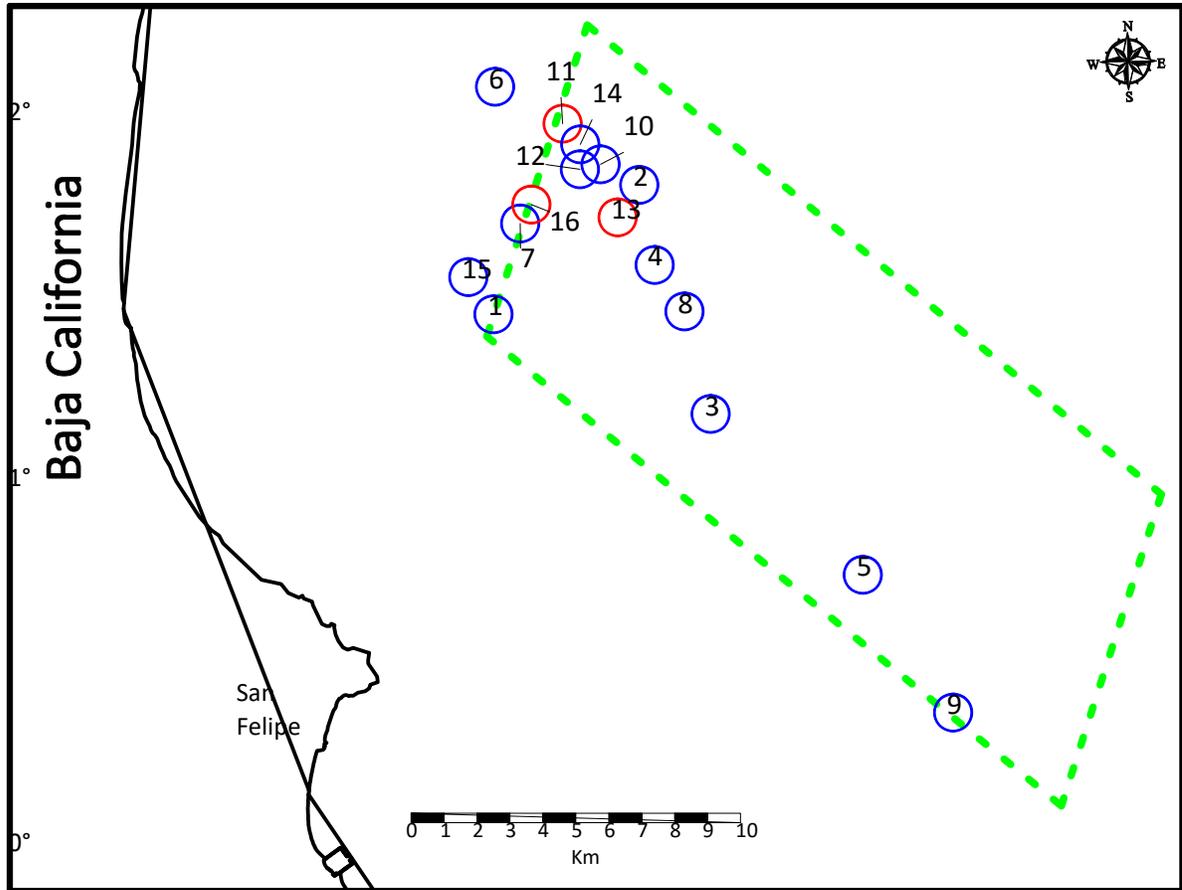


Figura 8. Todos los avistamientos (círculos de colores), sólo se muestra la localización inicial. Círculos rojos indican que había cría presente. Círculos azules avistamientos sin crías evidentes.

La figura 9 (abajo) muestra el porcentaje que los expertos consideraron dado las observaciones del número de crías presentes en los 16 avistamientos. La probabilidad de que hubiese una o dos crías fue similar sumando aproximadamente 90% de probabilidad, el restante 10% es la probabilidad de que se hubieran visto más de 2 crías.

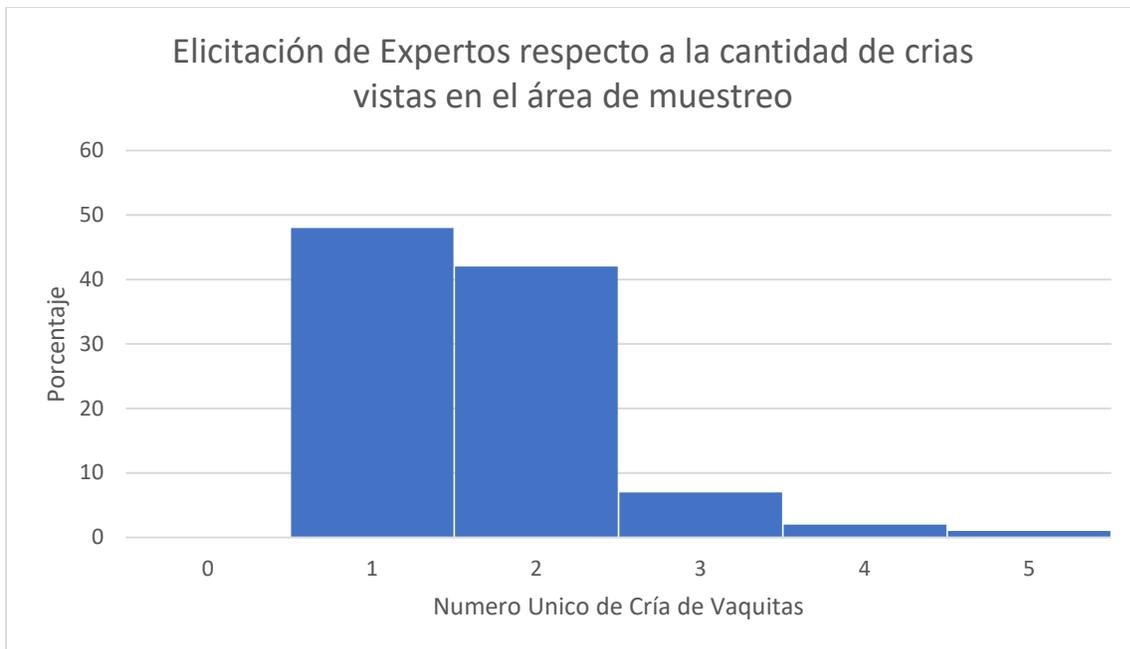


Figura 9. Porcentaje de probabilidad del número de crías en los 16 avistamientos.

La media estimada del número total de vaquitas vistas en los 16 avistamientos fue 10.6 con un 76% de confianza razonada (% of belief) de que se vieron entre 8 y 13 animales. Asimismo, hubo un 65% de confianza de que había por lo menos 10 animales (Figura 9).

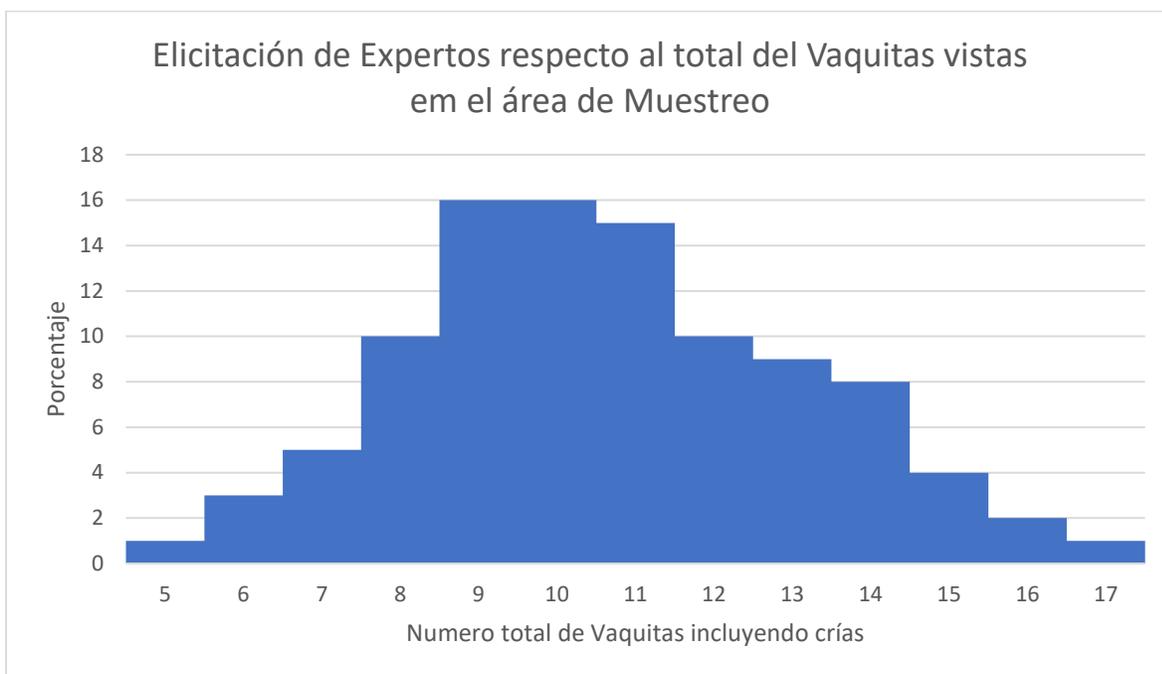


Figura 10. Porcentajes de confianza resultado de la elicitación de Expertos para el numero de vaquitas vistos en los 16 avistamientos dentro o cerca de la ZTC.

## Discusión

Después del crucero de investigación del año 2021, publicamos un artículo científico demostrando que las vaquitas estaban yendo mejor de lo esperado (Rojas-Bracho et al. 2022). El resultado más probable cuando se proyectó la disminución observada en 2018 es que la vaquita ya estaría extinta para este año. Otra noticia científica positiva viene del análisis genético, datos genómicos sugieren que las vaquitas son menos vulnerables a problemas genéticos que son conocidos por perjudicar a otras poblaciones pequeñas, ya que las vaquitas han sido 'raras' por más de 200.000 años (Robinson et al. 2022). Examinando muestras genéticas de los años ochenta al 2017 no se mostró diferencia en el nivel de diversidad genética. Observaciones desde 2018 sugieren que al menos 10 vaquitas permanecen en el ZTC. Datos acústicos también indican múltiples grupos de vaquitas detectados simultáneamente. Las vaquitas continúan teniendo crías robustas. Al observar la ausencia de redes agalleras en la ZTC y al ver las vaquitas saludables alimentándose sin ser perturbadas nos deja optimistas de que la especie no está condenada a continuar su disminución poblacional hasta la extinción, siempre y cuando las medidas de conservación continúen para proteger la especie de las redes agalleras.

La decisión de hacer el crucero en mayo en vez de en el otoño fue apropiada. Tener 11 días de esfuerzo, comparado con solo 4 o 5 fue probablemente el factor más influyente en ir de 7 avistamientos en 2021 a 16 en 2023. Sin embargo, la interpretación de los resultados del más reciente crucero es complicado porque muchos factores han cambiado (para bien). Es difícil decir con certeza si lo observado en 2023 fue diferente porque el crucero sucedió en otra época del año o si es porque ocurrieron cambios reales. Por ejemplo, fuimos capaces de observar vaquitas por periodos de tiempo más extensos en el 2023 en comparación con 2021. Esto se debe a que ¿los vientos fueron menos fuertes, alimentación es más exhaustiva en mayo, la perturbación de las vaquitas por actividades pesqueras fue menor?, o a que se utilizaron embarcaciones diferentes que en general se movían más despacio y ¿fueron menos molestas? Preguntas similares pueden preguntarse acerca de por qué las detecciones acústicas este mayo fueron más prolongadas que en el pasado. Solamente después de unos años haciendo campañas en esta época seremos capaces de responder estas preguntas con certeza. Podemos decir, con certeza que los animales parecían estar alimentándose y no ser molestados por nuestra presencia.

A diferencia de años pasados, la mayoría de los animales tenían aletas dorsales sin marcas aparentes, lo que hizo el proceso de foto identificación más complicado. Nuevamente esto puede ser el resultado de muchas circunstancias. Es plausible que individuos sin marcas son adicionados recientemente y no han sido expuestos a redes agalleras dentro de la ZTC como sucedía hace unos años. Posiblemente, los individuos más viejos y marcados vistos en 2018 y 2019 pueden estar en cualquier otro lugar en este mayo. Sin embargo, es plausible también y preocupante, que estos individuos con marcas características vistos en años pasados hayan muerto. De nuevo, esta pregunta solo puede ser respondida con más años de esfuerzo de monitoreo, así como también con expandiendo el área monitoreada. Sería muy valioso

expandir el monitoreo acústico en áreas afuera del ZTC, pero esto sólo se podría conseguir si el problema del robo de equipo se soluciona.

Nuestro éxito siguiendo animales este año indica que la identificación fotográfica y el método de captura-recaptura puede resultar factible en el periodo de mayo. Lentes más grandes (al menos 600mm) con un trípode estable podría mejorar considerablemente la nitidez de las fotografías. Recomendamos que sería viable un crucero de observación donde se utilice un par de *Big eyes* para encontrar animales y una cámara de alto poder estable para obtener fotografías. De ser exitoso, el nuevo equipo fotográfico podría ser usado en mayo. Si un buen número de fotografías obtenidas permiten la foto-identificación, un segundo esfuerzo, unos meses después, podría intentar hacer 'recapturas' de las vaquitas identificadas permitiendo hacer un estimado de abundancia con la metodología de captura-recaptura en el área de ZTC y aguas circundantes.

El uso de una embarcación mayor, estable y de una más pequeña, rápida, y probablemente más silenciosa funcionó bastante bien. Recomendamos que 3 pares de *Big eyes* con observadores experimentados y la estación de registro de datos debe ubicarse en frente del puente del Seahorse. Este arreglo permite la comunicación de todos los miembros del equipo más los oficiales y tripulación del puente. Un equipo en la cubierta arriba del puente podría usar binoculares manuales en una rotación regular. Esa cubierta, sin embargo, necesita algunas modificaciones de seguridad, en ambos la escalera y los barandales en el área del frente de la cubierta con el fin de ser usada de manera efectiva y segura.

Teniendo personal en entrenamiento observado la operación completa, incluyendo el ver vaquitas por sí mismo, fue un buen primer paso (Ver anexo 5 para más detalles). Todos los tres pares de *Big eyes* tuvieron que ser usados por observadores experimentados en el tiempo tan limitado que se tenía disponible para esta expedición. Si el Seahorse tiene su propio set de *Big eyes*, nuevos observadores locales podrían perfeccionar su uso en días con poco viento. Esto podría ser aún mejor si un observador experto, familiarizado con el protocolo de observación y el sistema de cómputo que se utiliza, como Ernesto Vásquez o Juan Carlos Salinas, pudieran ser contratados como entrenadores. Los observadores en entrenamiento también necesitarían obtener experiencia en el manejo de cámaras y en la adquisición de sus propias imágenes de mamíferos marinos. Tal entrenamiento, podría ser brindado en La Paz por varios observadores con gran experiencia como Sergio Martínez, Pamela Martínez, entre otros. El mejor entrenamiento para vaquitas, sin embargo, sería pasar tiempo observado y fotografiando marsopas comunes en la bahía de San Francisco o en Columbia Británica con Anna Hall.

La mayor mejora en ambos, la conservación de la vaquita y la posibilidad de buscar vaquitas fue la gran disminución en la actividad pesquera (Anexo 6). Si bien, parte de esto se debe a que mayo es el mes con menos pesquerías en la región, los datos de SSCS han mostrado una disminución mayor a 90% en la cantidad de pangas en el ZTC en los últimos meses. Probablemente esto es debido a la instalación de los bloques de concreto con ganchos que enredan redes además de la cooperación entre la SSCS y la Armada de México para reforzar la prohibición de redes agalleras en la ZTC. Aunque muchas personas pensaron que los ganchos

enredarían redes y convertirse en una nueva amenaza para la Vaquita, SSCS ha escrutado la ZTC desde enero con el más actualizado Sonar de barrido lateral, que ha revelado que este no ha sido el caso (Anexo 7). Esta es la noticia más alentadora de intervención humana para salvar vaquitas. Los resultados del crucero de observación 2023 proveen una clara evidencia de que este tipo de protección necesita ser extendida para cubrir la mayoría de área que las vaquitas que quedan usan mayoritariamente.

### **Literatura Citada**

D'Agrosa, C., C.E. Lennert and O. Vidal. 2000. Vaquita by-catch in Mexico's artisanal gillnets fisheries: driving a small population to extinction. *Conservation Biology* 14:1110-1119.

Jaramillo-Legorreta, A., G. Cardenas-Hinojosa, E. Nieto-Garcia, L. Rojas-Bracho, J. Ver Hoef, J. Moore, N. Tregenza, J. Barlow, T. Gerrodette, L. Thomas, and B. Taylor. 2016. Passive acoustic monitoring of the decline of Mexico's critically endangered vaquita. *Conservation Biology* 31: 183-191. Doi: 10.1111/cobi.12789

Jaramillo-Legorreta, A.M., G. Cardenas-Hinojosa, E. Nieto-Garcia, L. Rojas-Bracho, L. Thomas, J.M. Ver Hoef, J. Moore, B. Taylor, J. Barlow, N. Tregenza. 2019. Decline towards extinction of Mexico's vaquita porpoise (*Phocoena sinus*). *R. Soc. Open sci.* 6: 190598.

Jefferson, T.A., Olson, P.A., Kieckhefer, T.R., and L. Rojas-Bracho. 2009. Photo-identification of the vaquita (*Phocoena sinus*): the world's most endangered cetacean. *Lat. Am. J. Aquat. Mamm.* 7(1-2):53- 56.

Rojas-Bracho, L., F.M.D. Gulland, C. Smith, B. Taylor, R.S. Wells, P.O. Thomas, B. Bauer, M.P. Heide-Jørgensen, J. Teilmann, A. Jaramillo-Legorreta, G. Abel, A.J. Read, A. Westgate, K. Colegrove, F. Gomez, K. Martz, R. Rebolledo, S. Ridgway, T. Rowles, C.E. van Elk, J. Boehm, G. Cardenas-Hinojosa, R. Constandse, E. Nieto-Garcia, W. Phillips, D. Sabio, R. Sanchez, J. Sweeney, F. Townsend, S. Walker, J.C. Vivanco. 2019a. A field effort to capture critically endangered vaquitas (*Phocoena sinus*) for protection from entanglement in illegal gillnets. *Endangered Species Research* 38:11-27.

Rojas-Bracho, L., B. Taylor, A. Jaramillo-Legorreta, P. Olson, D. Ruiz, E. Hidalgo, T. Gerrodette, A. Henry. 2019b. Survey report for Vaquita Photographic Identification Research 2019. <https://iucn-csg.org/wp-content/uploads/2020/03/2020-Vaquita-Field-Report.pdf>

Rojas-Bracho, L., C. Booth, B. Taylor, L. Thomas, T. Gerrodette, A. Henry. 2019c. Report on using expert elicitation to estimate total unique vaquitas and calves in the Zero Tolerance Area with recommendations for future research efforts. <https://iucn-csg.org/wp-content/uploads/2021/04/Vaquita-Report-on-Using-Expert-Elicitation-Final.pdf>

Taylor, B. L. and T. Gerrodette. 1993. The uses of statistical power in conservation biology: the vaquita and the Northern Spotted Owl. *Conservation Biology* 7:489-500.

Taylor, B.L., L. Rojas-Bracho, J. Moore, A. Jaramillo-Legorreta, J. Ver Hoef, G. Cardenas-Hinojosa, E. Nieto-Garcia, J. Barlow, T. Gerrodette, N. Tregenza, L. Thomas, and P.S. Hammond. 2016. Extinction is imminent for Mexico's endemic porpoise unless fishery bycatch is eliminated. *Conservation Letters*. doi: 10.1111/conl.12331

Taylor, B.L., Wells, R.S., Olson, P.A., Brownell, R.L. Jr., Gulland, F.M.D., Read, A.J., Valverde-Esparza, F.J., Ortiz-Garcia, O.H., Ruiz-Sabio, D., Jaramillo-Legorreta, A.M., Nieto-Garcia, E., Cardenas-Hinojosa, G., and Rojas-Bracho, L. 2019. Likely annual calving in the vaquita, *Phocoena sinus*: A new hope? *Marine Mammal Science* DOI: 10.1111/mms.12595

### **Agradecimientos**

El equipo completo del crucero de observación Vaquita 2023 desea dedicar este crucero al Dr. Lorenzo Rojas-Bracho y reconocer su coraje y tenacidad en el liderazgo de los esfuerzos de conservación de la Vaquita. Desde 1990, Lorenzo ha trabajado para el Gobierno de México, y sus acciones alentaron a muchos a persistir en el objetivo de tener una población saludable de vaquita marina, así como una comunidad pesquera saludable. Aunque su empleo ha cambiado, Lorenzo siguió apoyando la conservación de la vaquita como asesor del crucero de observación. Nosotros honramos su labor, su empeño en su actividad y esperamos seguir trabajando juntos, vigorosamente para la recuperación de nuestra querida Vaquita marina.



Dr. Lorenzo Rojas-Bracho sosteniendo un modelo a escala de una cría de vaquita en frente de Rocas Consag, cerca al centro de la distribución histórica de la Vaquita.

Agradecemos a la CONANP por financiar los esfuerzos acústicos y a la Sea Shepherd Conservation Society por financiar los esfuerzos visuales. Agradecemos al *Southwest Fisheries Science Center* por prestar los binoculares *bigeyes* y el tiempo del personal involucrado en la planificación del crucero. Agradecemos a *Cetacean Action Treasury* y Kristin Nowell, por apoyar los esfuerzos acústicos. Nuestro agradecimiento al Almirante José Rafael Ojeda Durán, secretario de Marina por su compromiso y liderazgo. Gracias a Contralmirante CG. DEM. Marco Antonio Peyrot Solís (Comandante del Sector Naval de San Felipe, NAVFEL) por su apoyo con seguridad y logística del crucero. Gracias por su participación y apoyo a: Cap. Nav. CG. DEM. Julián Castillo Cepeda (Jefe de Grupo de Comando), Cap. Frag. CG. IM. Julio Montes de Oca Monterde (Jefe de la Sección de Operaciones, S-23), Cap. Frag. CG. Jorge Agustín Chávez García (Jefe de la Subsección de Planes y Organización Táctica), Tte. Frag. IM.P. Ricardo Pondigo Maravilla (Apoyo en la Operaciones), Tte. Frag. S.M.A.M. L. Biol. Verónica Acosta Chamorro (Abordo Seahorse), Tte. Corb. SCS. L. Com. Graf. Regina Rodríguez Quiroz ( Abordo Seahorse), 3er. Mtre. SAIN. Ofta. Sergio Israel Domínguez Trejo (Abordo Seahorse), 3er. Mtre. CG. T. Sub. Ismael Miranda Girón (Abordo Seahorse). A Jesús Zatarain, director de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y a su equipo por su apoyo con el papeleo y los esfuerzos a bordo durante el crucero: Iram García, Renzo Cisneros, César Angulo, Miriam Martínez, Martín Haro y Johan Arozamena. Agradecemos al Capitán Oscar González y a la tripulación de La Sirena

de la noche: Edgar Reyes y Ricardo Vázquez Montes. Gracias al extraordinario grupo de pescadores que realizan el trabajo de campo del componente acústico y transportaron observadores entre el puerto y las embarcaciones: Rafael Sánchez, Job Rafael Sánchez, José Luis Romero, Julio Rubio, Armando Castro, Javier López, José Martínez, Mario C., Enrique Romero, César Romero. Gracias a Valeria Stephanie Towns directora de Conservación de Pronatura Noroeste por sus consejos sobre la participación local. Gracias al entusiasmo y participación de los aprendices de San Felipe: Felipe Ignacio Rocha González, Mariana Edith Alcantar García, Nadia Edith Alcantar Fernández, Catalina Carpio Cota, Jessica Guadalupe Espinoza Higuera, Anabel Espinoza Higuera, Georgina Castro Proal, José Antonio Romero Soberanes y Amanda Avitia Avilia.

Nuestro agradecimiento al CEO de SSCS, Pritam Singh, y a la tripulación de Sea Shepherd del Seahorse: Capitanes Kerry Jühr y Octavio Carranza, y su tripulación: Vinicius Sena, Alejandro Guerrero, Muncko Kruize, Carlos Olivares, Zuriel Angel, Mathew Howson, Clinton Whiteman, Albert Faijermo, Ryan Bauer, Alejandro Alonso, Julia Stuart, Laura Sanchez, Heidy Martinez, Nuria Patiño, Christian Gómez, Sara Newton, Dan Soibelman, Nahum Bolver Flores, Ramón Bolver Flores, Daniel Robles, Darío Bernal, Manuel Saucedo, a la tripulación del Majo II: Bjorn Persson, Francois Van Sull y Brianna Peterson, y a la tripulación en tierra: Benjamín Artega, Angélica Carvajal-Prado y Jesús Crespo. Agradecemos la habilidad y atención del equipo visual: A. B., Ernesto Vázquez, Sergio Martínez, Pamela Martínez, Chris Hoefler, S. M., Lisa Ballance, Robert Pitman, Dawn Breese, B. T., Anna Hall y Jay Barlow. Apreciamos las habilidades y la persistencia del equipo acústico: A. J.-L., G. C. y E. N. Agradecemos a SMRU Consulting y a la Universidad de St. Andrews por su apoyo con el tiempo de C.B. y L.T., respectivamente. Y finalmente muchas gracias a Randy Reeves and Dawn Breese por editar el informe principal y los anexos a Lorenzo Rojas-Bracho, A.B. y A.J.L. por traducir el informe principal al español.