

Escuchando el océano en vivo: bioacústica marina, contaminación sonora y tecnología de monitoreo en tiempo real

Dra. Susannah Buchan

Investigadora Asociada, Centro COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción

Investigadora Asociada, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Coquimbo

Investigadora Invitada, Woods Hole Oceanographic Institution, EE.UU.

- Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento de Ruido, Lumínica y Olores
- SUBPESCA, SERNAPESCA y SHOA
- CONICYT
- WWF Chile
- Oficina de Investigación Naval de EEUU
- Dr. Iván Hinojosa, Universidad de la Santísima Concepción
- Dr. Mark Baumgartner, Woods Hole Oceanographic Institution
- Dr. Kate Stafford, Universidad de Washington
- Dr. Iván Pérez-Santos, Universidad de los Lagos
- Dr. Carlos Olavarría, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas
- Dr. Néstor Becerra, Universidad de Chile
- Dr. Rodrigo Hucke-Gaete, Universidad Austral de Chile
- Laura Gutiérrez, Camila Calderón, Nadin Ramírez, Oscar Pizarro, Renato Quiñones, Maritza Sepúlveda, Marcel Ramos, Giovanni Daneri, Barbara Galletti, Luke Rendell, ONG Centro Ballena Azul, Comprehensive Test Ban Treaty Organization, Universidad de St Andrews, y muchos mas...

Bioacústica

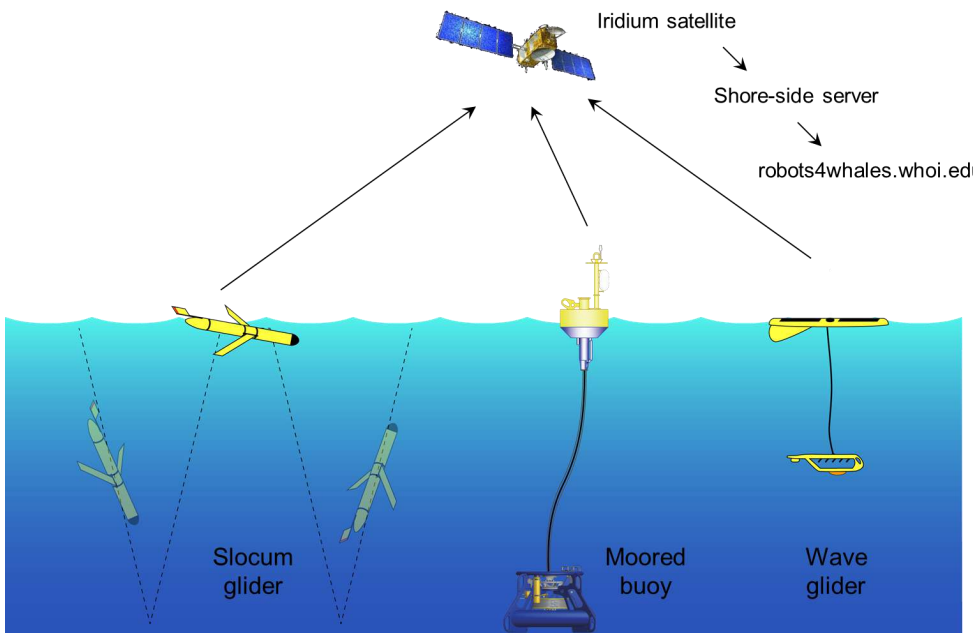
- La bioacústica: el estudio de sonidos biológicos
- El monitoreo acústico pasivo: el método que ocupamos para escuchar y grabar el paisaje acústico

Acústica pasiva	Acústica activa
Hidrófonos	Ecosondas
	Sonares
	Perfiladores de corrientes (ADCP), Perfiladores de zooplancton (AZFP)

Escuchando el Océano en Vivo

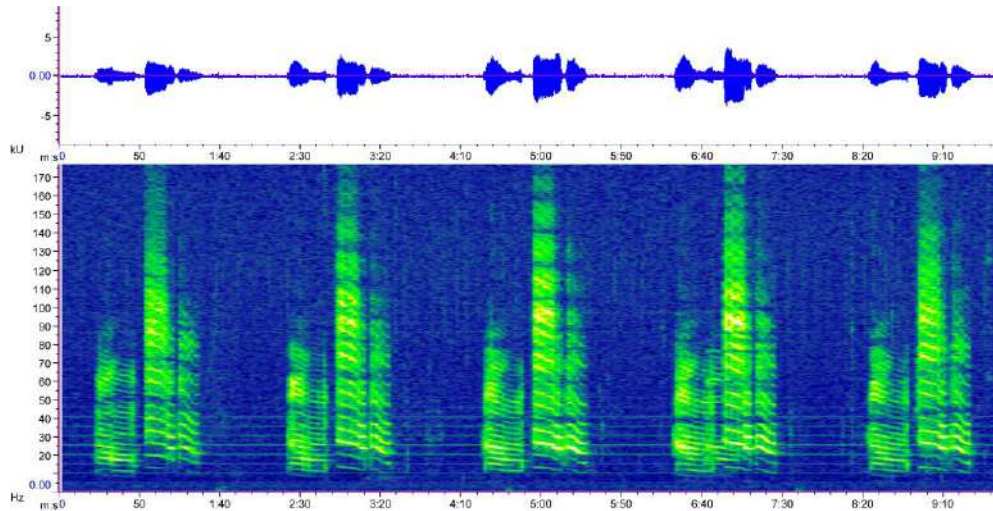






Monitoreo Acústico Pasivo

- No-invasivo
- 24 h/día, 365 días/año
- Todos los mamíferos marinos producen sonido
- Sonidos específicos a nivel de especie o subespecies
- PERO: solo detectamos animales que vocalizan



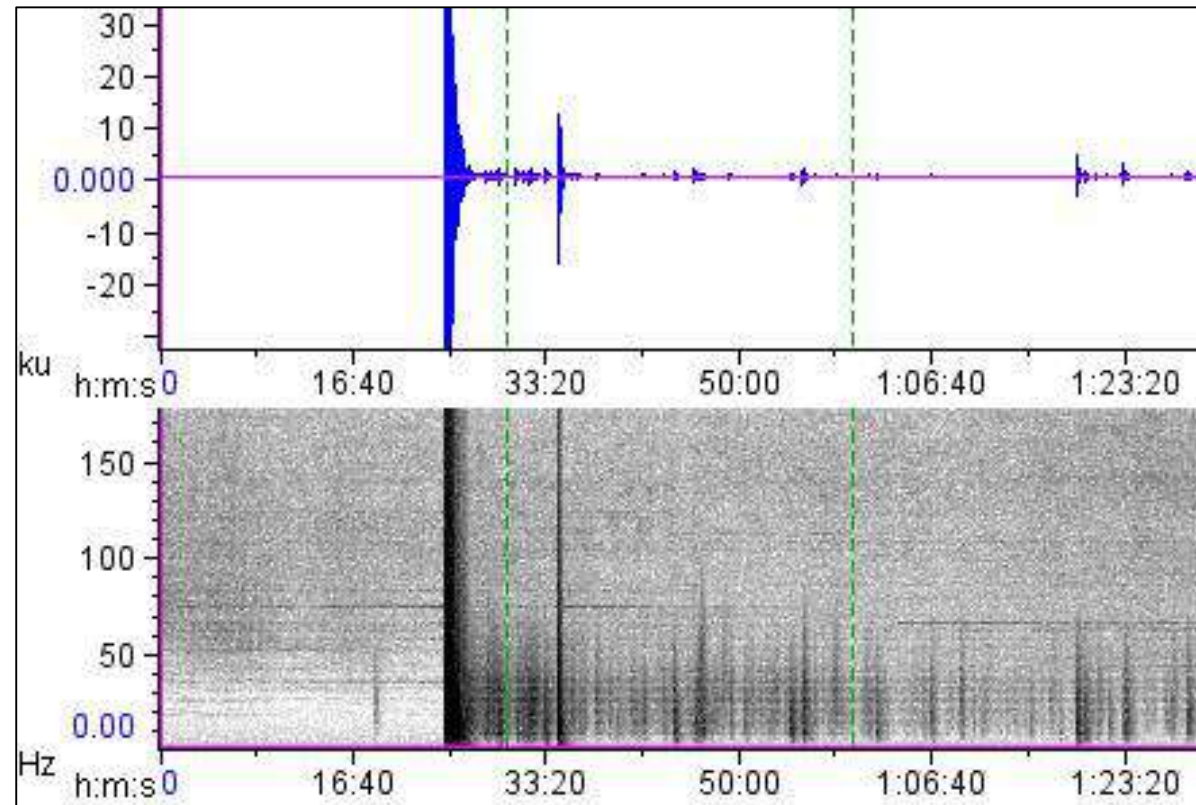
Cantos de ballena azul chilena







- Motores y ecosondas
- Terremoto (x5)

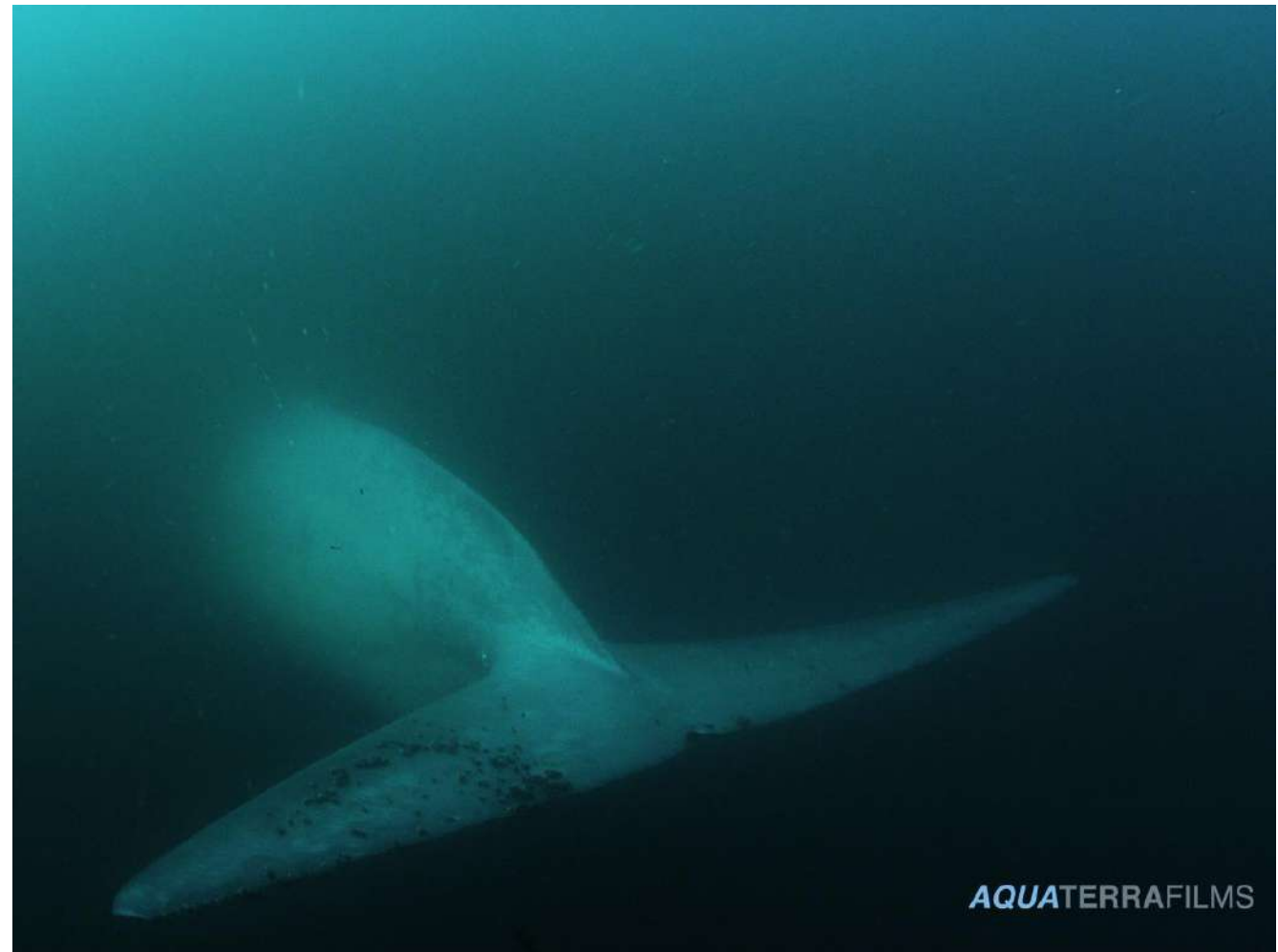


Paisaje acústico

- Sonidos biológicos:
 - Mamíferos marinos
 - Peces
 - Crustáceos
 - Otros organismos que faltan estudiar...
- Sonidos geofísicos:
 - Viento
 - Oleaje
 - Terremotos
- Sonidos humanos:
 - Motores
 - Sonares
 - Hincado de pilotes
 - Explosiones
 - Etc...

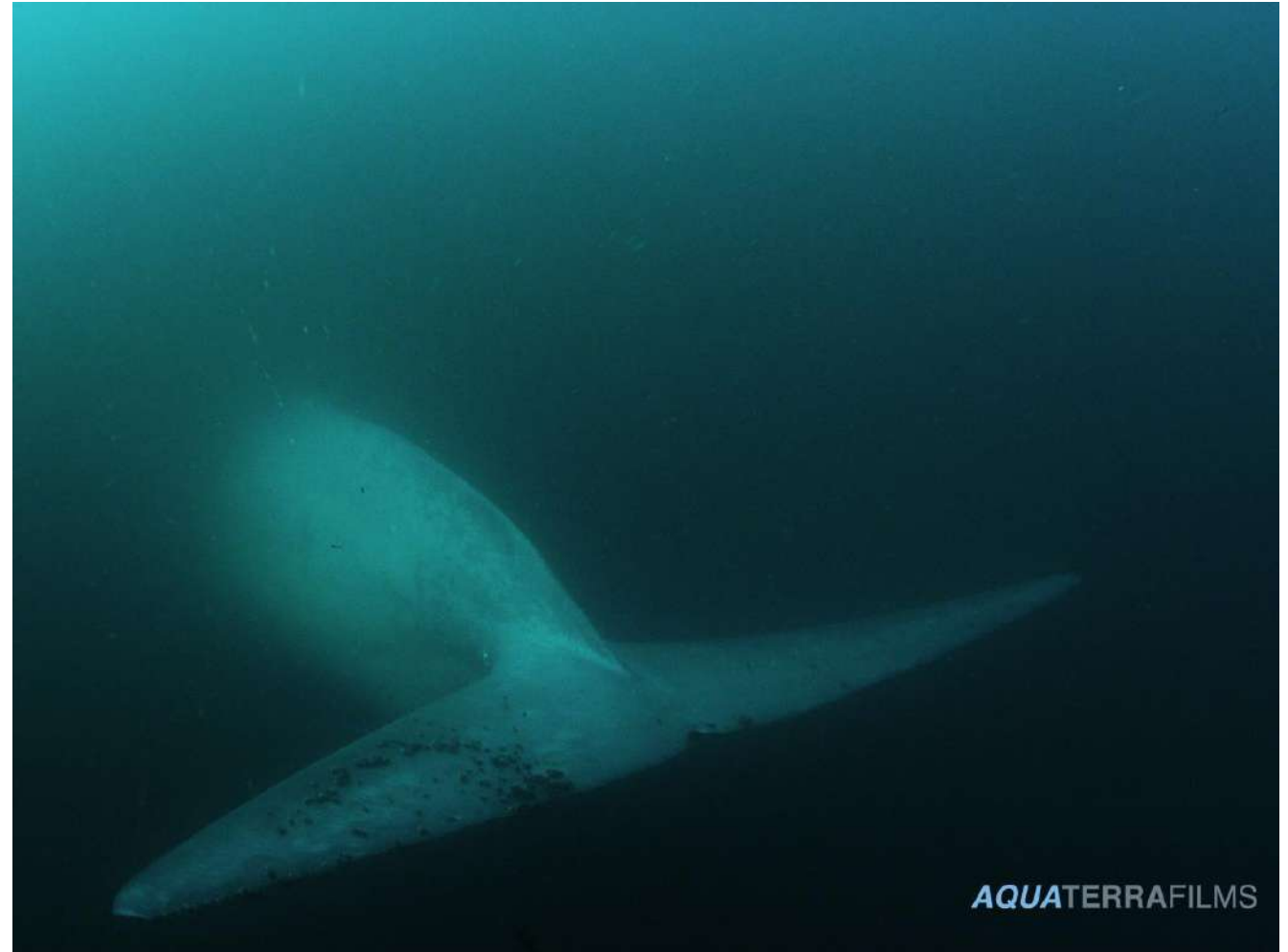
→ Cada ambiente tiene un paisaje acústico distinto

El Sonido en el Océano



El Sonido en el Océano

- Velocidad sonido en aire:
343 m/s
- Velocidad sonido en agua
dulce: 1,484 m/s
- **Velocidad de sonido en
agua de mar: 1,560 m/s**
→ 4,5 mas rápido



AQUATERRAFILMS

El Sonido en el Océano

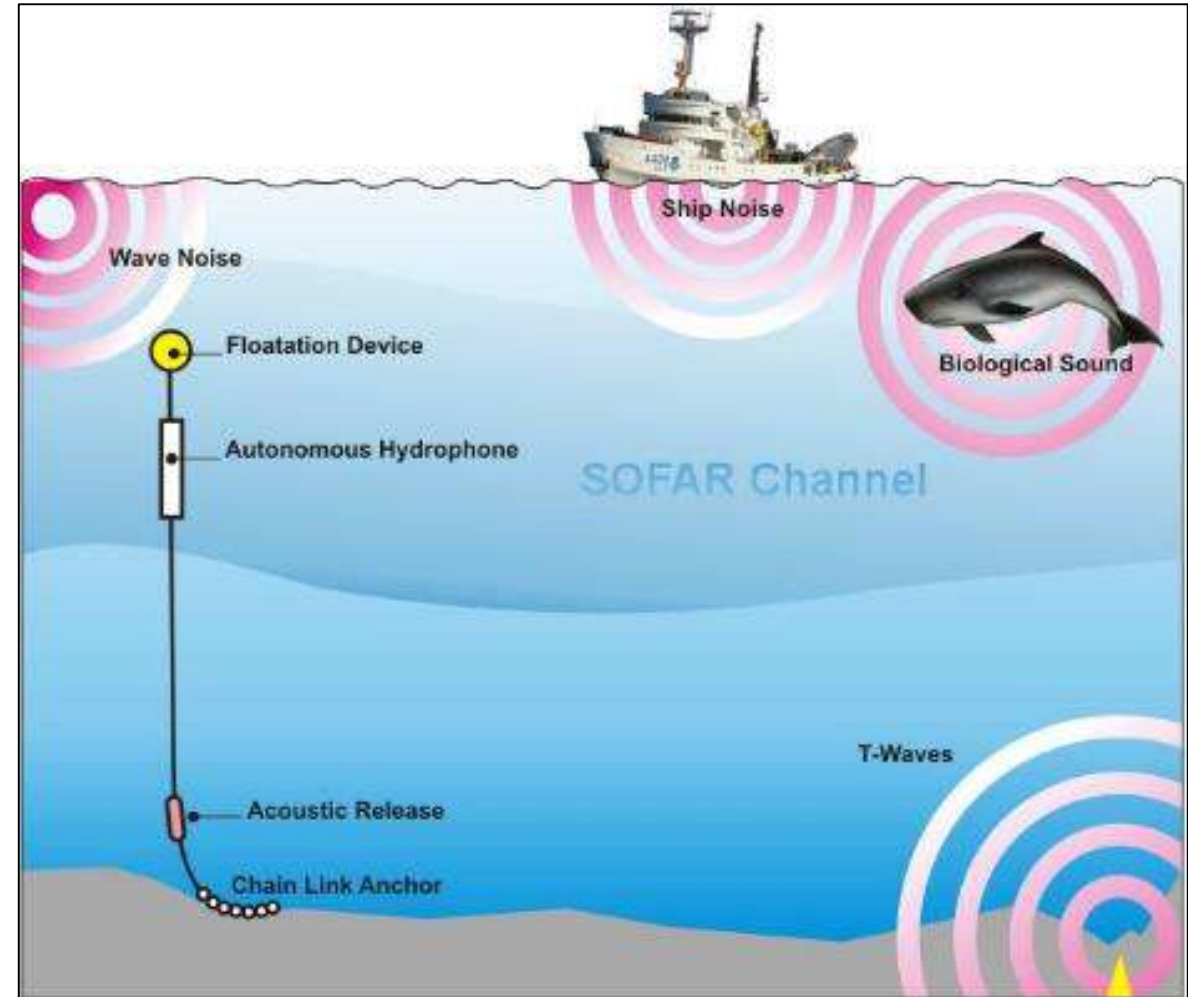
Evolución de uso del sonido
(producción y recepción) en los
mamíferos marinos para:

- Comunicación a larga distancia
 - Reproducción
 - Marcar territorio
 - Mantener la estructura del grupo social
- Comunicación a corta distancia
 - Interacciones sociales
 - Agresión
 - Madre-cría
 - Identificación individual
- Ecolocalización para caza y navegación
- → Animales sociables

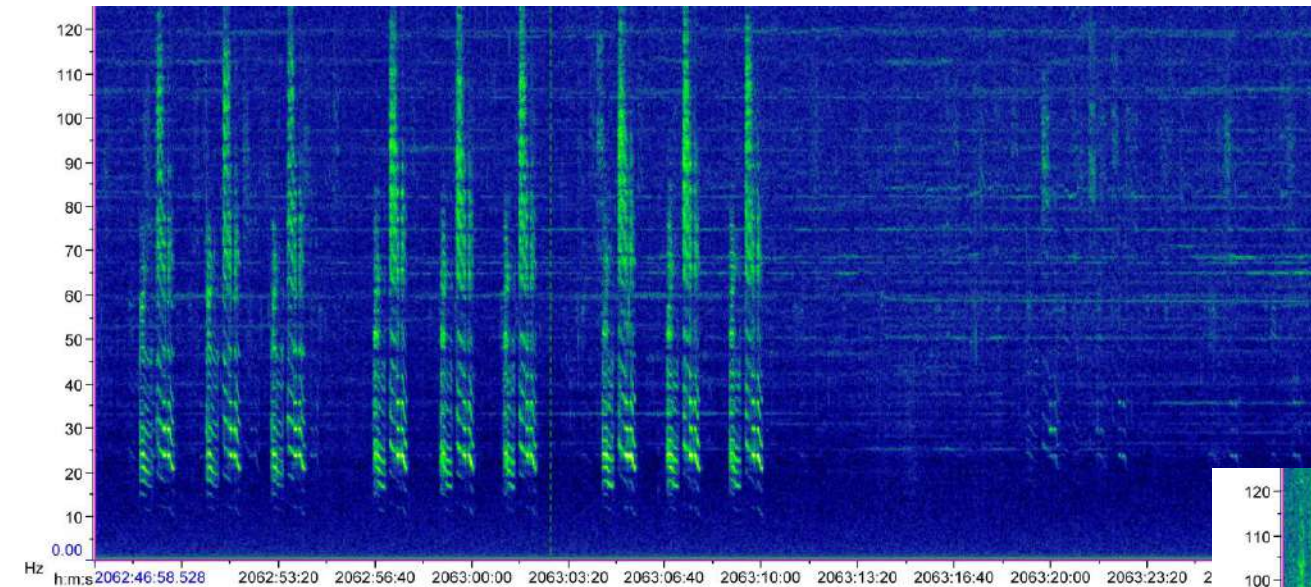


El Sonido en el Océano

- Sound Fixing and Ranging Channel (SOFAR)
- o Canal Sonoro Profundo (Deep Sound Channel)
- Particularmente las bajas frecuencias

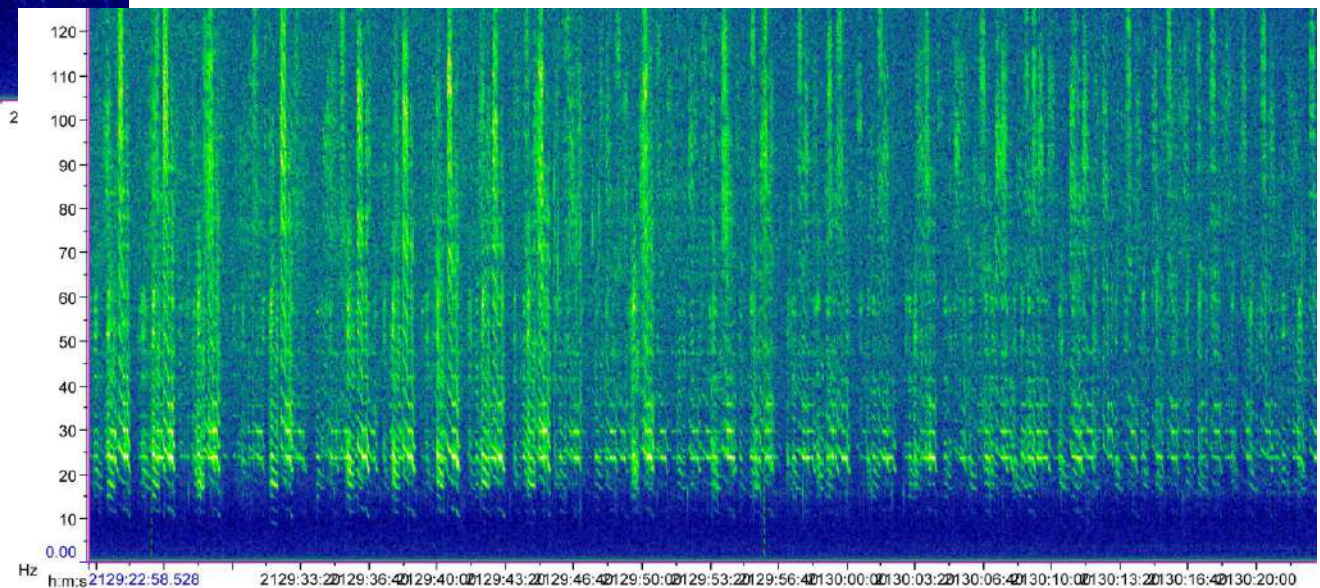


Monitoreando las ballenas azules chilenas

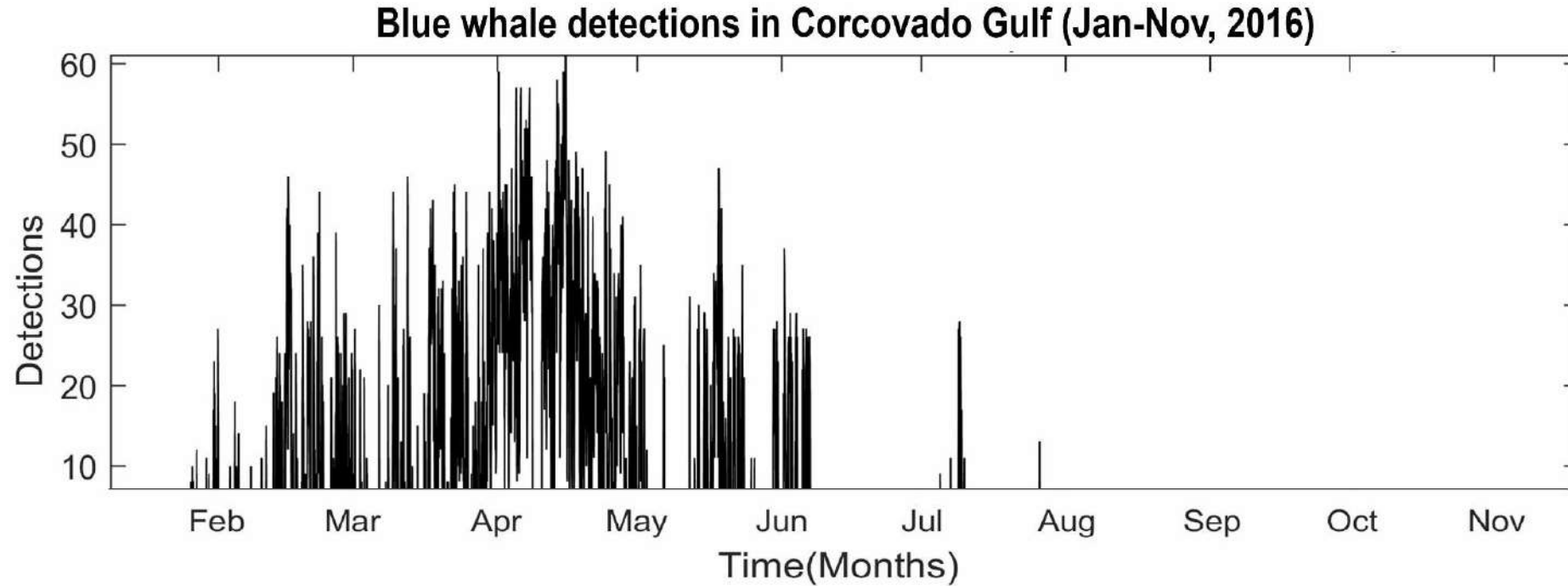


Diciembre-enero

Abril



Monitoreando las ballenas azules chilenas



Monitoreando las ballenas azules chilenas



Vol. 23: 241–252, 2014 doi: 10.3354/esr00806	ENDANGERED SPECIES RESEARCH Endang Species Res	Published online March 24
---	---	---------------------------

A new song recorded from blue whales in the Corcovado Gulf, Southern Chile, and an acoustic link to the Eastern Tropical Pacific

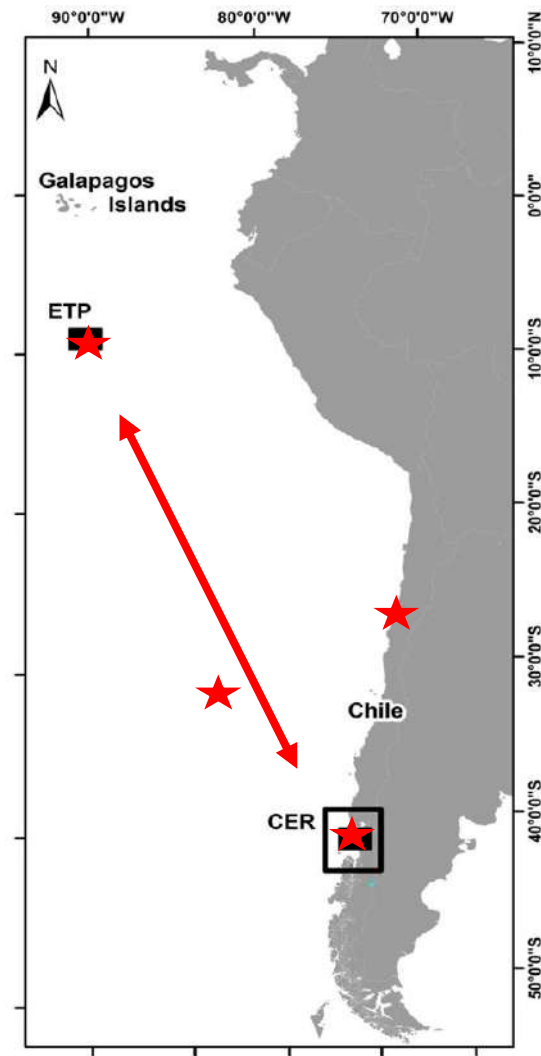
Susannah J. Buchan^{1,2,3,*}, Rodrigo Huckle-Gaete^{3,4}, Luke Rendell⁵, Kathleen M. Stafford⁶

¹Department of Oceanography, University of Washington, Box 355080, Seattle, Washington 98195, U.S.A.; ²Graduate Program in Oceanography, University of Washington, Box 355080, Seattle, Washington 98195, U.S.A.; ³Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile; ⁴Instituto de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile; ⁵Applied Physics Laboratory, University of Washington, 1013 NE 40th Street, Box 355640, Seattle, Washington 98105, U.S.A.; ⁶Sea Mammal Research, Applied Physics Laboratory, University of Washington, 1013 NE 40th Street, Box 355640, Seattle, Washington 98105, U.S.A.

MARINE MAMMAL SCIENCE, 31(2): 440–458 (April 2015)
© 2014 Society for Marine Mammalogy
DOI: 10.1111/mms.12173

Seasonal occurrence of southeast Pacific blue whale songs in southern Chile and the eastern tropical Pacific

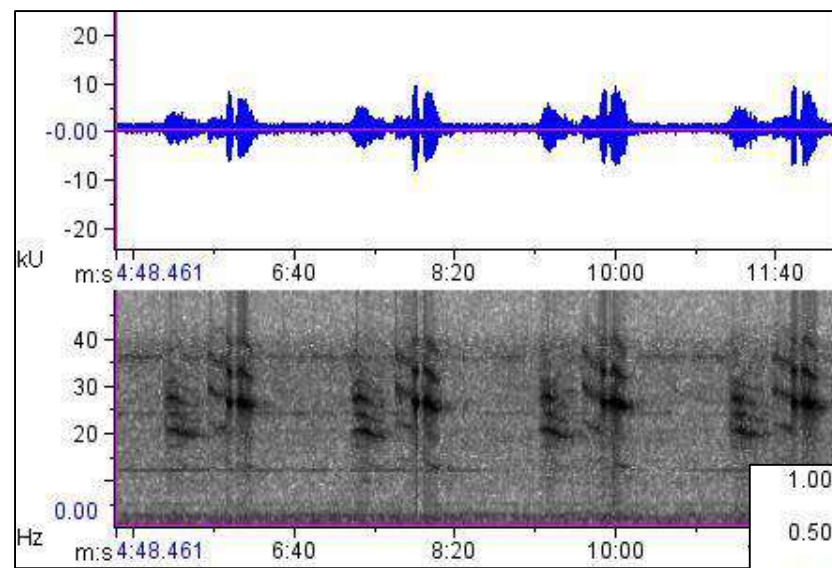
SUSANNAH J. BUCHAN,¹ Graduate Program in Oceanography and COPAS Sur-Austral program, Edificio Departamento de Oceanografía Piso 2 Barrio Universitario s/n, Universidad de Concepción, Concepción, Chile; KATHLEEN M. STAFFORD, Applied Physics Laboratory, University of Washington, 1013 NE 40th Street, Box 355640, Seattle, Washington 98105, U.S.A.; RODRIGO HUCKLE-GAETE, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.



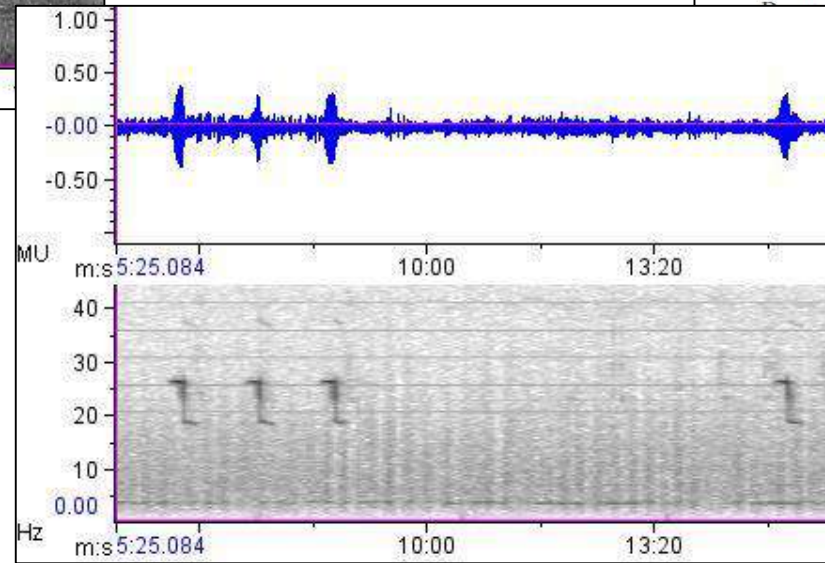
Lo que aprendimos con el estudio del “canto chileno”

- Migración parcial entre la Patagonia y Pacífico tropical
- Presencia en el norte de Chile
- Presencia en Juan Fernández

Monitoreando las ballenas azules antárticas



Canto chileno

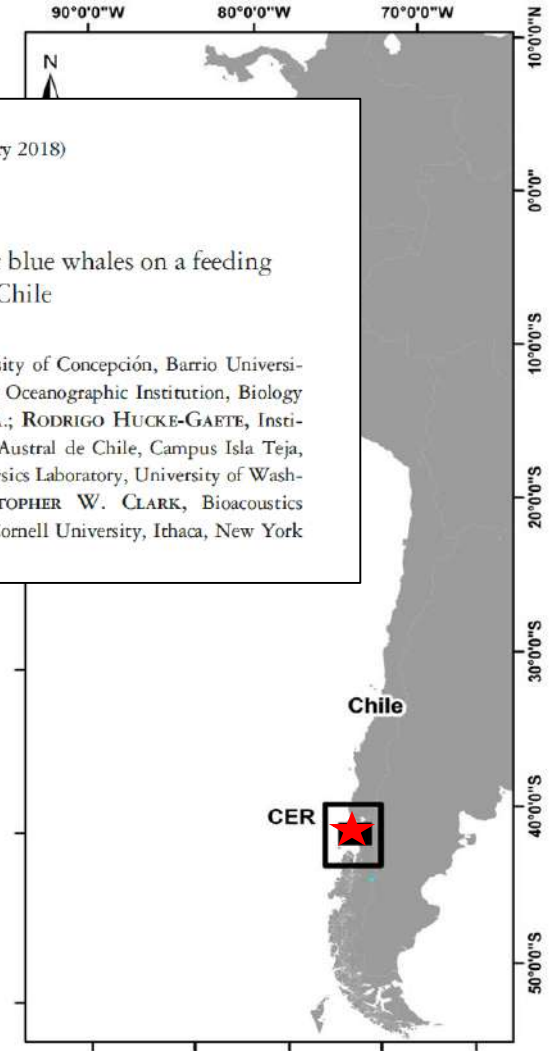


Canto antártico

MARINE MAMMAL SCIENCE, 34(1): 220–228 (January 2018)
© 2017 Society for Marine Mammalogy
DOI: 10.1111/mms.12441

Occasional acoustic presence of Antarctic blue whales on a feeding ground in southern Chile

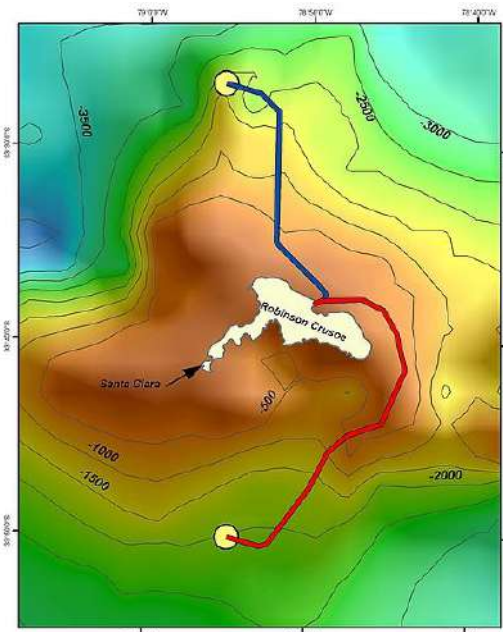
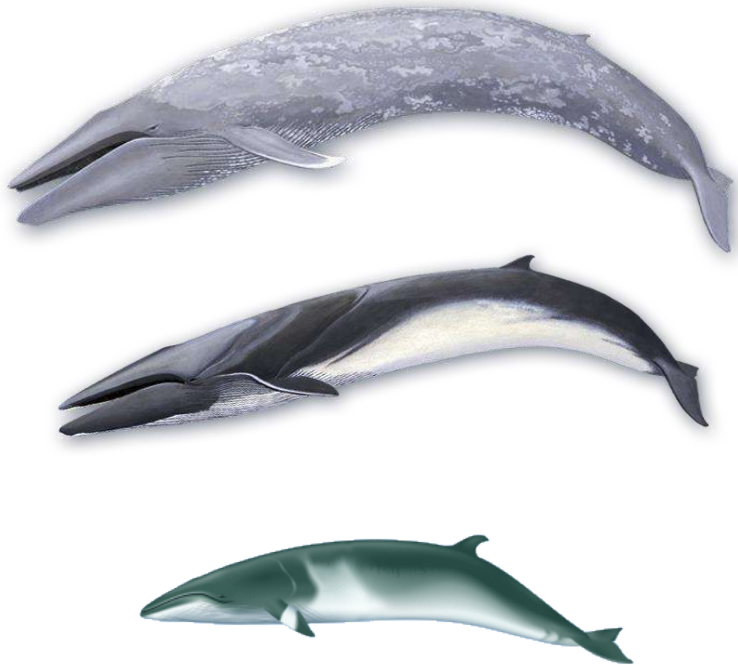
SUSANNAH J. BUCHAN,¹ COPAS Sur-Austral, University of Concepción, Barrio Universitario s/n, Concepción 4030000, Chile and Woods Hole Oceanographic Institution, Biology Department, Woods Hole, Massachusetts 02543, U.S.A.; RODRIGO HUCKE-GAETE, Instituciones Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile; KATHLEEN M. STAFFORD, Applied Physics Laboratory, University of Washington, Seattle, Washington 98105, U.S.A.; CHRISTOPHER W. CLARK, Bioacoustics Program, Cornell Laboratory of Ornithology, Cornell University, Ithaca, New York 14853, U.S.A.



Buchan et al. 2018

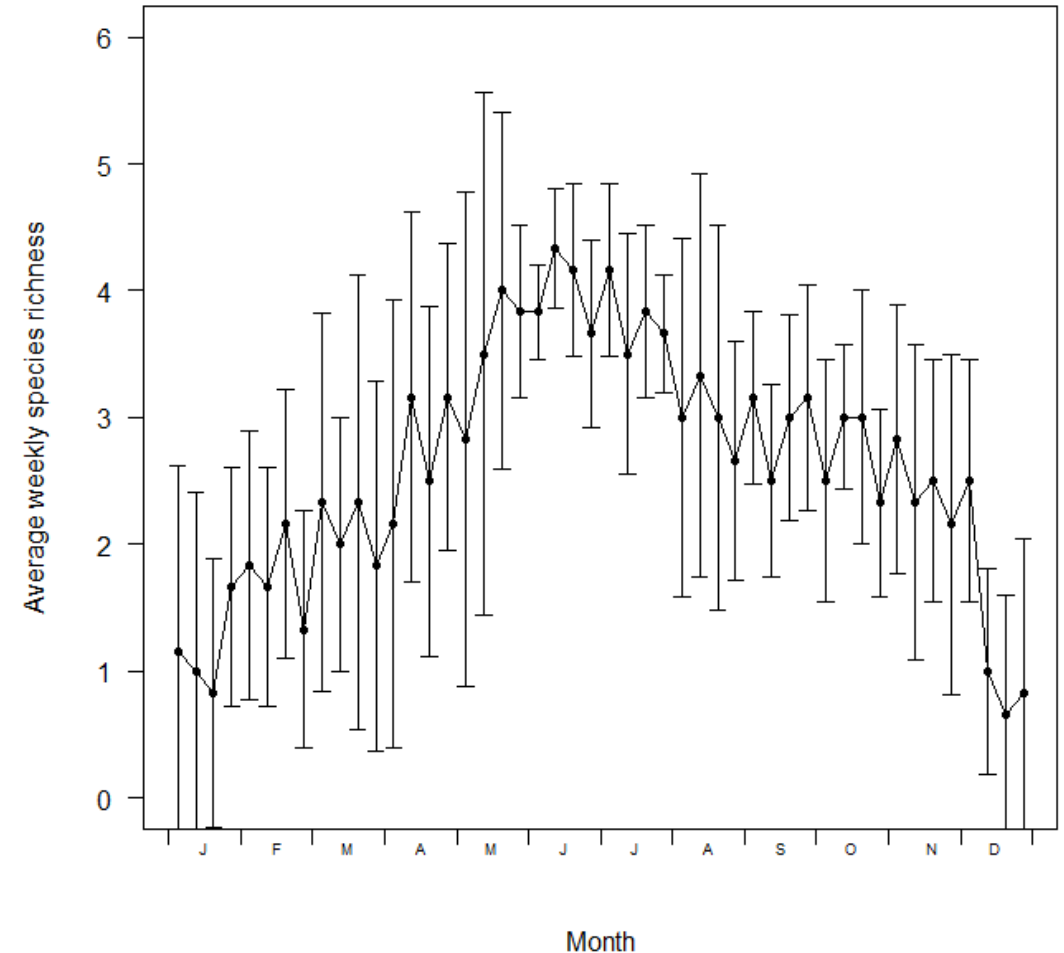
Monitoreando ballenas en Juan Fernandez

- 4 dialectos de ballenas azules
- Ballena fin
- Balena minke

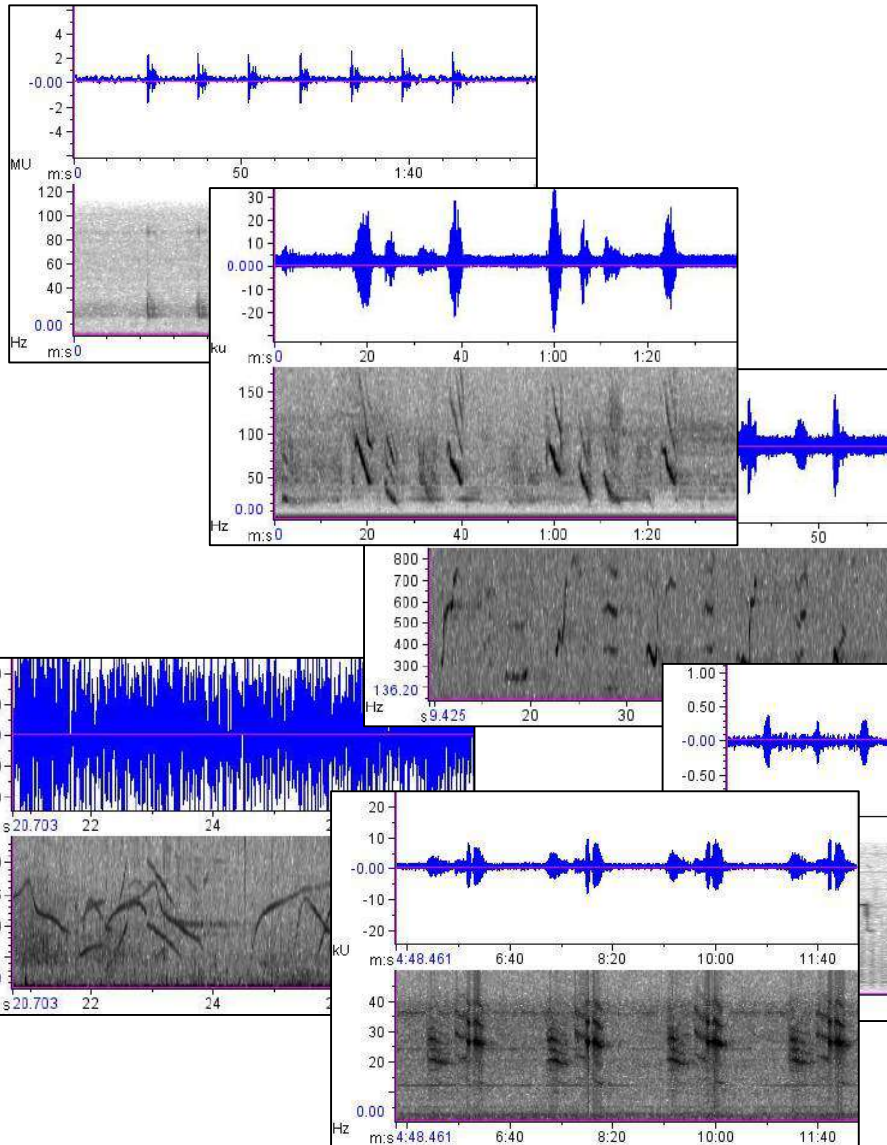


CTBTO
PREPARATORY COMMISSION
preparatory commission for the
comprehensive nuclear-test-ban
treaty organization

Species richness per week off Juan Fernandez, 2007-2009 & 2014-2016



Técnicas analíticas avanzadas



BIOACOUSTICS
<https://doi.org/10.1080/09524622.2018.1563758>

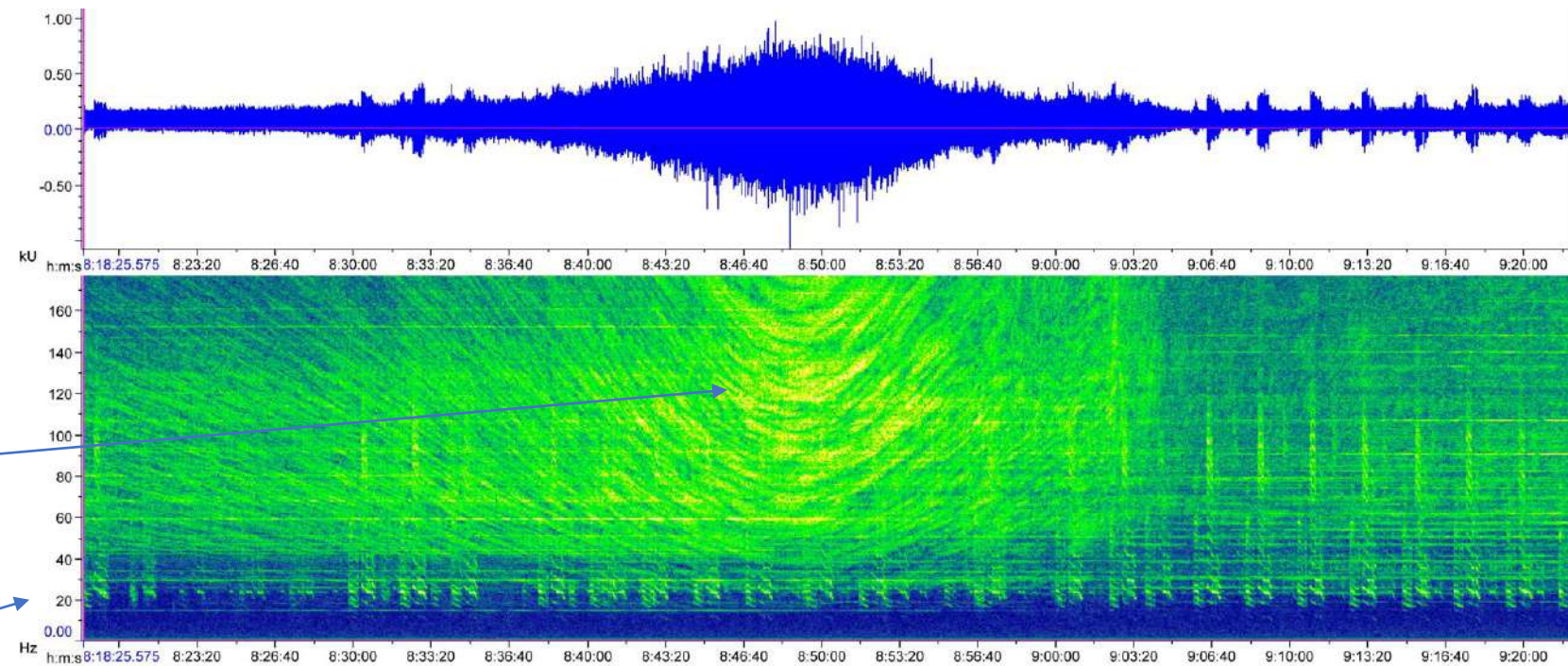


An unsupervised Hidden Markov Model-based system for the detection and classification of blue whale vocalizations off Chile

Susannah J. Buchan^{a,b,c}, Rodrigo Mahú^d, Jorge Wuth^d, Naysa Balcazar-Cabrera^a, Laura Gutierrez^e, Sergio Neira^a and Néstor Becerra Yoma^d

^aCenter for Oceanographic Research COPAS Sur-Austral, University of Concepción, Concepción, Chile; ^bCentro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo, Chile; ^cWoods Hole Oceanographic Institution, Biology Department, Woods Hole, MA, USA; ^dSpeech and Processing Transmission Lab., Dept. of Electrical Engineering, Universidad de Chile, Santiago, Chile; ^eCentro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN), Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile

Contaminación acústica

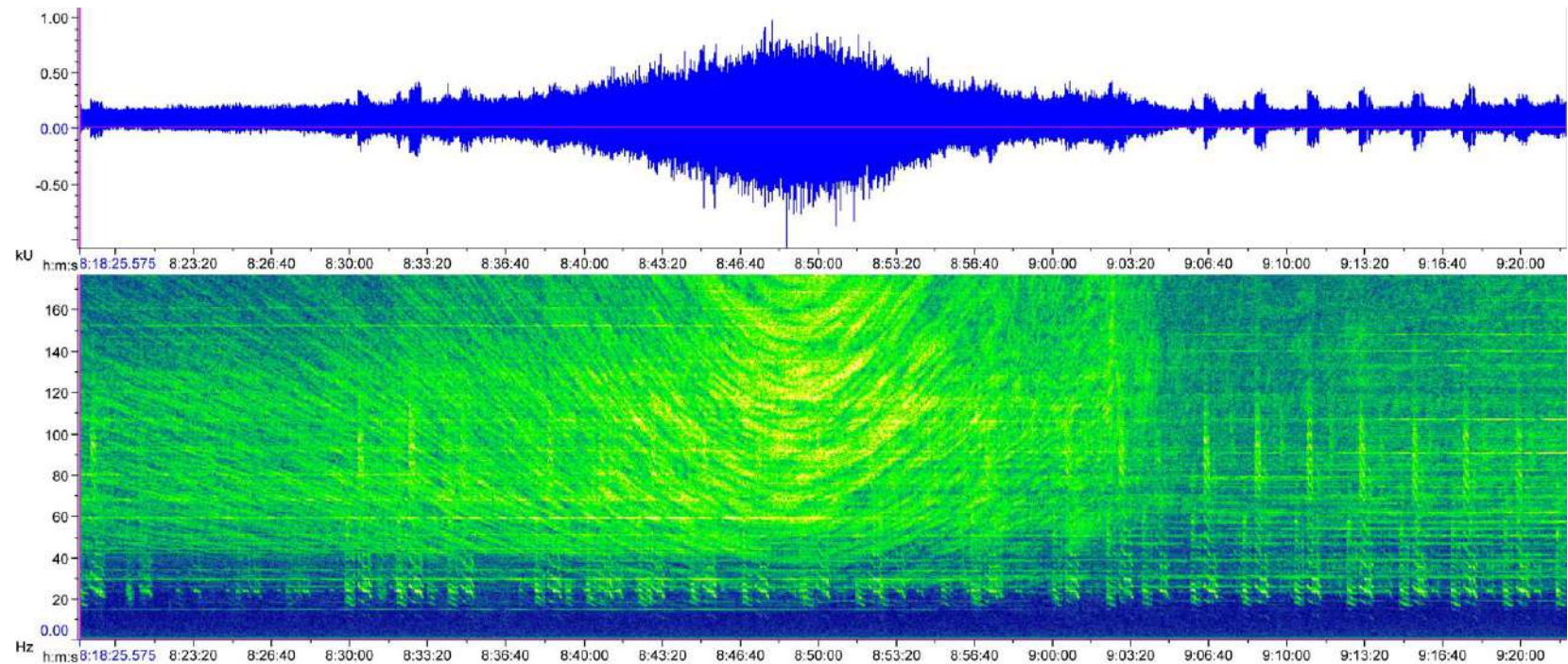


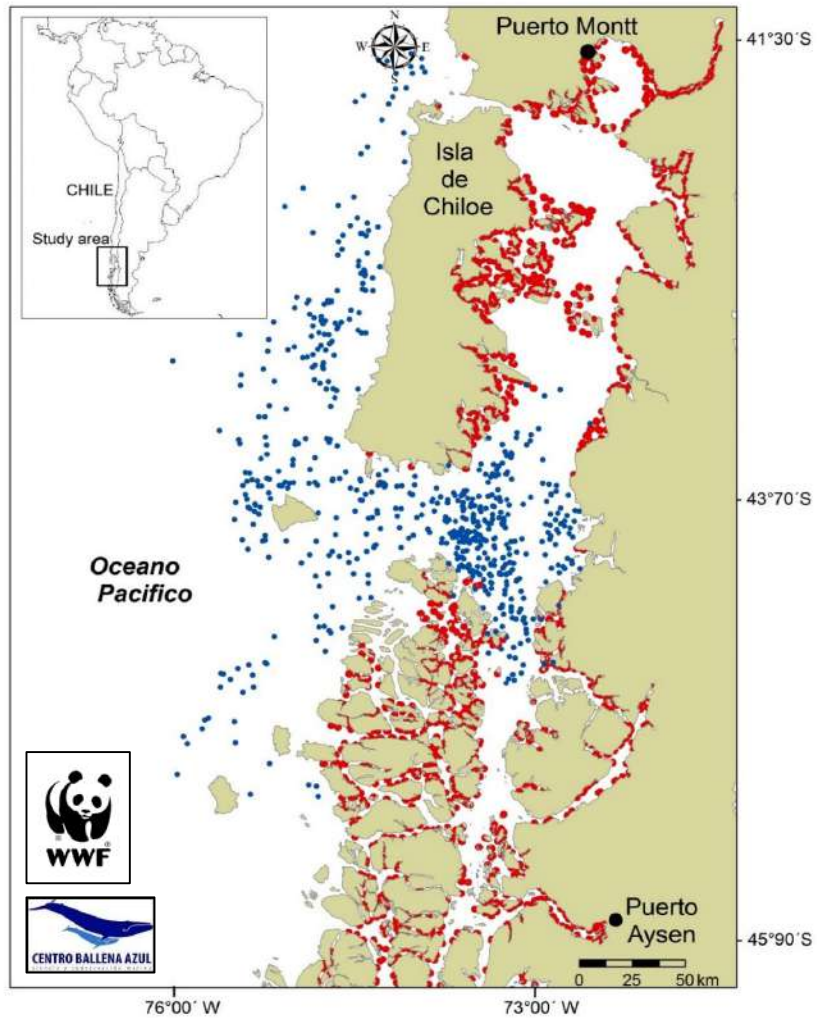
Paso de embarcación

Cantos de ballenas azules

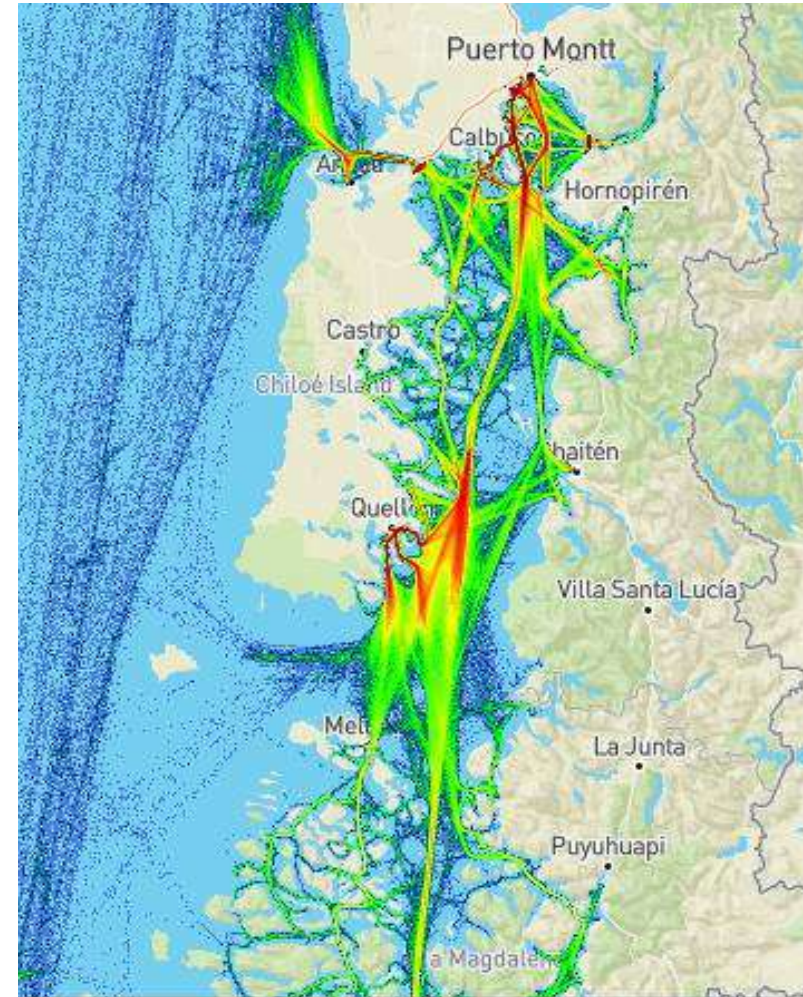
- Con el paso de una embarcación, se estima un aumento de 6 dB en promedio, representando un aumento de un 100% en niveles de ruido
- Escuchamos dos veces mas embarcaciones en verano cuando las ballenas están en el área

Contaminación acústica

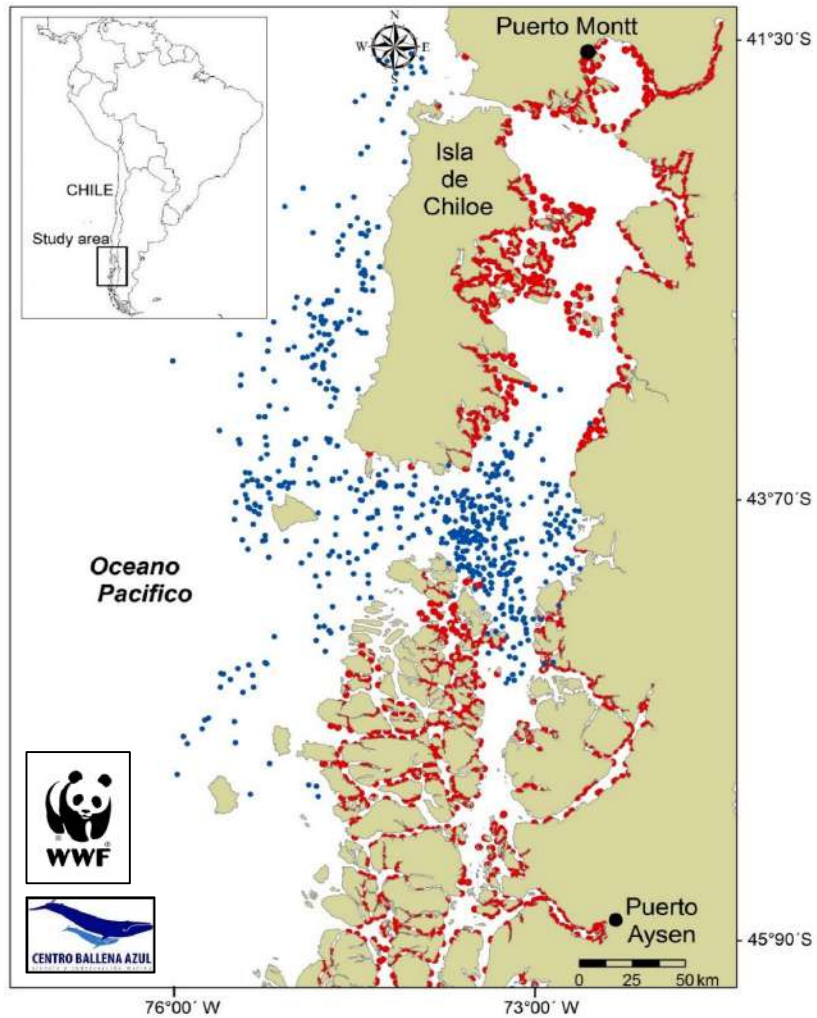




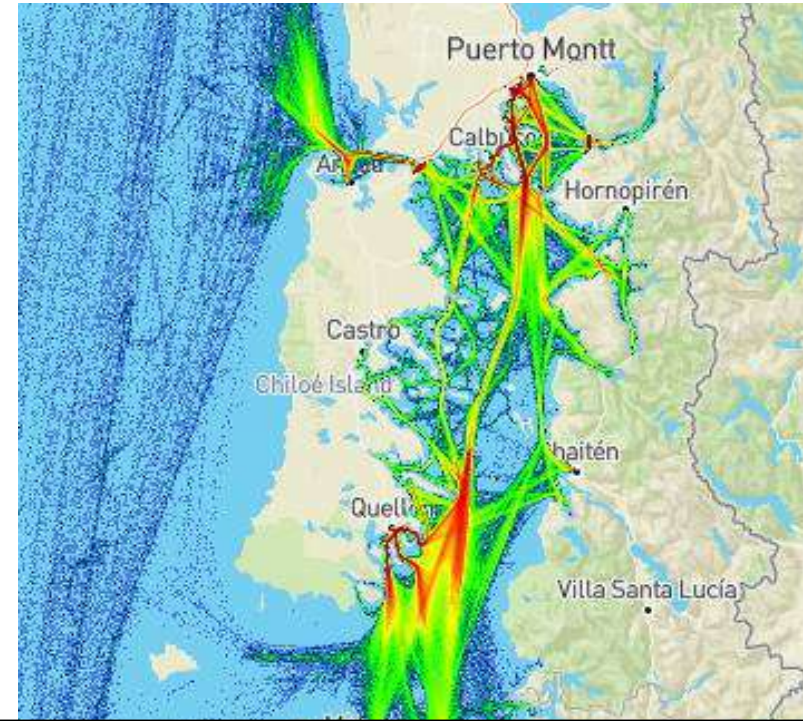
- Avistamientos de ballenas azules
- Concesiones acuícolas



marinetraffic.com

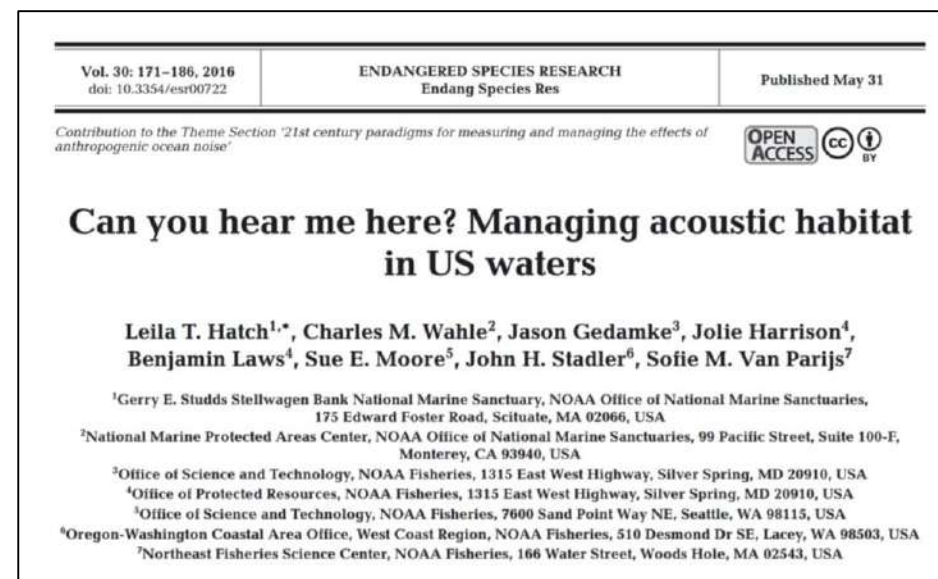
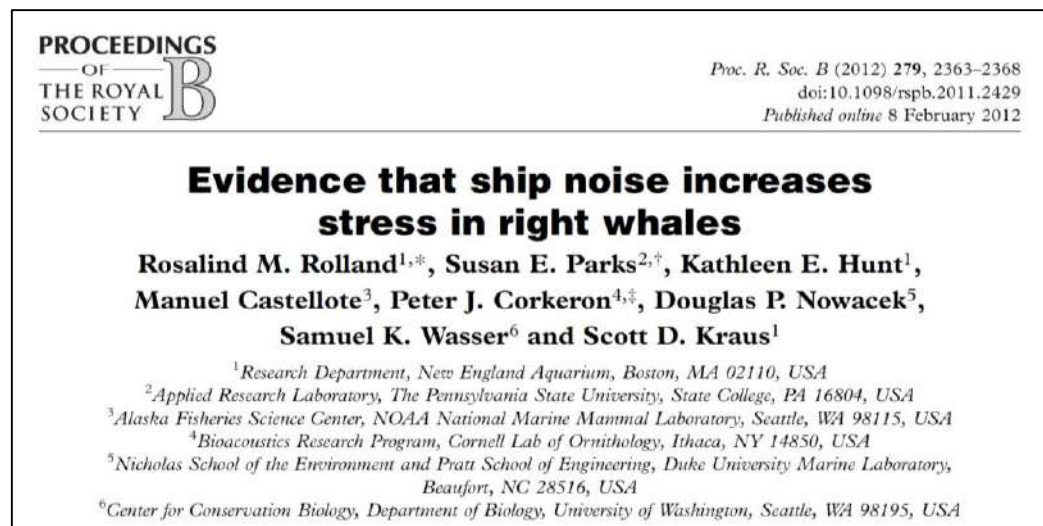


- Avistamientos de ballenas azules
- Concesiones acuícolas



Fuente: NOAA

Evidencia de impactos en mamíferos marinos



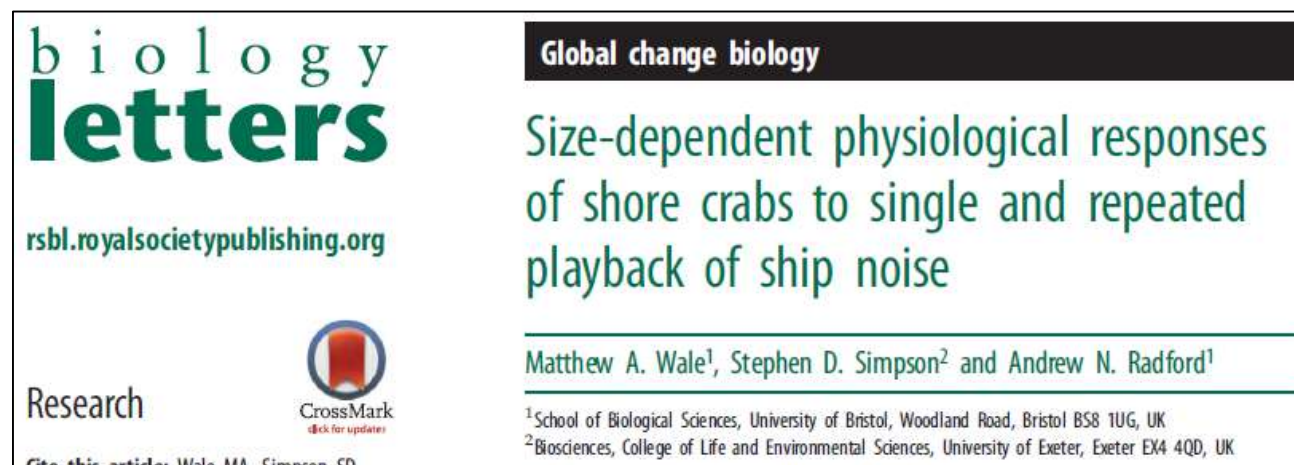
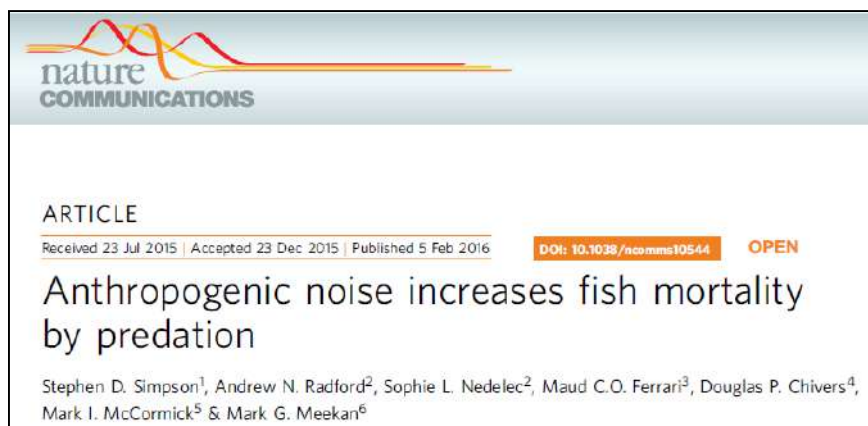
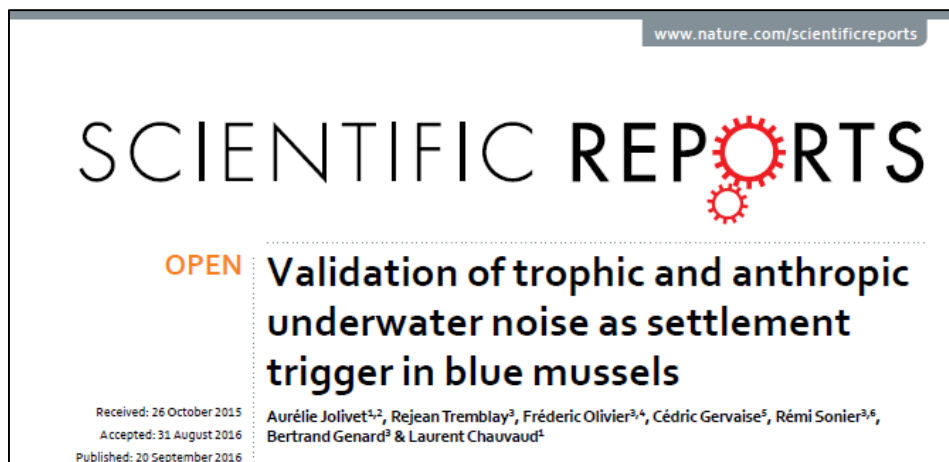
Impactos acústicos encontrados

- Estrés
- Enmascaramiento y reducción de espacio de comunicación
- Cambios conductuales
- Daños auditivos temporarios y permanentes
- Casos mas severos: muerte



Bahamas, 2000, <https://www.whoi.edu>

Evidencia de impactos en peces e invertebrados



Evaluación y mitigación

- Impactos acústicos:
 - Agudos
 - Crónicos o cumulativos

Evaluación y mitigación

- Impactos acústicos:
 - Agudos
 - Crónicos o cumulativos
- Umbrales para evitar daños temporarios y permanentes

2018 Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0)

Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts

Office of Protected Resources
National Marine Fisheries Service
Silver Spring, MD 20910



U.S. Department of Commerce
National Oceanic and Atmospheric Administration
National Marine Fisheries Service

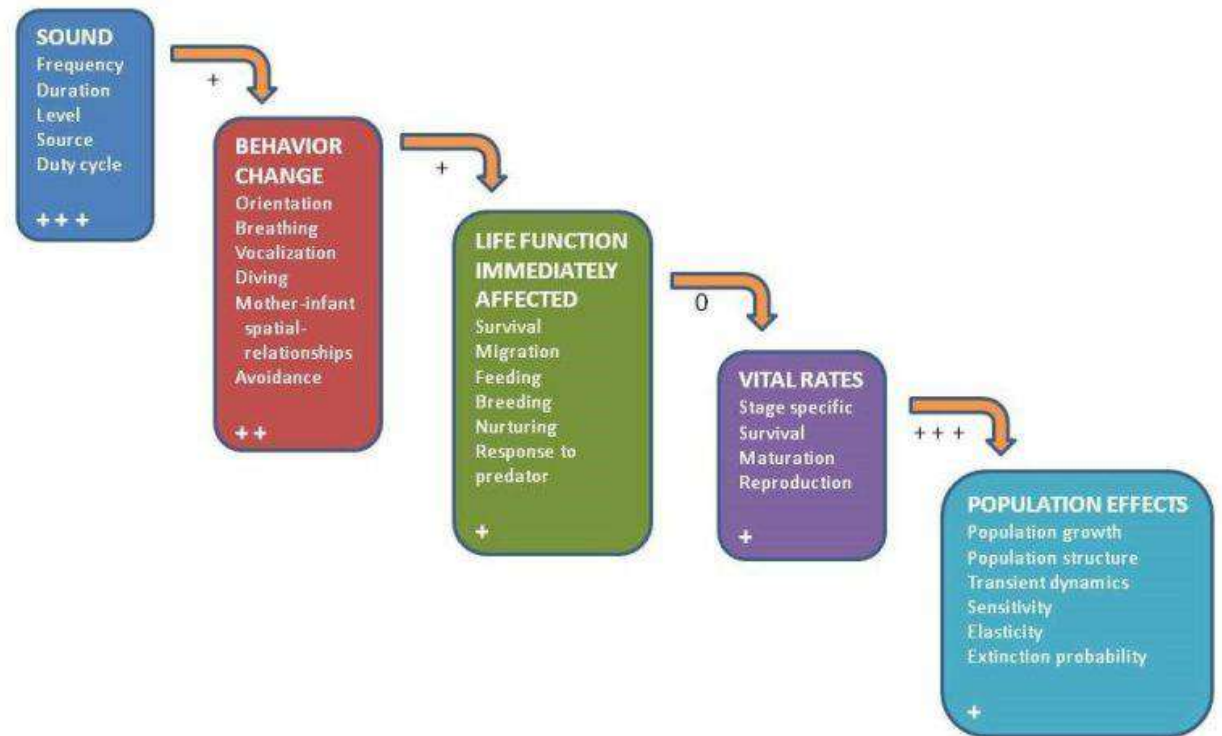
NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59
April 2018



Evaluación y mitigación

- Impactos acústicos:
 - Agudos
 - Crónicos o cumulativos
- Umbrales para evitar daños temporarios y permanentes
- Modelos para evaluar efectos crónicos y cumulativos

Potential Consequences of Disturbance PCoD



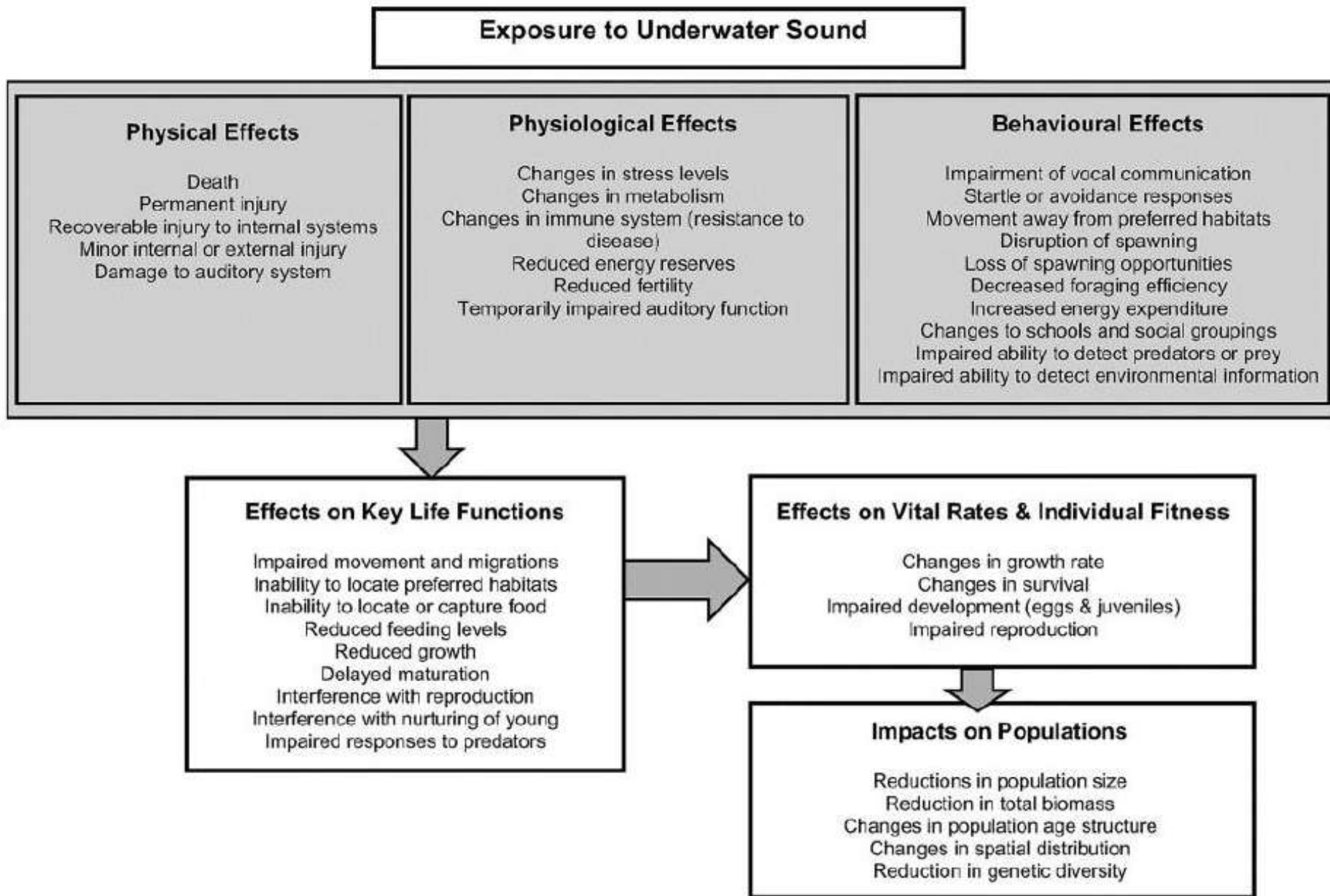


Figure 2. Effects of exposure to underwater sound on fishes (and possibly invertebrates) with respect to impact on key life functions, vital rates, and population parameters

Estrategias de gestión



Marine soundscape planning: Seeking acoustic niches for anthropogenic sound

Original paper

Ilse Van Opzeeland^{1,2,*}, Olaf Boebel¹

Article history:

Received: 1 November 2017

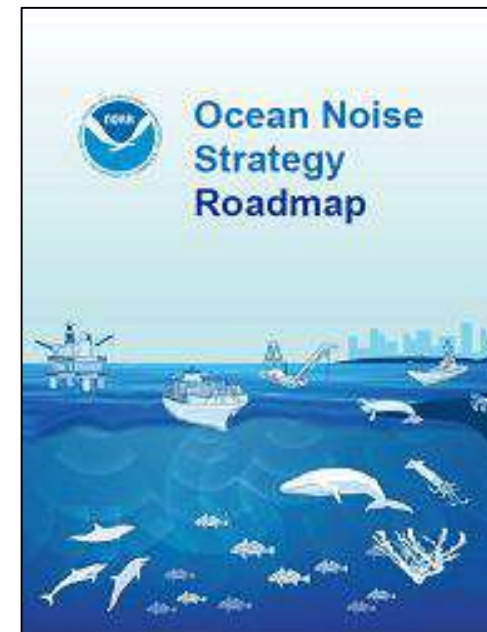
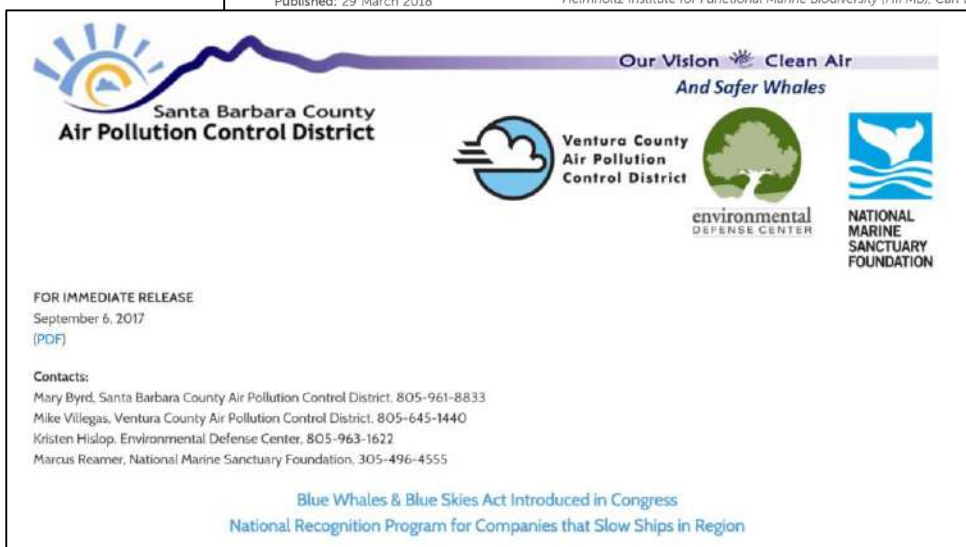
Accepted: 9 February 2018

Published: 29 March 2018

¹Ocean Acoustics Lab, Alfred-Wegener Institute, Helmholtz Center for Polar and Marine Research (AWI), Am Handelshafen 12, 27570, Bremerhaven, Germany

²Helmholtz Institute for Functional Marine Biodiversity (HIFMB), Carl von

- Reducción de emisiones de ruido
- Reducción de velocidades de embarcaciones
- Sistemas de alerta acústica
- Estrategias especiales en Áreas Protegidas y especies vulnerables
- Programas de evaluación y monitoreo de impactos
- Estrategias al largo plazo



En Chile...

- Licitación Ministerio del Medio Ambiente 608897-55-LE18
“Elaboración de Guía Técnica para el Evaluación de Impacto por Ruido Subacuático”.
- Pensado para responder a los proyectos que entran al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental

GUÍA TÉCNICA PARA LA PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR SONIDO ANTROPOGÉNICO EN FAUNA MARINA

Investigador Principal

Dra. Susannah Buchan (Centro COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción)

Co-investigadores

Dr. Iván Hinojosa (Universidad Católica de la Santísima Concepción)
Dr. Marcelo Flores (Universidad Andrés Bello)

Asesor Internacional

Dra. Julie Patris (Universidad de Toulon)



Universidad de Concepción



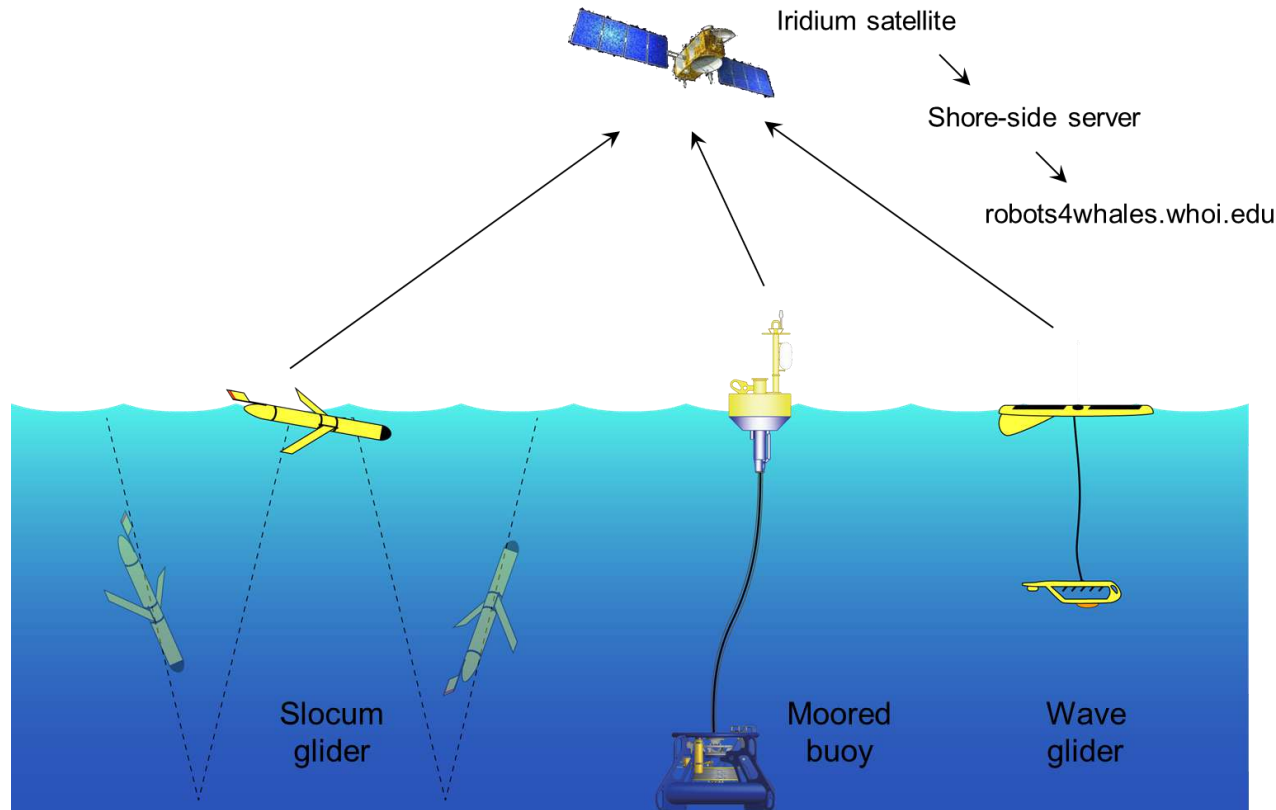
DICIEMBRE DE 2018

Monitoreo acústico en tiempo real

- Permite tomar decisiones de manejo en el momento
- Monitoreo de presencia de animales
- Monitoreo de niveles de ruido
- Apoyo a la planificación de actividades humanas
- Apoyo a la investigación ej. para muestrear animales

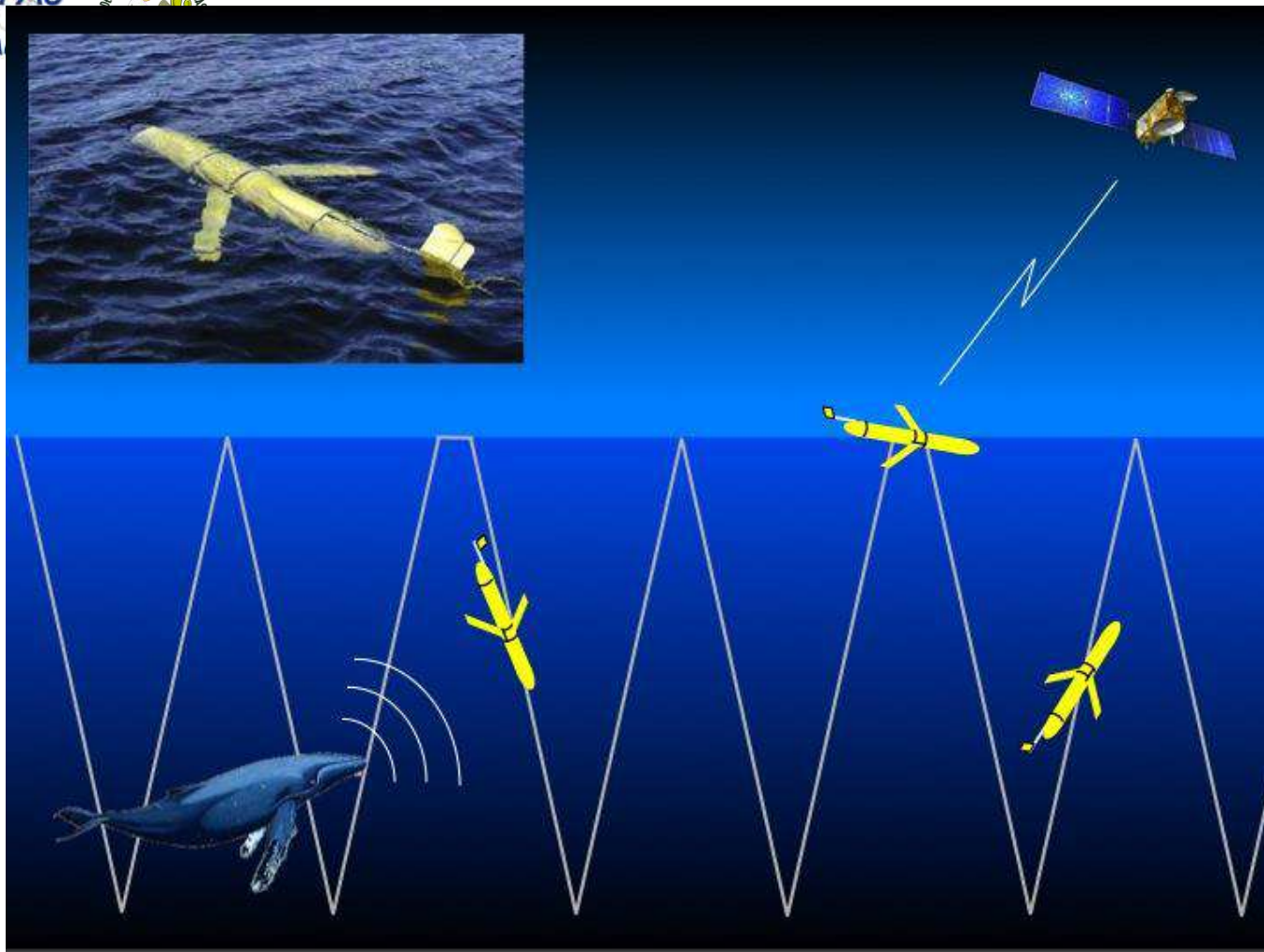


Monitoreo acústico en tiempo real



Baumgartner et al. 2013.

- Envío de las detecciones por satélite al servidor
- Validación por un analista de detecciones (confirmadas o posibles)
- Visualización de presencia de ballenas en la pagina web (robots4whales.whoi.edu)
- Comunicación por email

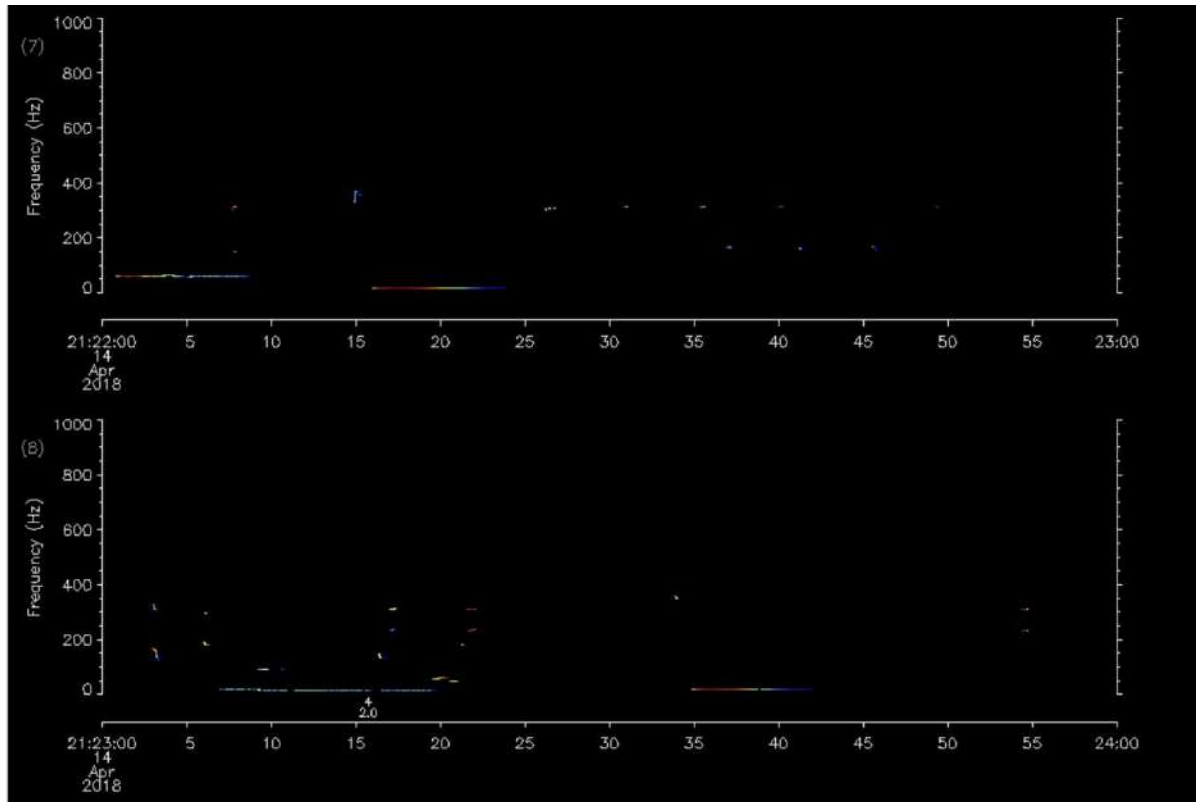


Digital Acoustic Monitoring Instrument (DMON)

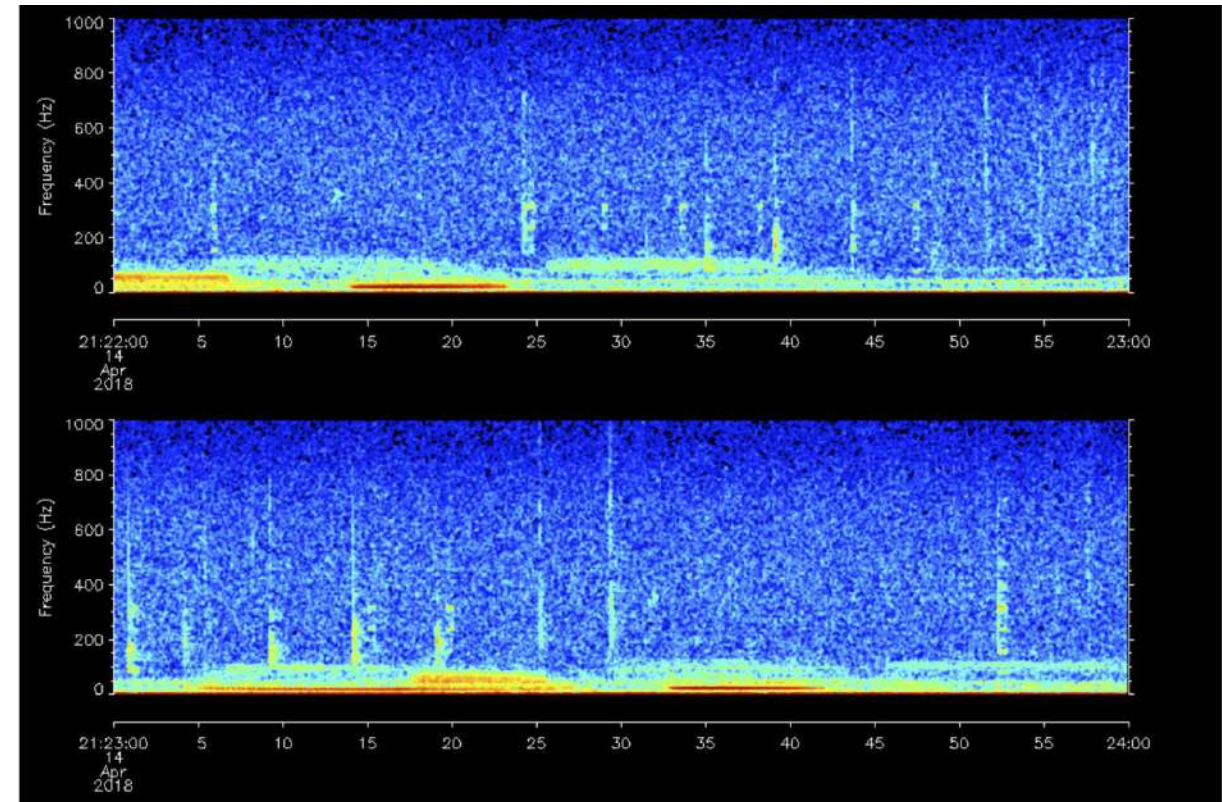


Validación por analista

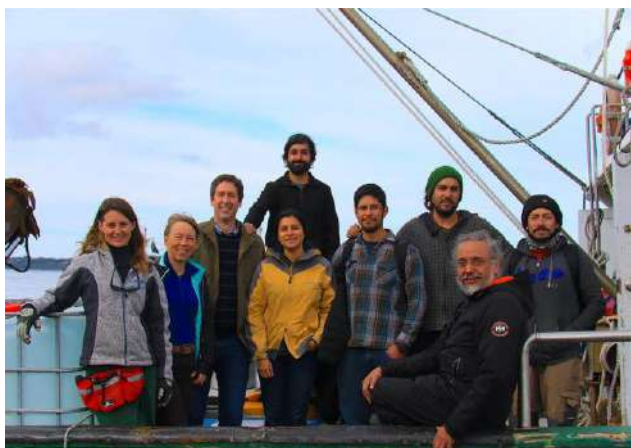
Detecciones en tiempo real revisadas por un analista



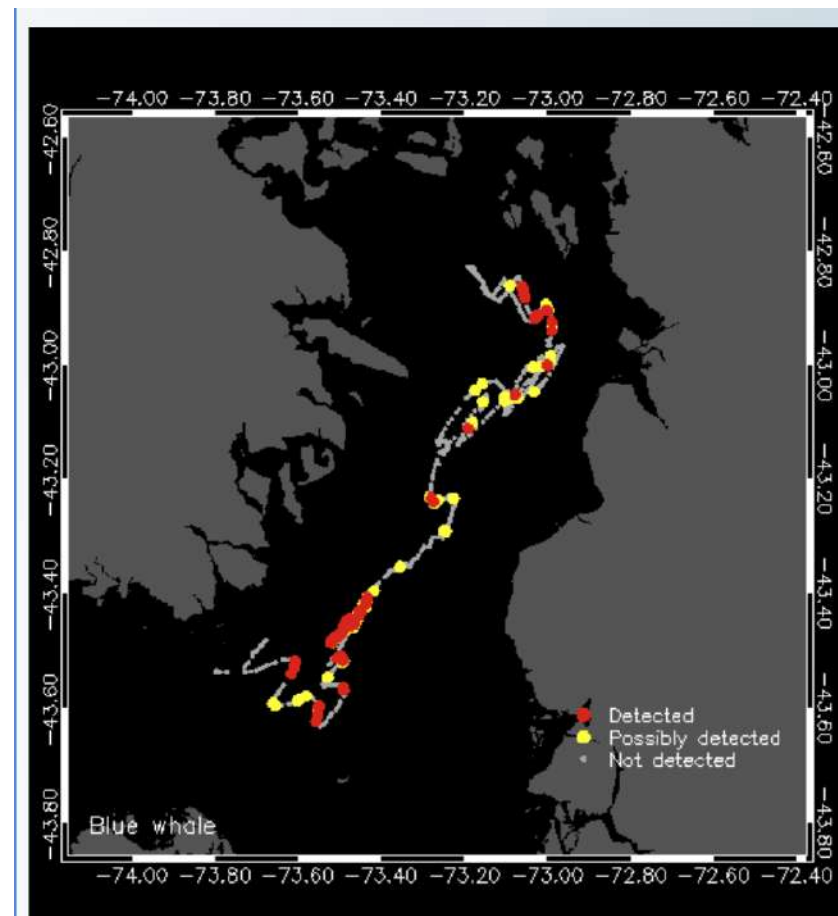
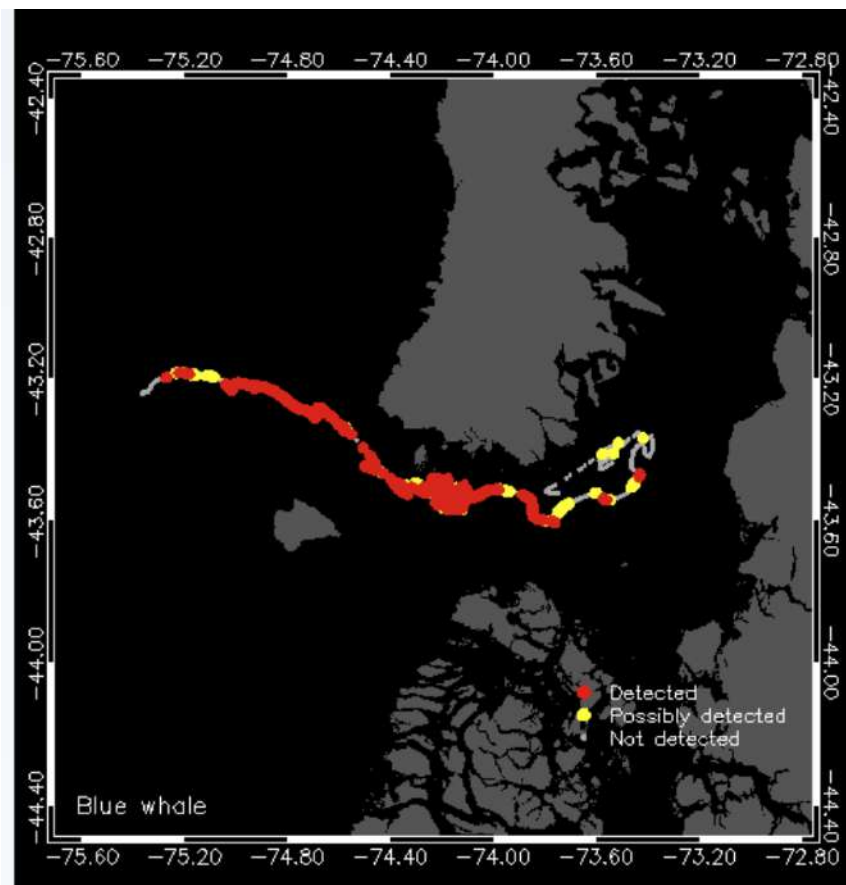
Data acústica almacenada en el glider



Mapa de presencia acústica de ballenas



- Abril 2018
- Abril-mayo 2019



Rojo: detecciones de ballenas azules; Amarillo: detección posible

Daily analyst review:

Date	Blue whale	Humpback whale	Sei whale	Other
05/01/2019				
04/30/2019				
04/29/2019				
04/28/2019				
04/27/2019				
04/26/2019				
04/25/2019				
04/24/2019				
04/23/2019				
04/22/2019				
04/21/2019				
04/20/2019				
04/19/2019				
04/18/2019				
04/17/2019				
04/16/2019				
04/15/2019				
04/14/2019				
04/13/2019				
04/12/2019				
04/11/2019				
04/10/2019				
04/09/2019				
04/08/2019				

Detected
Possibly detected
Not detected



Follow @Robots4Whales

Welcome to Robots4Whales, the website for the autonomous platform operations of marine ecologist [Mark Baumgartner](#) at the [Woods Hole Oceanographic Institution](#). We provide information on the characteristics of the sounds, and report which species have been heard to scientists on shore via satellite in near real time. Visit any of the [projects](#) or [contact](#) us.

Projects

Active studies

- [Slocum Glider G1, Chiloé Island, Gulf of Corcovado, Chile](#) (April 2019)
- [Slocum Glider G1, Chiloé Island, Inner Sea, Chile](#) (April 2019)
- [Moored Buoy, New York Bight](#) (February 2019)

Archived studies

- [Slocum Glider G2, Gulf of Maine](#) (December 2018)
- [Slocum Glider G3, Northern Mid-Atlantic Bight](#) (January 2019)
- [Slocum Glider G3, Southern Mid-Atlantic Bight](#) (January 2019)
- [Slocum Glider G3, Scotian Shelf \(Halifax Line\), Canada](#) (March 2019)
- [Moored Buoy, New York Bight](#) (February 2018)
- [Moored Buoy, Mount Desert Rock](#) (October 2018)
- [Slocum Glider G3, Gulf of St. Lawrence \(Shediac Valley\), Canada](#) (November 2018)
- [Slocum Glider G2, Gulf of St. Lawrence \(Orpheline Trough\), Canada](#) (October 2018)

[Robots4Whales] Blue and humpback whales detected on the Gulf of Corcovado Slocum glider



Recibidos x



Mark Baumgartner

para ▼

16:30 (hace 5 horas)



Time now: 05/01/19 16:30 EDT

Blue and humpback whales detected on the Gulf of Corcovado Slocum glider! Latest detections: 4.1 hours ago for blue whales and 27.1 hours ago for humpback whales.

Blue whale detections:

04/28/19 18:38 EDT at 43 34.89 S, 073 52.43 W (69.9 hr ago)
 04/28/19 19:23 EDT at 43 34.88 S, 073 51.58 W (69.1 hr ago)
 04/28/19 19:38 EDT at 43 34.89 S, 073 51.16 W (68.9 hr ago)
 04/28/19 20:23 EDT at 43 34.98 S, 073 50.34 W (68.1 hr ago)
 04/28/19 20:38 EDT at 43 35.00 S, 073 50.06 W (67.9 hr ago)
 04/28/19 20:53 EDT at 43 35.03 S, 073 49.79 W (67.6 hr ago)
 04/28/19 21:16 EDT at 43 35.09 S, 073 49.24 W (67.2 hr ago)
 04/28/19 21:38 EDT at 43 35.09 S, 073 49.06 W (66.9 hr ago)
 04/28/19 22:23 EDT at 43 35.36 S, 073 48.83 W (66.1 hr ago)
 04/28/19 22:38 EDT at 43 35.44 S, 073 48.76 W (65.9 hr ago)
 04/28/19 22:53 EDT at 43 35.53 S, 073 48.68 W (65.6 hr ago)
 04/28/19 23:23 EDT at 43 35.71 S, 073 48.53 W (65.1 hr ago)
 04/28/19 23:35 EDT at 43 35.79 S, 073 48.46 W (64.9 hr ago)
 04/29/19 00:38 EDT at 43 35.97 S, 073 48.65 W (63.9 hr ago)
 04/29/19 01:23 EDT at 43 36.14 S, 073 48.92 W (63.1 hr ago)
 04/29/19 01:38 EDT at 43 36.20 S, 073 49.00 W (62.9 hr ago)
 04/29/19 02:38 EDT at 43 36.35 S, 073 49.39 W (61.9 hr ago)
 04/29/19 02:53 EDT at 43 36.31 S, 073 49.48 W (61.6 hr ago)
 04/29/19 03:23 EDT at 43 36.27 S, 073 49.38 W (61.1 hr ago)
 04/29/19 03:38 EDT at 43 36.25 S, 073 49.33 W (60.9 hr ago)
 04/29/19 04:23 EDT at 43 36.19 S, 073 49.17 W (60.1 hr ago)

Humpback whale detections:

04/28/19 19:23 EDT at 43 34.88 S, 073 51.58 W (69.1 hr ago)
 04/28/19 19:38 EDT at 43 34.89 S, 073 51.16 W (68.9 hr ago)
 04/28/19 23:23 EDT at 43 35.71 S, 073 48.53 W (65.1 hr ago)
 04/29/19 02:38 EDT at 43 36.35 S, 073 49.39 W (61.9 hr ago)
 04/29/19 02:53 EDT at 43 36.31 S, 073 49.48 W (61.6 hr ago)
 04/29/19 10:38 EDT at 43 35.16 S, 073 43.60 W (53.9 hr ago)
 04/30/19 13:23 EDT at 43 31.94 S, 073 33.83 W (27.1 hr ago)

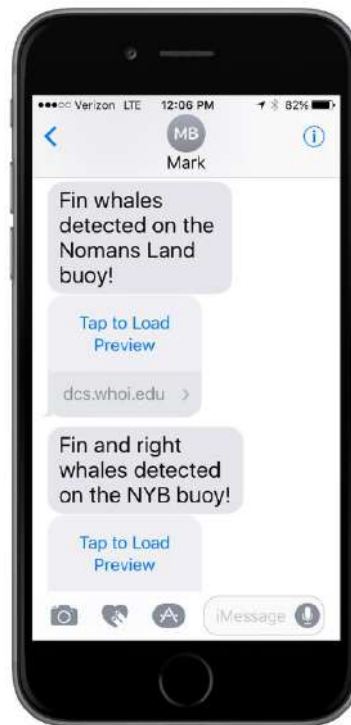
See http://dcs.whoi.edu/chiloe0419/chiloe0419_we04.shtml for more information

robots4whales.who.edu

Daily analyst review:

Date	Sei whale	Fin whale	Right whale	Humpback whale
09/04/2015				
09/03/2015				
09/02/2015				
09/01/2015				
08/31/2015				
08/30/2015				
08/29/2015				
08/28/2015				

Text message



Email message

Mark Baumgartner

To: undisclosed-recipients;;

Fin whales detected on the Nomans Land buoy

Time now: 12/13/16 12:00 EST

Fin whales detected on the Nomans Land buoy! Latest detections: 2.8 hours ago.

Fin whale detections:

12/12/16 18:09 EST (17.8 hr ago)
12/12/16 19:09 EST (16.8 hr ago)
12/12/16 20:09 EST (15.8 hr ago)
12/12/16 21:09 EST (14.8 hr ago)
12/12/16 23:09 EST (12.8 hr ago)
12/13/16 00:09 EST (11.8 hr ago)
12/13/16 01:09 EST (10.8 hr ago)
12/13/16 02:09 EST (9.8 hr ago)
12/13/16 02:24 EST (9.6 hr ago)
12/13/16 03:09 EST (8.8 hr ago)
12/13/16 05:09 EST (6.8 hr ago)
12/13/16 06:09 EST (5.8 hr ago)
12/13/16 07:09 EST (4.8 hr ago)
12/13/16 08:09 EST (3.8 hr ago)
12/13/16 09:09 EST (2.8 hr ago)

See <http://dcs.who.edu/nomans0916/nomans>

Whale Alert
app



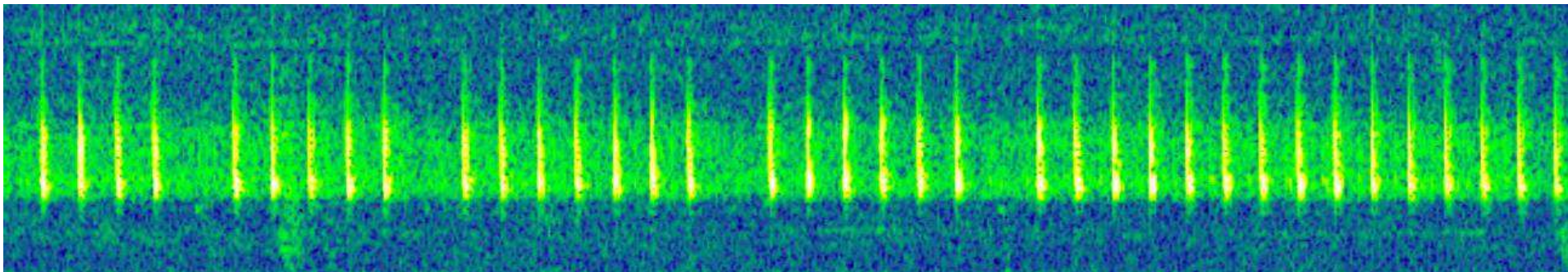
Coast Guard:
CG1View

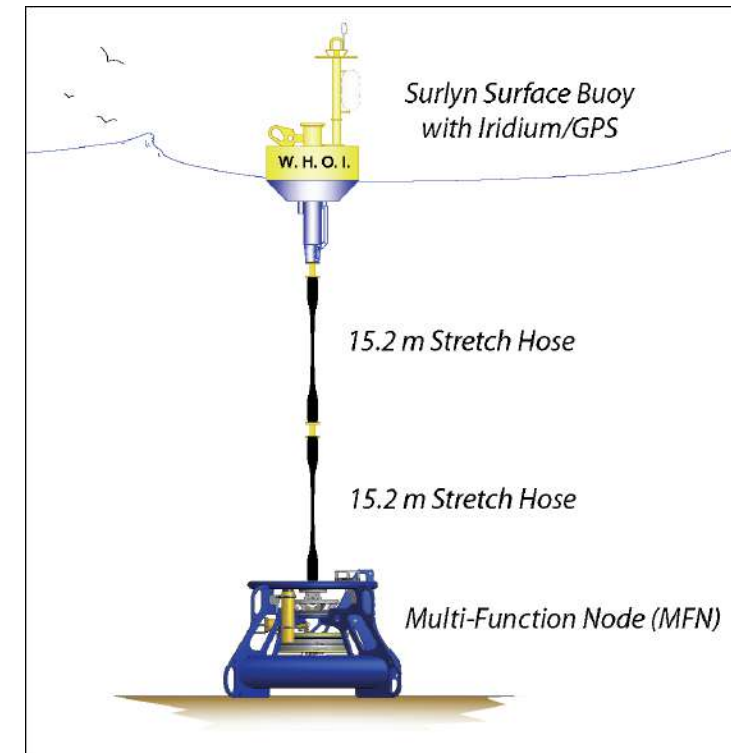
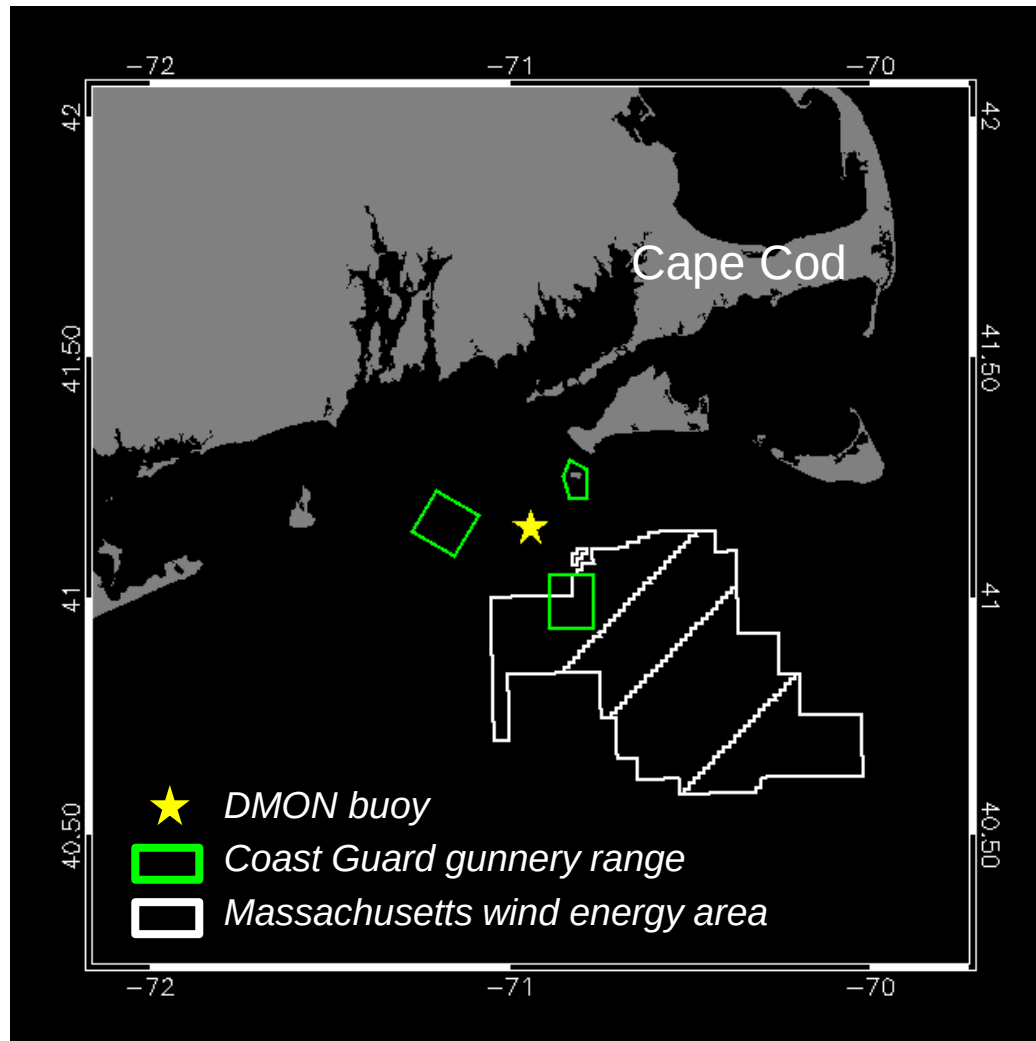
AIS (future)



El camino hacia un sistema de alerta acústico

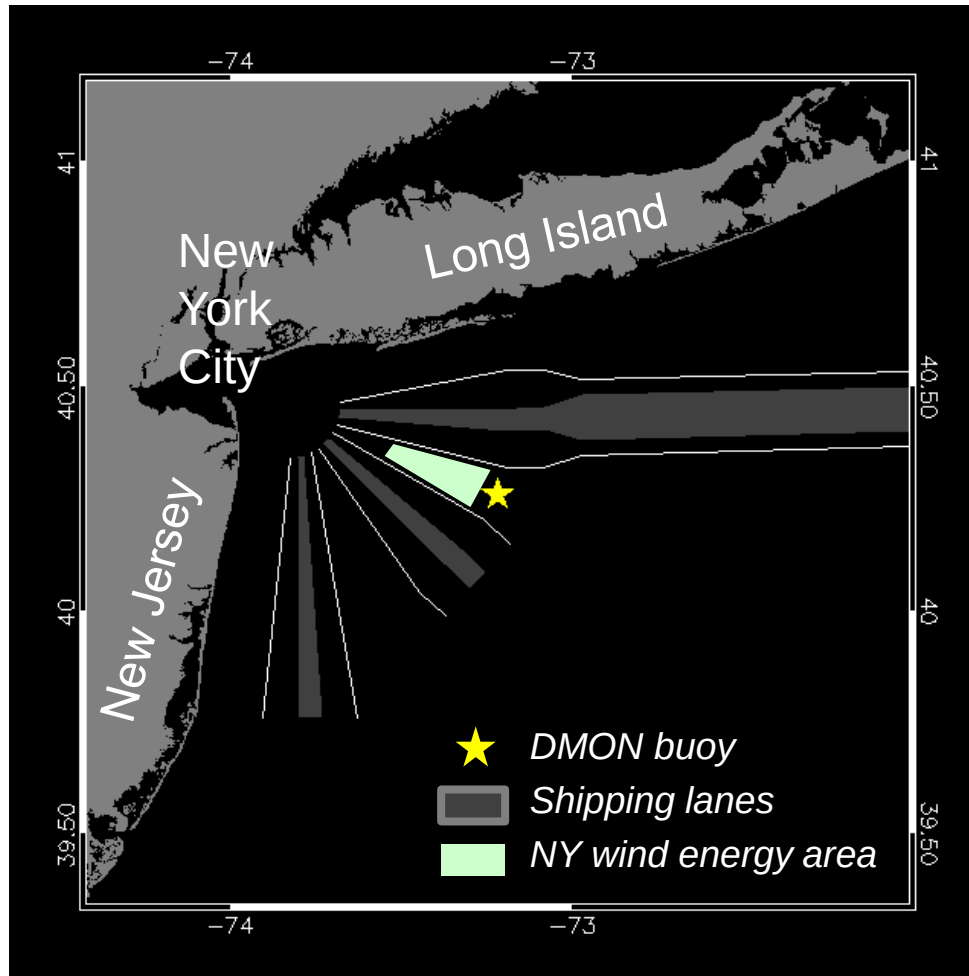
- ✓ Tecnología (DMON) implementada y funcionando
- ✓ Biblioteca de vocalizaciones para detectar especies del Pacífico Suroriental establecida
- ✓ Experiencia en anclajes del COPAS Sur-Austral en anclajes en la Patagonia y con el apoyo de WWF Chile, estamos afinando un diseño de anclaje para implementar una boya de alerta acústica en tiempo real en el Golfo Corcovado.
- A futuro, lo ideal sería una red de boyas en tiempo real y que podamos traspasar la capacidad de análisis a una agencia del estado.





- Además de restricciones legales estacionales en velocidad de embarcaciones en “Seasonal Management Areas”

Trabajo de Mark Baumgartner (WHOI) con Tim Cole, Peter Corkeron, y Sofie Van Parijs (NOAA NEFSC), y Andy Stokes (Coast Guard SE New England)



Chile, líder en conservación marina

- Chile es líder en conservación marina a nivel Latinoamericano
- Gran riqueza de recursos hidrobiológicos & 50% de las especies de cetáceos en el mundo, muchas vulnerables o en peligro
- Administrar Áreas Marinas Protegidas implica monitoreo y protección de hábitat (acústico) de las especies objetivos
- El aumento de actividades humanas implica mayor sobreposición con los cetáceos
- Mayor exigencia de evaluar los impactos acústicos en los proyectos que ingresan al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental

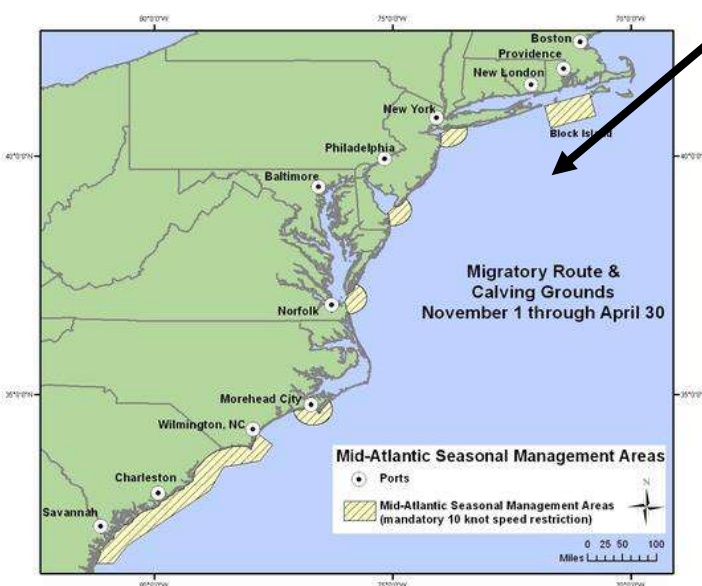
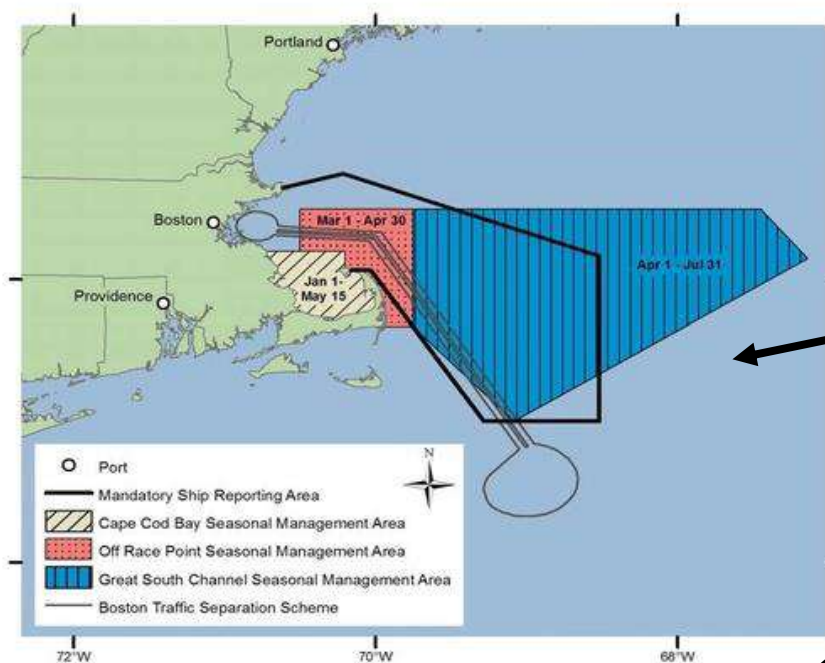
→ Futuro desarrollo de estrategias de mediano y largo plazo para reducir el ruido marino, y evaluar y mitigar sus impactos



Gracias

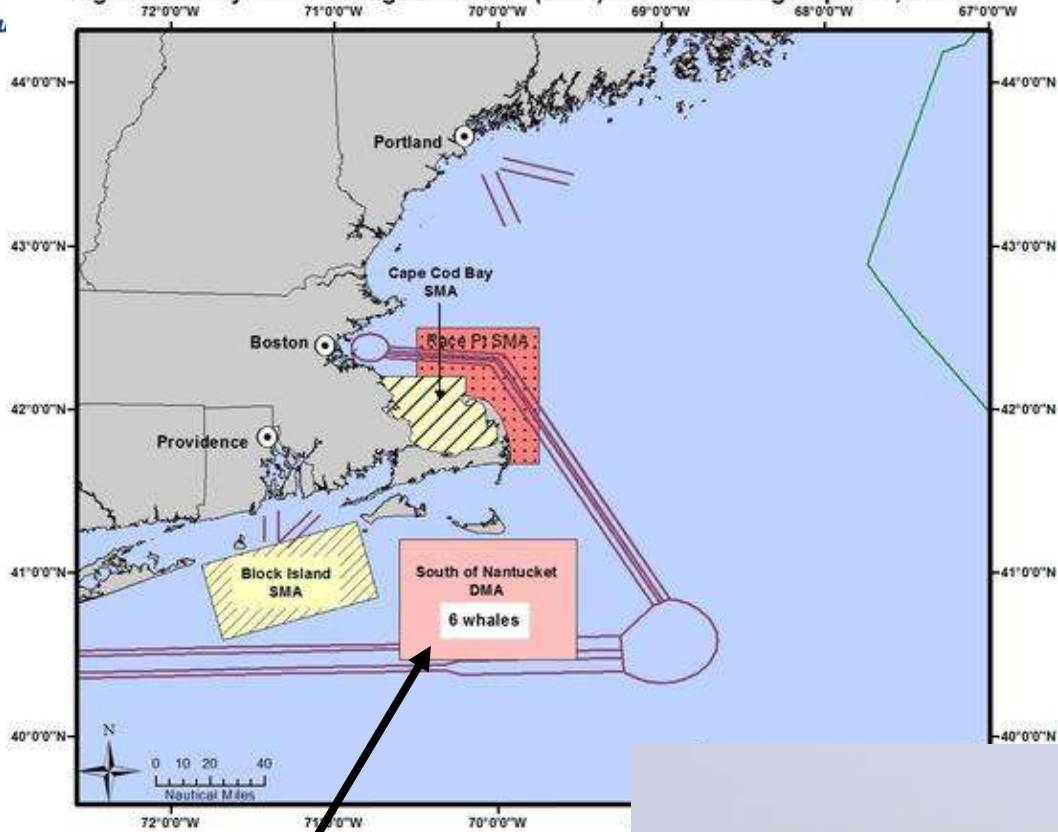
Areas de Manejo Estacional ("Seasonal Management Areas – SMA")

- Para proteger la Ballena franca del norte de colisiones fatales
- Embarcaciones sobre 19.8 m (65 ft) deben navegar a 10 nudos o menos
- Restricción estacional



Trabajo de Mark Baumgartner (WHOI)

Right Whale Dynamic Management Area (DMA) in effect through April 13, 2019



Current DMA

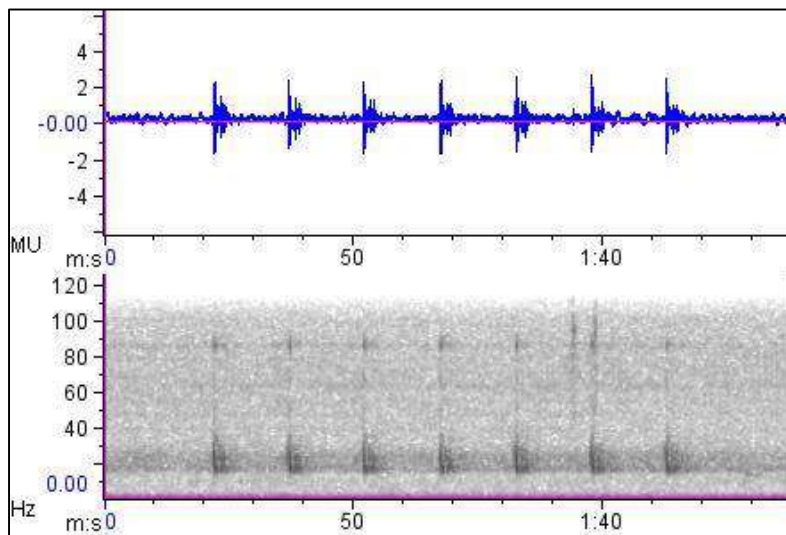


Areas de Manejo Dinamico ("Dynamic Management Areas - DMA")

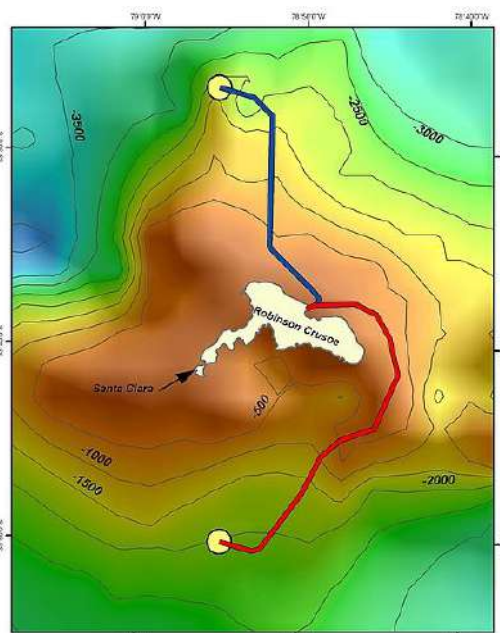
- Establecidos por observadores visuales
- Embarcaciones sobre 19.8 m (65 ft) deben navegar a 10 nudos o menos
- Voluntario
- *Se incorpora el monitoreo acústico pasivo para establecer la DMA*
- *Y el Coast Guard se contactara con las embarcaciones por VHF*

Trabajo de Mark Baumgartner (WHOI)

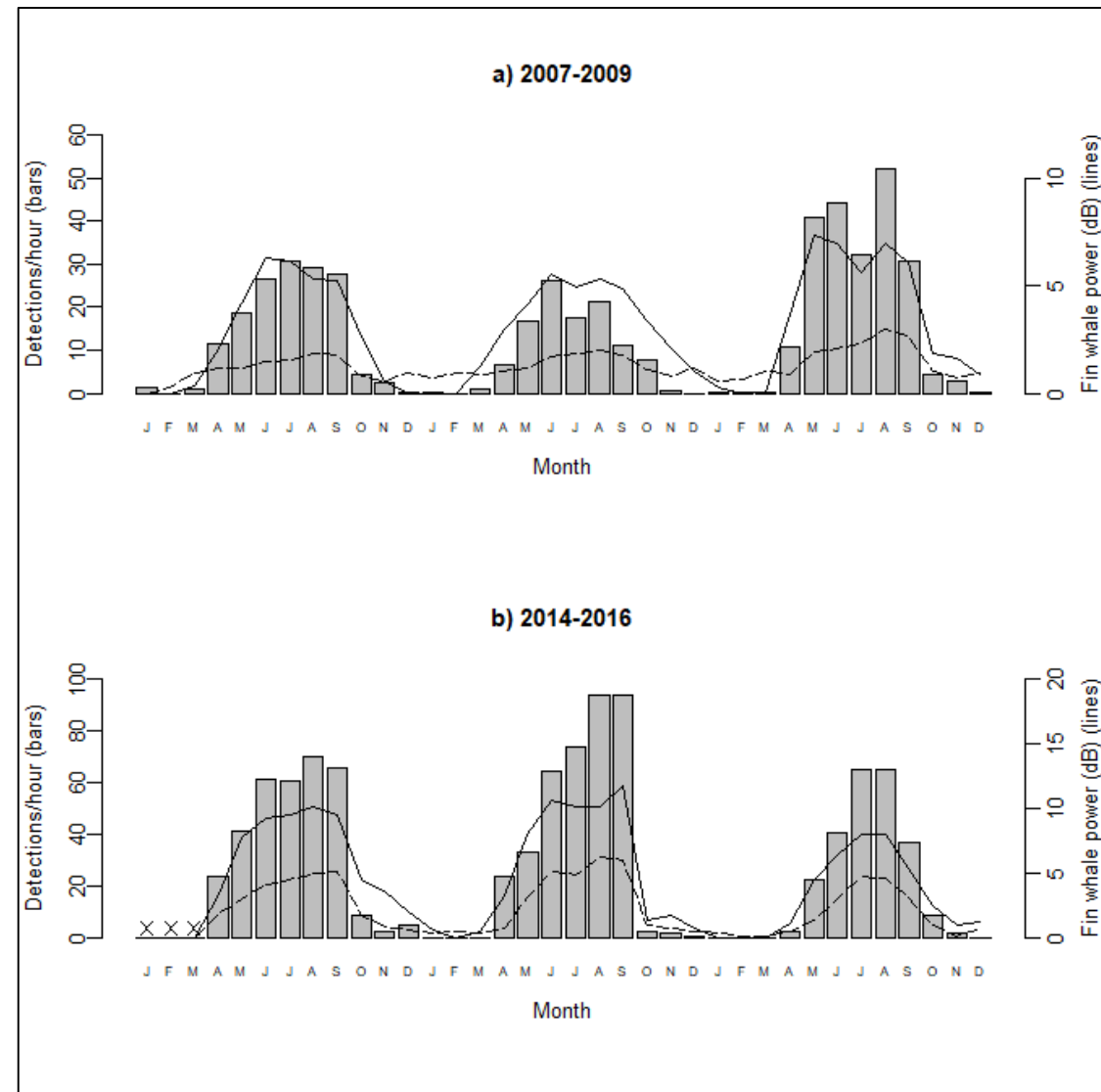
Monitoreando de ballenas en Juan Fernandez



Canto ballena fin



CTBTO
PREPARATORY COMMISSION
preparatory commission for the
comprehensive nuclear-test-ban
treaty organization



Marine soundscape planning: Seeking acoustic niches for anthropogenic sound

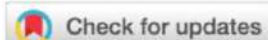
Original paper

Article history:

Received: 1 November 2017

Accepted: 9 February 2018

Published: 29 March 2018



*Correspondence:

IVO: ilse.van.opzeeland@awi.de

Peer review:

Double blind

Ilse Van Opzeeland^{1,2,*}, Olaf Boebel¹

¹*Ocean Acoustics Lab, Alfred-Wegener Institute, Helmholtz Center for Polar and Marine Research (AWI), Am Handelshafen 12, 27570, Bremerhaven, Germany*

²*Helmholtz Institute for Functional Marine Biodiversity (HIFMB), Carl von Ossietzky University, Oldenburg, Ammerländer Heerstrasse 231, 26129, Oldenburg, Germany*

Abstract

Both marine mammals and hydroacoustic instruments employ

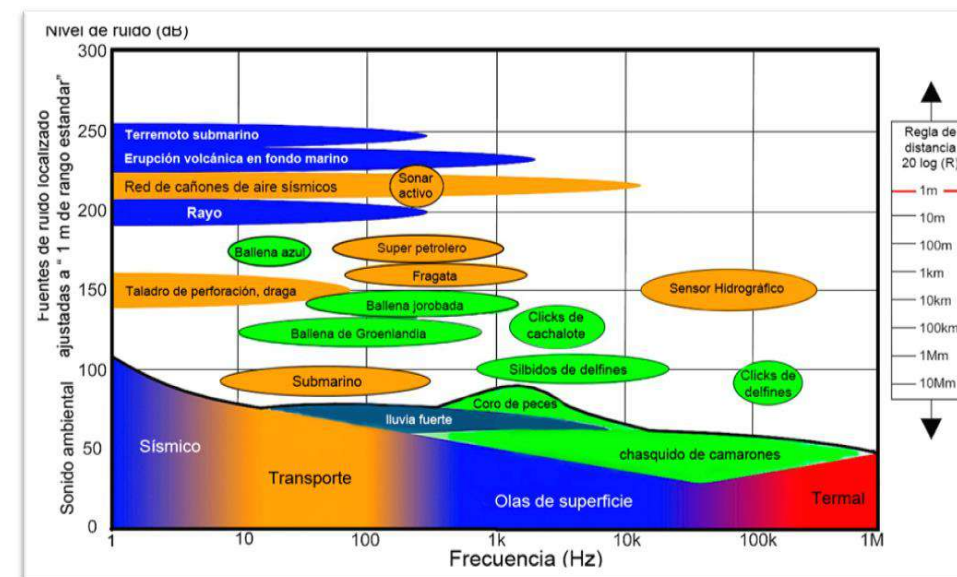
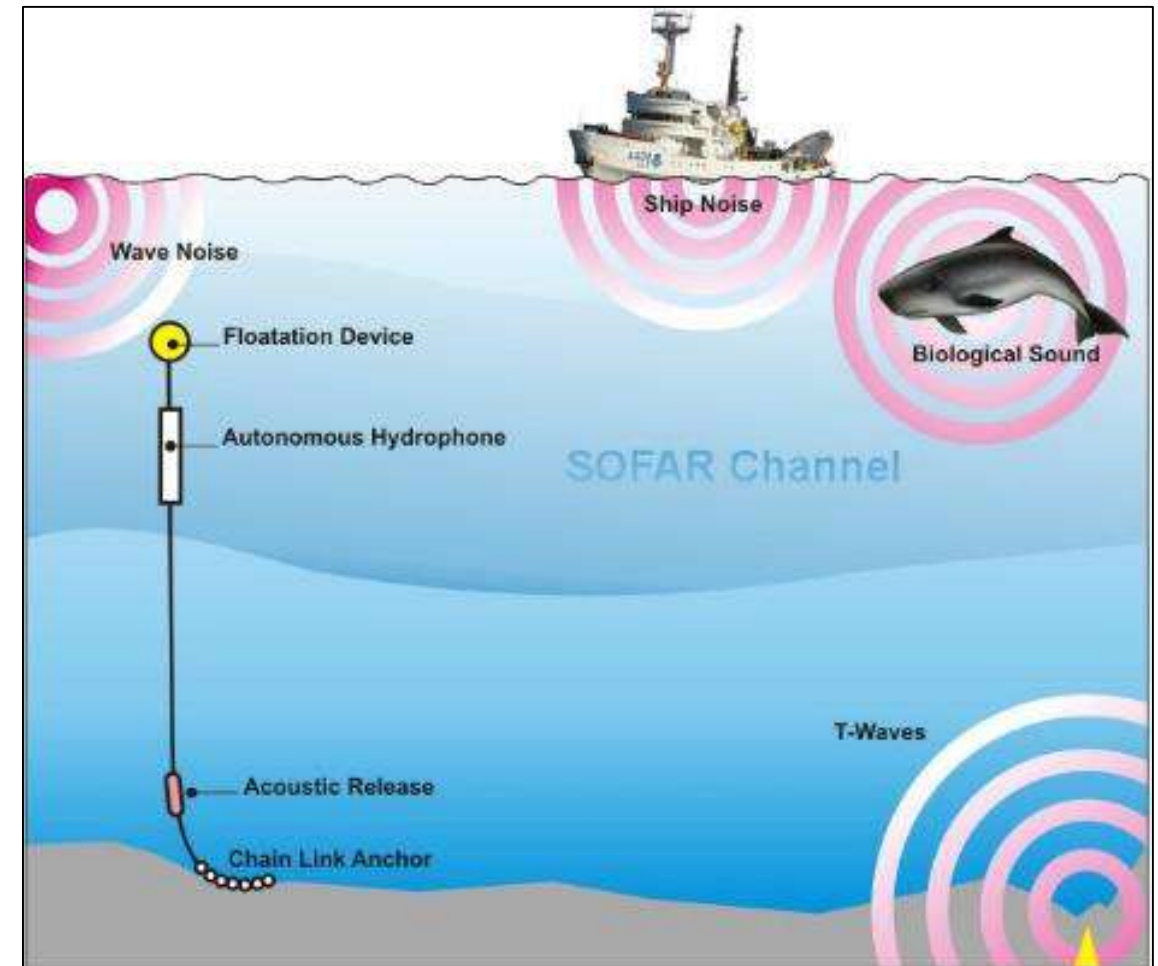


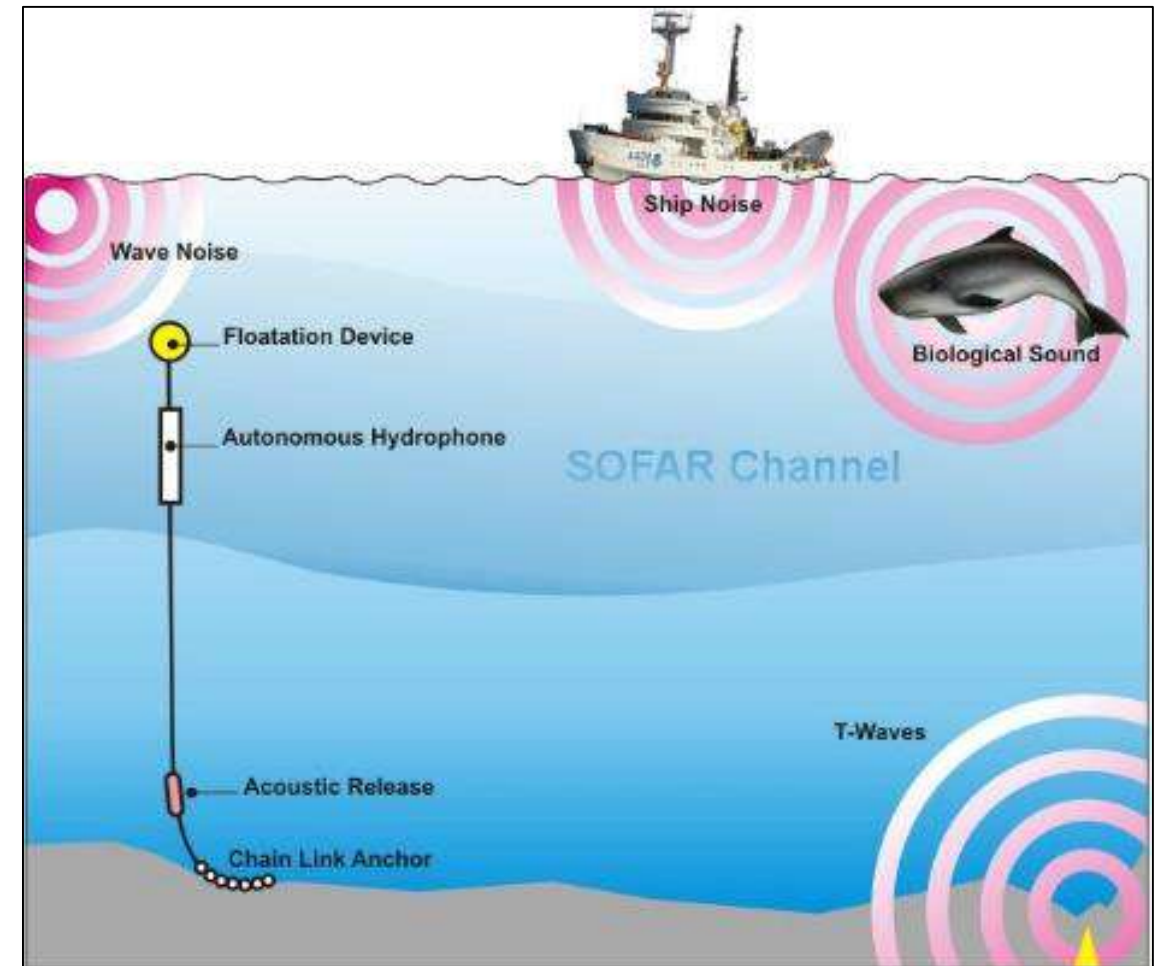
Figura 3. Niveles de energía y frecuencias de señales acústicas antropogénicas y naturales en el ambiente marino. Nivel de Fuente (presión acústica en dB; para niveles de fuentes localizados sería en dB_{ref} 1μPa @ 1m) versus Frecuencia (Hz) para fuente: Ospar Comisión, disponible en <http://www.ospar.org/work-areas/EIHA/NOISE>.

- Biofonía:

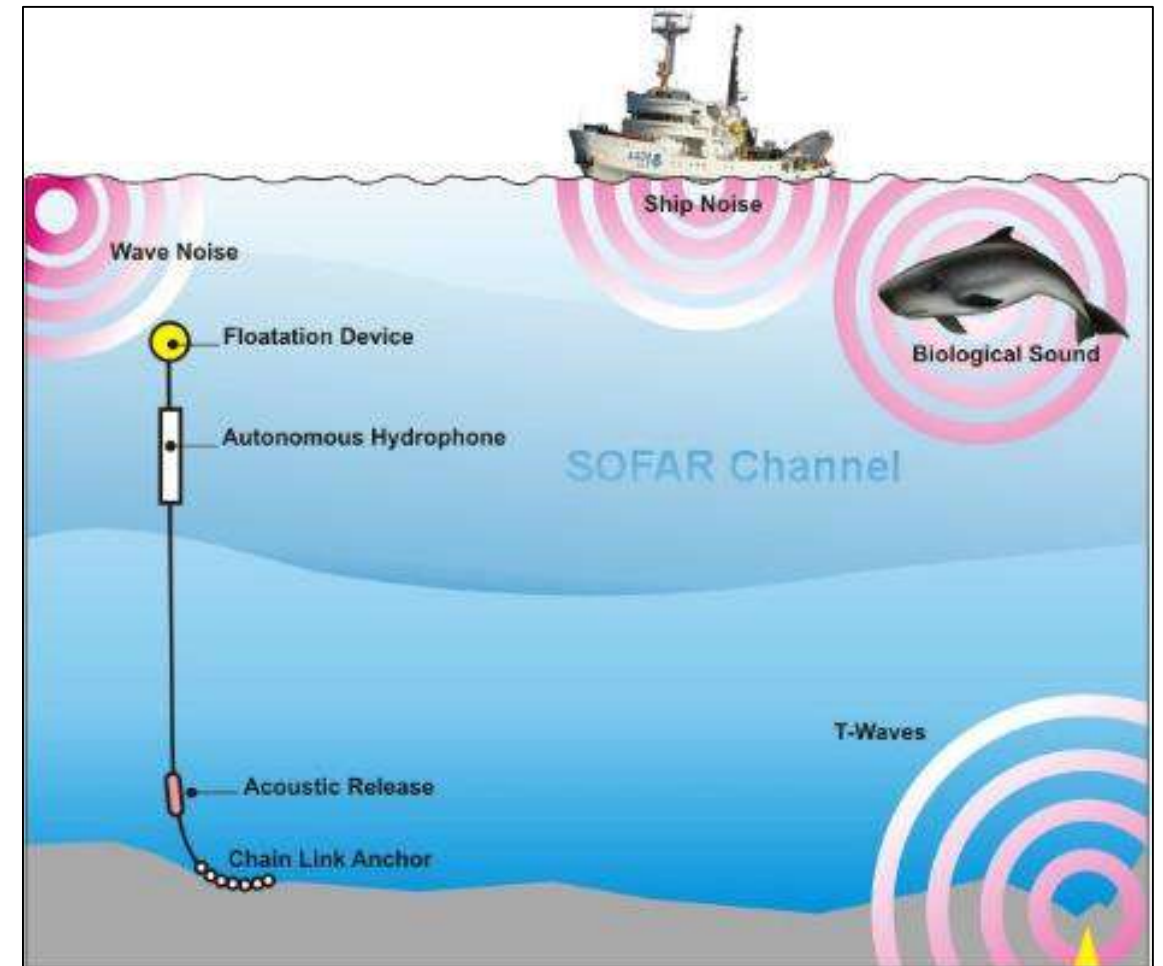
- Mamíferos marinos
- Peces
- Crustáceos
- Otros organismos que faltan estudiar...



- Biofonía:
 - Mamíferos marinos
 - Peces
 - Crustáceos
 - Otros organismos que faltan estudiar...
- Geofonía:
 - Viento
 - Oleaje
 - Terremotos



- Biofonía:
 - Mamíferos marinos
 - Peces
 - Crustáceos
 - Otros organismos que faltan estudiar...
- Geofonía:
 - Viento
 - Oleaje
 - Terremotos
- Antropofonía:
 - Motores
 - Sonares
 - Hincado de pilotes
 - Explosiones
 - Etc...



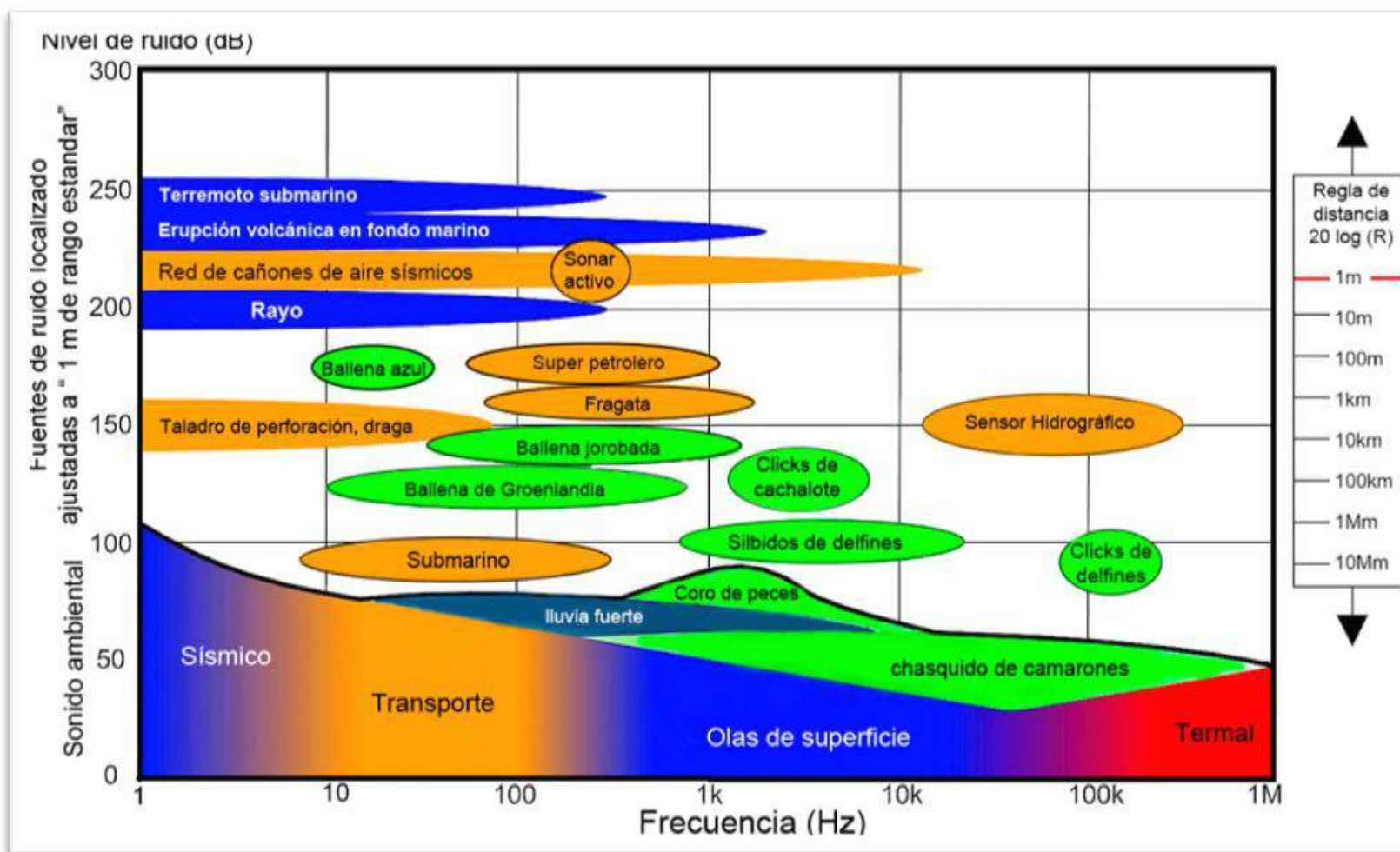


Figura 3. Niveles de energía y frecuencias de señales acústicas antropogénicas y naturales en el ambiente marino. Nivel de Fuente (presión acústica en dB; para niveles de fuentes localizados sería en dB $\text{ref } 1\mu\text{Pa} @ 1\text{m}$) versus Frecuencia (Hz) para fuente: Oskar Comisión, disponible en <http://www.ospar.org/work-areas/EIHA/NOISE>.