

**"Variabilidad y cambio climático a través de la lente de los Modelos de Distribución de Especies"**

Presentación de PowerPoint  
traducida con IA

## **Modelos de Distribución de Especies (MDE) en su forma más básica:**

distribución animal ~ ambiente

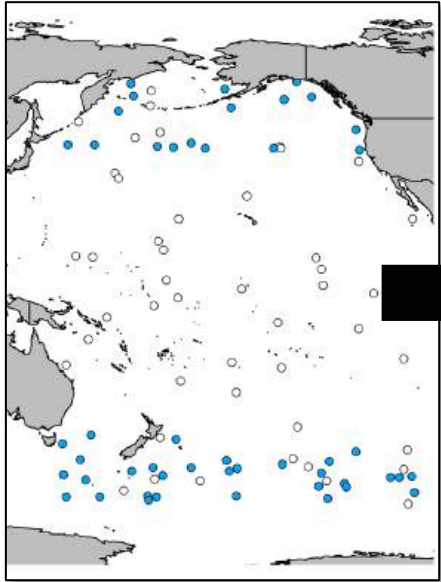
Propósito: 1) explicar cómo responden los animales al ambiente, 2) predecir las distribuciones de los animales a través del espacio y el tiempo

# Modelos de Distribución de Especies (MDE) en su forma más básica:

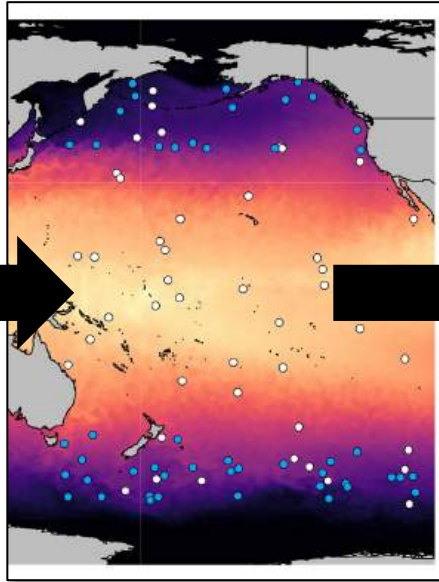
distribución animal ~ ambiente

Propósito: 1) explicar cómo responden los animales al ambiente, 2) predecir las distribuciones de los animales a través del espacio y el tiempo

distribución de animales

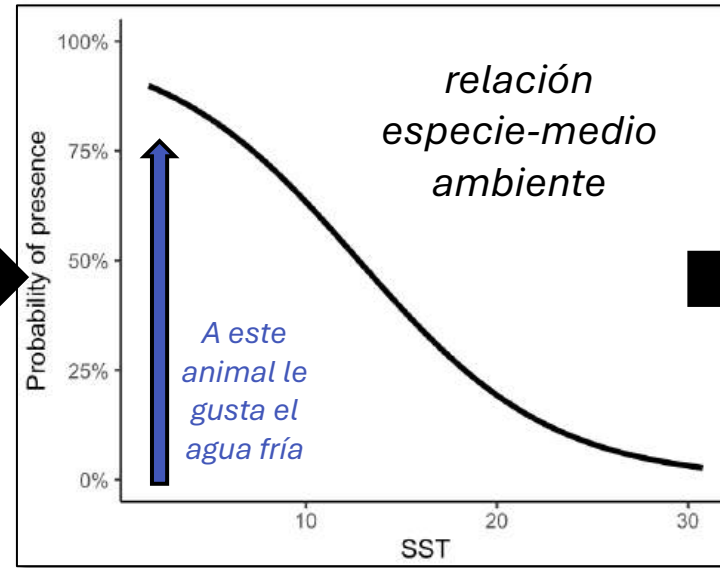


medio ambiente



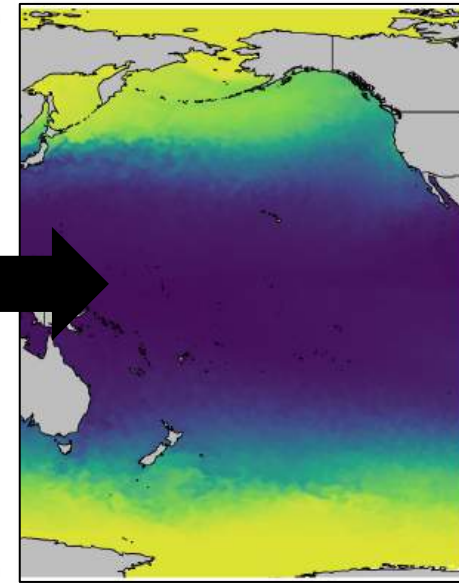
modelo (GLM)

explicación



Explicando cómo los animales responden al medio ambiente

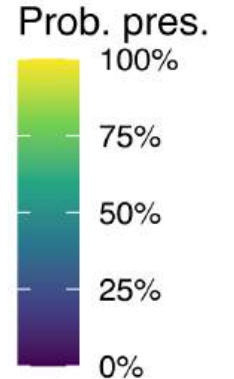
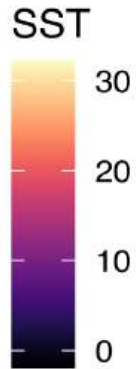
predicción



Prediciendo dónde es probable que estén los animales

## Observations

- Absent (0s)
- Present (1s)

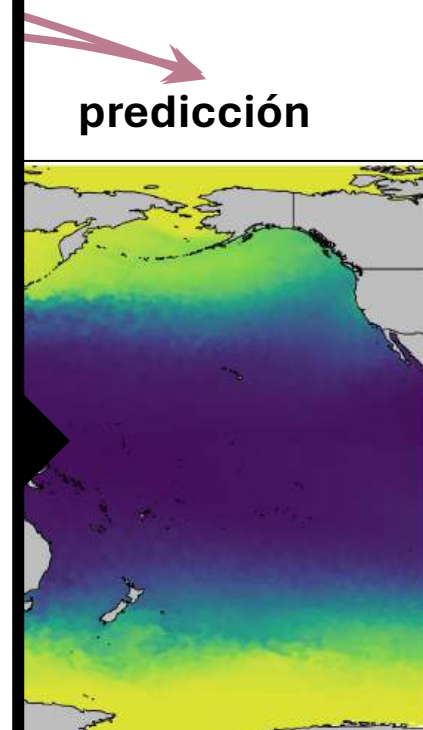
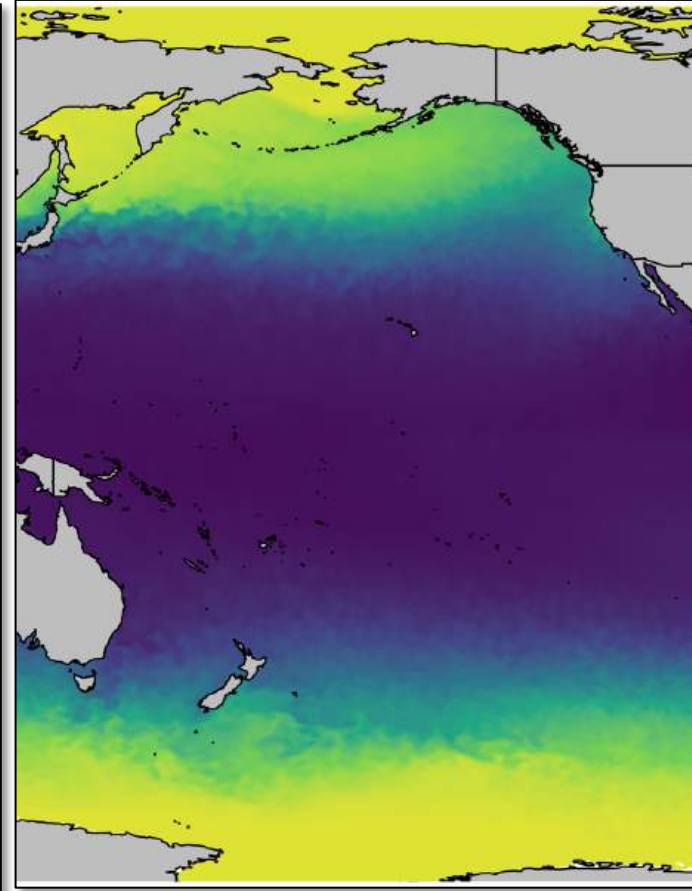
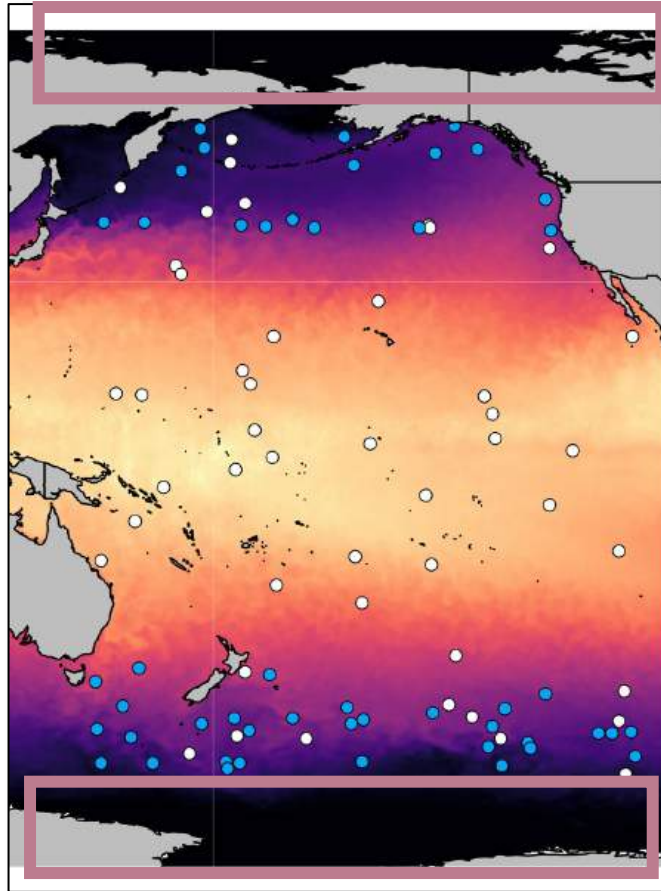
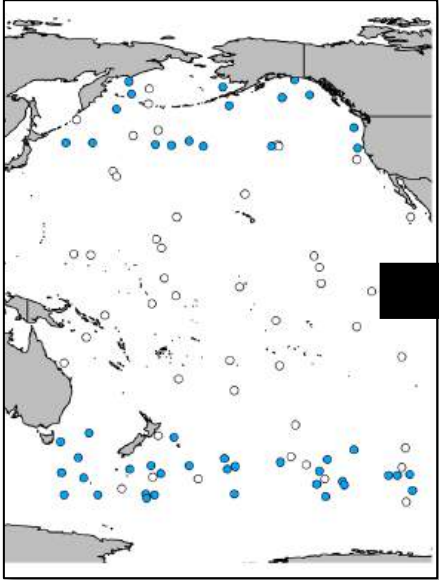


# Modelos de Distribución de Especies (MDE) en su forma más básica:

distribución animal ~ ambiente

Propósito: 1) explicar cómo responden los animales al ambiente, 2) predecir las distribuciones de los animales a través del espacio y el tiempo

distribución de animales

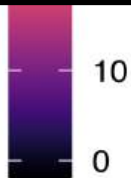


predicción

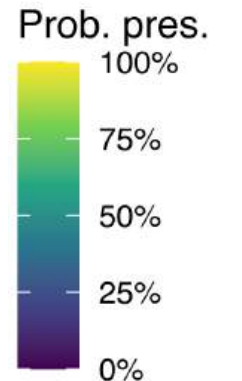
prediciendo dónde es probable que estén los animales

Observations

- Absent (0s)
- Present (1s)



Tener cuidado al extrapolar los SDMs

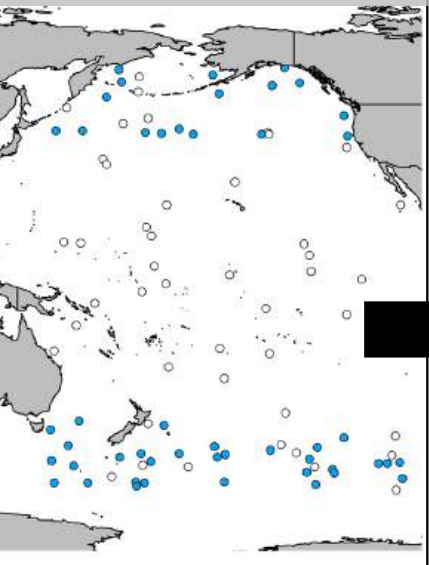


# Modelos de Distribución de Especies (SDMs) en la práctica:

distribución animal ~ ambiente

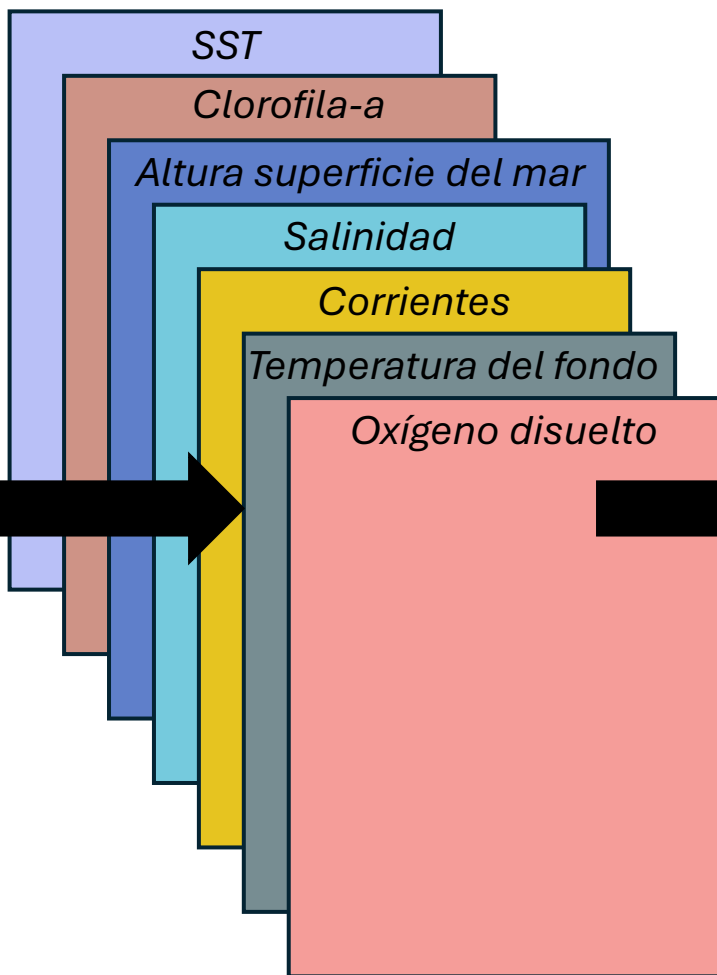
## distribución animal

**Datos de entrada:** registro, datos del observador, desembarcos, telemetría, encuesta, dieta, distribución de embarcaciones: AIS, VMS



**Respuesta:** probabilidad de presencia, abundancia, densidad, tamaño, delicia, CPUE

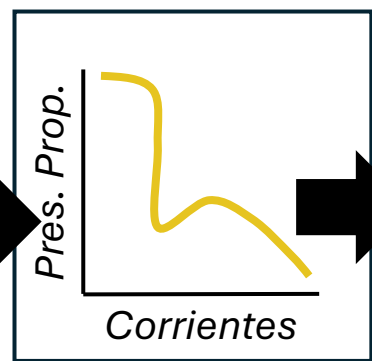
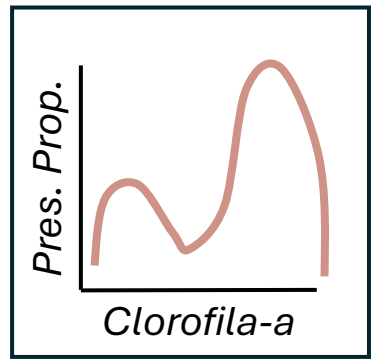
## ambiente



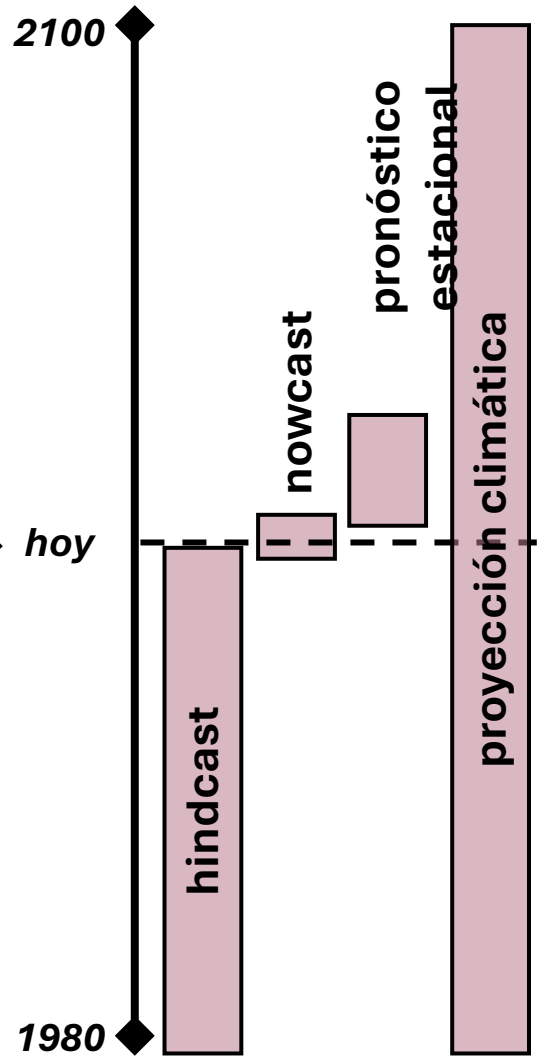
RF, GAM, BART, INLA, sdmTMB, VAST, maxent, GLMM, GAMM

Modelo más flexible (BRT)

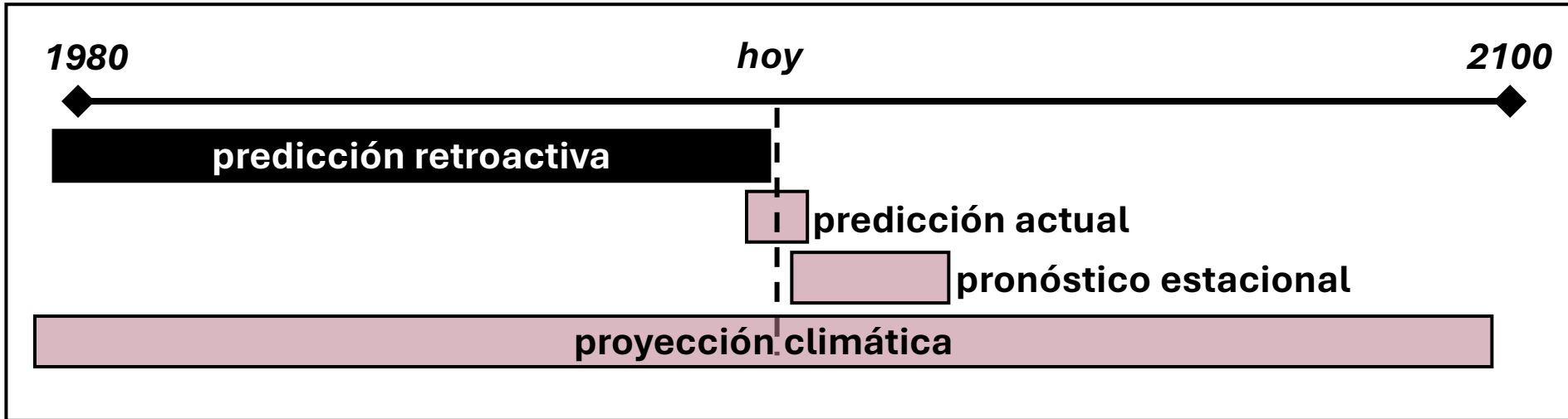
## explicación



## predicción



## Lo que ocurrió en el pasado



Cuantificación de los impactos ecológicos de eventos (p. ej., olas de calor marinas, El Niño, hipoxia, HABs, etc.)

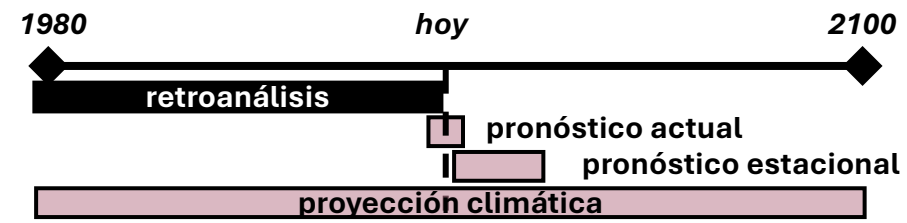
Cuantificación del impacto de los últimos ~40 años de calentamiento a largo plazo

Análisis retrospectivo de acciones de gestión (p. ej., cierres de pesca, reglas de desplazamiento, retrasos estacionales)

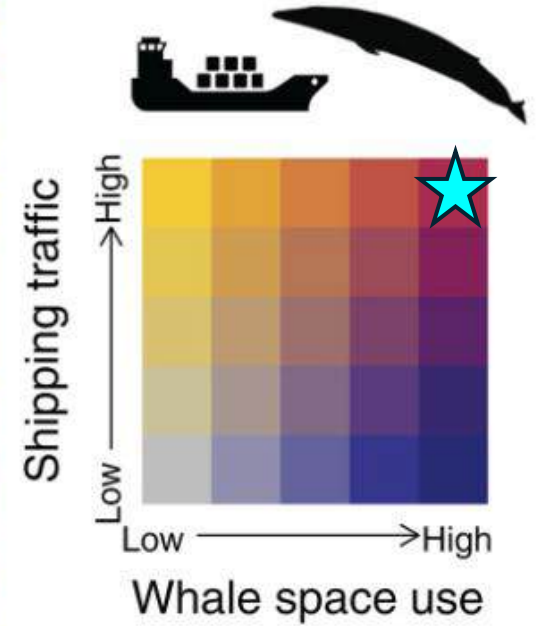
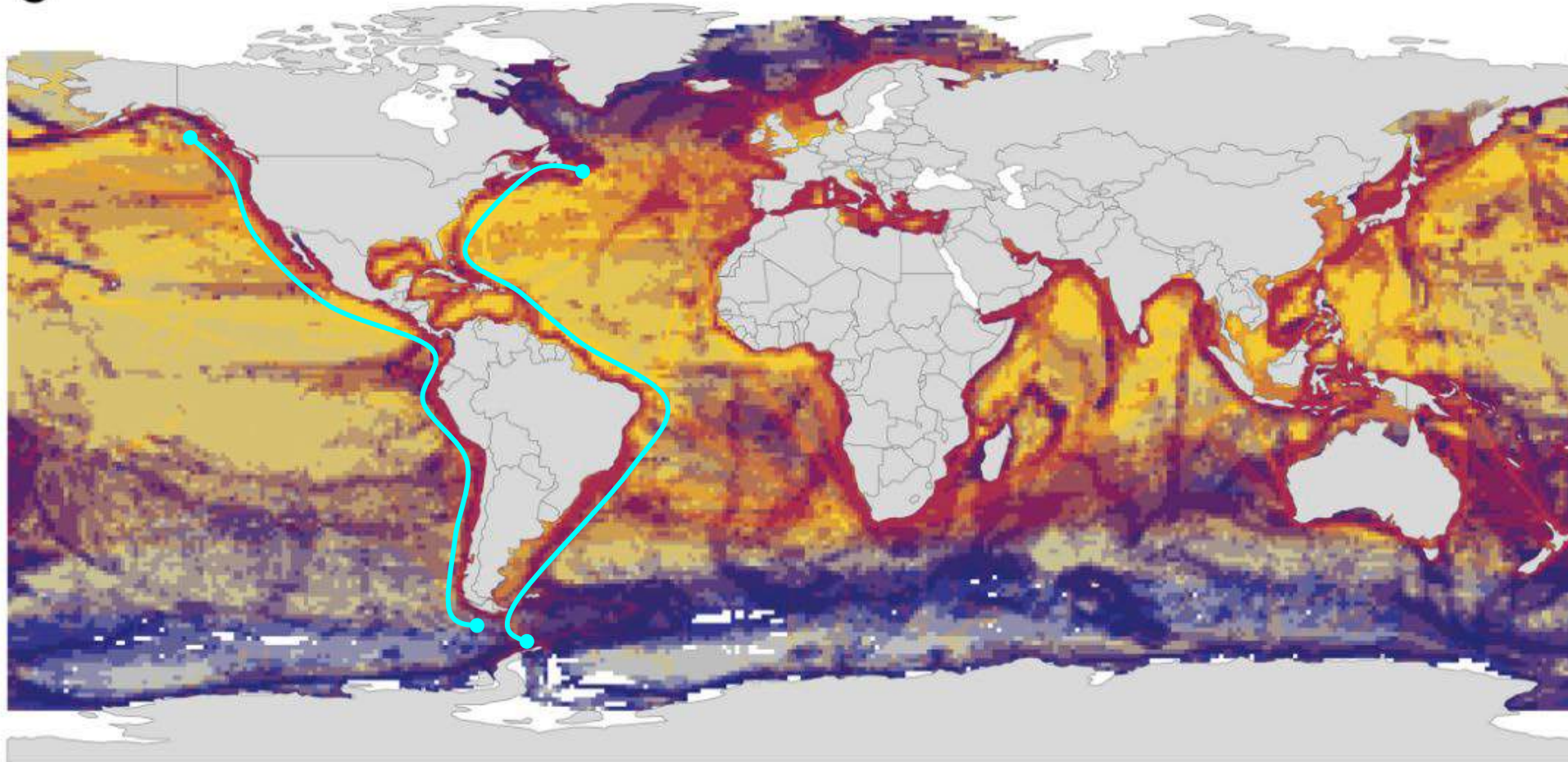
# Los SDM se pueden utilizar para:

## Mapear el conflicto entre humanos y vida salvaje

SDM integrado (múltiples tipos de datos) ~ medio ambiente superpuesto con la actividad de navegación AIS



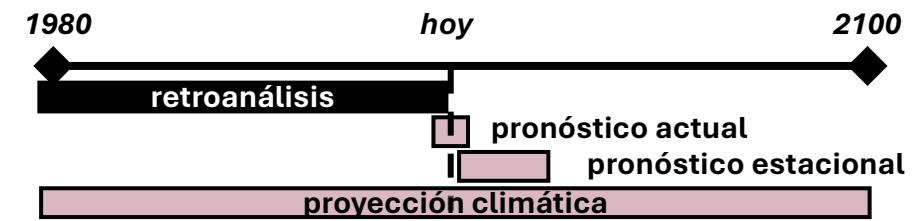
C



# Los SDMs pueden ser utilizados para:

## Examinar retroactivamente los impactos de los cierres de pesquerías

Presencia/seudo-ausencia de ballenas basada en telemetría y encuestas ~ entorno



Entanglement tradeoffs

Test zone closures

Fishing zones to close

- Zone 1
- Zone 2
- Zone 3
- Zone 4
- Zone 5
- Zone 6
- Zone 7

How much fisheries effort to displace

20%

Closure date range:

Nov 2009 - Dec 2009

**Calculate tradeoffs**

Zone map

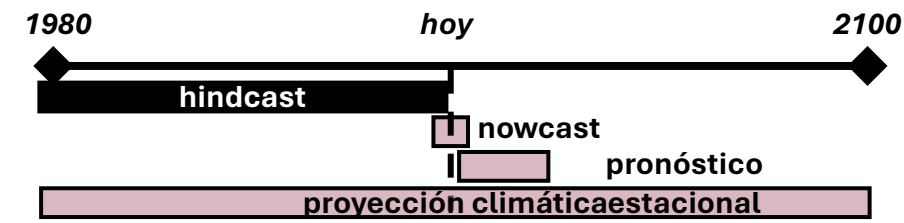
A map of the California coast showing seven fishing zones. Zone 1 is dark blue, Zone 2 is light blue, Zone 3 is yellow, Zone 4 is red, Zone 5 is dark blue, Zone 6 is dark blue, and Zone 7 is dark blue. The map includes a zoom control (+/-) and a Leaflet/OpenStreetMap attribution at the bottom.

Promulgar cierres hipotéticos de zonas de pesca para examinar los compromisos entre mantener los ingresos pesqueros y evitar el riesgo de enredos de ballenas

# Los SDMs pueden ser utilizados para:

Examinar retroactivamente los impactos de los cierres de pesquerías

Presencia/ausencia pseudo de ballenas basada en telemetría y encuestas ~ medio ambiente



## Entanglement tradeoffs



Test zone closures



Fishing zones to close

- Zone 1
- Zone 2
- Zone 3
- Zone 4
- Zone 5
- Zone 6
- Zone 7

How much fisheries effort to displace

20%

Closure date range:

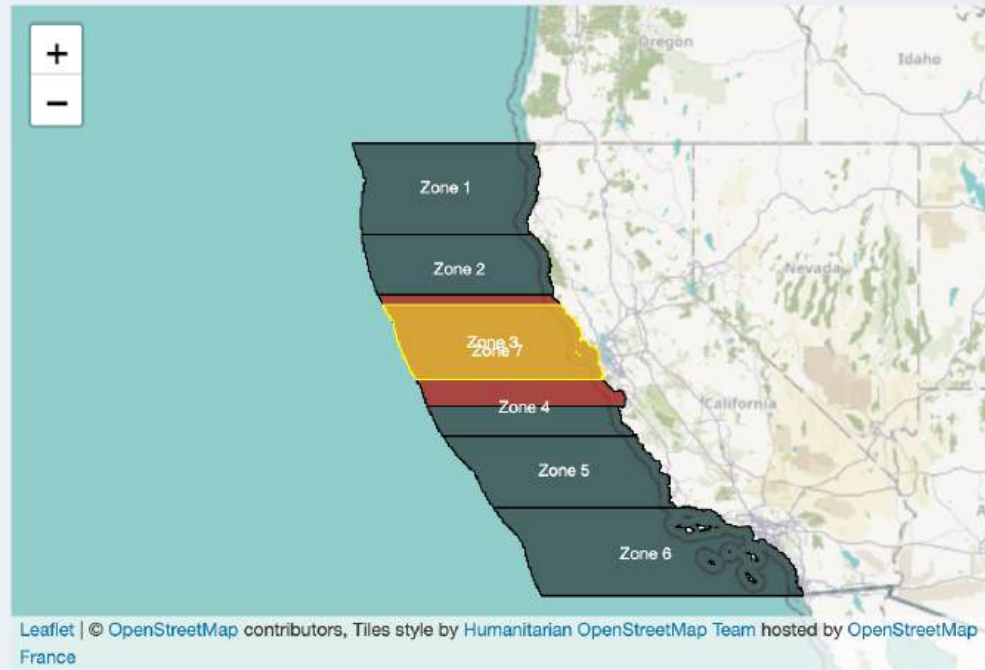
Nov 2009



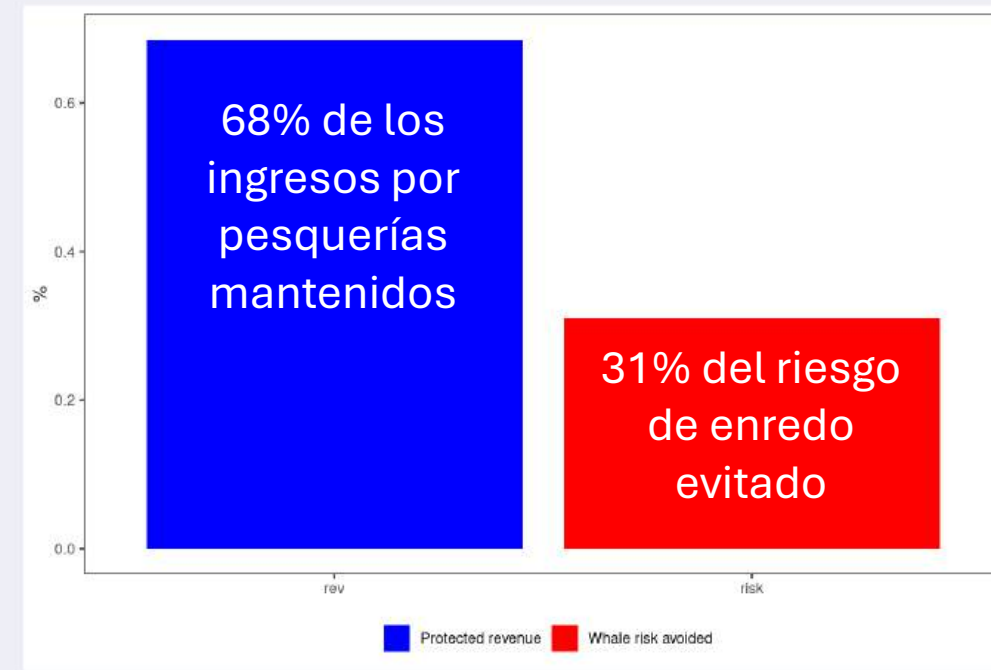
Dec 2009

**Calculate tradeoffs**

Zone map



Trade-offs (mean)



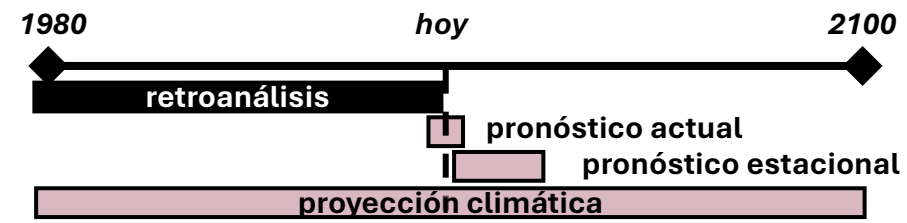
Summary. If you close Zone 3 from Nov 2009 to Dec 2009 with 20% fisheries effort displacement, you protect 68% of \$5,335,044 in revenue, and avoid 31% of 0.97 in whale risk

Best scenario. For the same time-period (Nov 2009 to Dec 2009) and the same fisheries effort displacement (20%), the best scenario is to close Zone 1, Zone 2, Zone 4. This scenario protects 52% of revenue, and avoids 48% of whale risk.

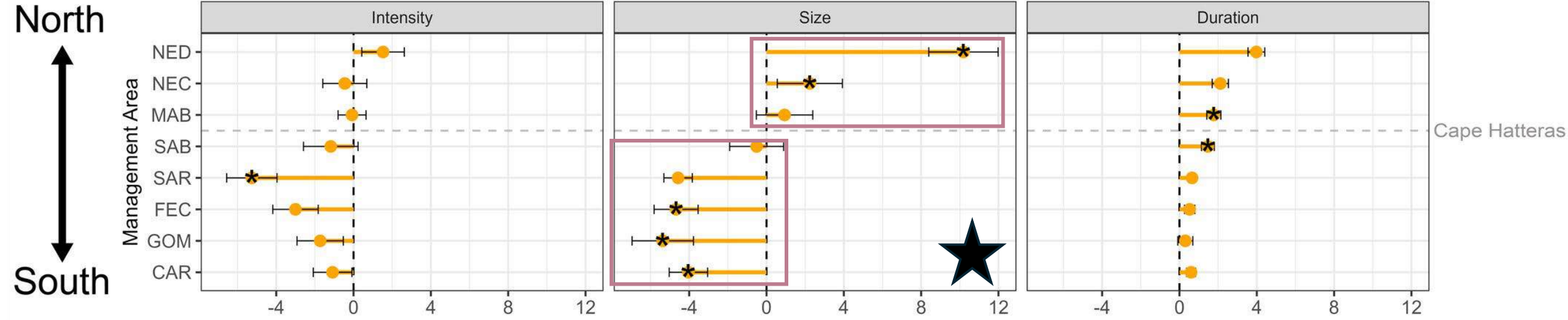
# Los SDMs VDMs se pueden utilizar para:

Entender los impactos de las olas de calor marinas en las flotas de pesca pelágica

Presencia/seudo-ausencia de pesca basada en AIS ~ medio ambiente



(a) U.S. Atlantic Longline



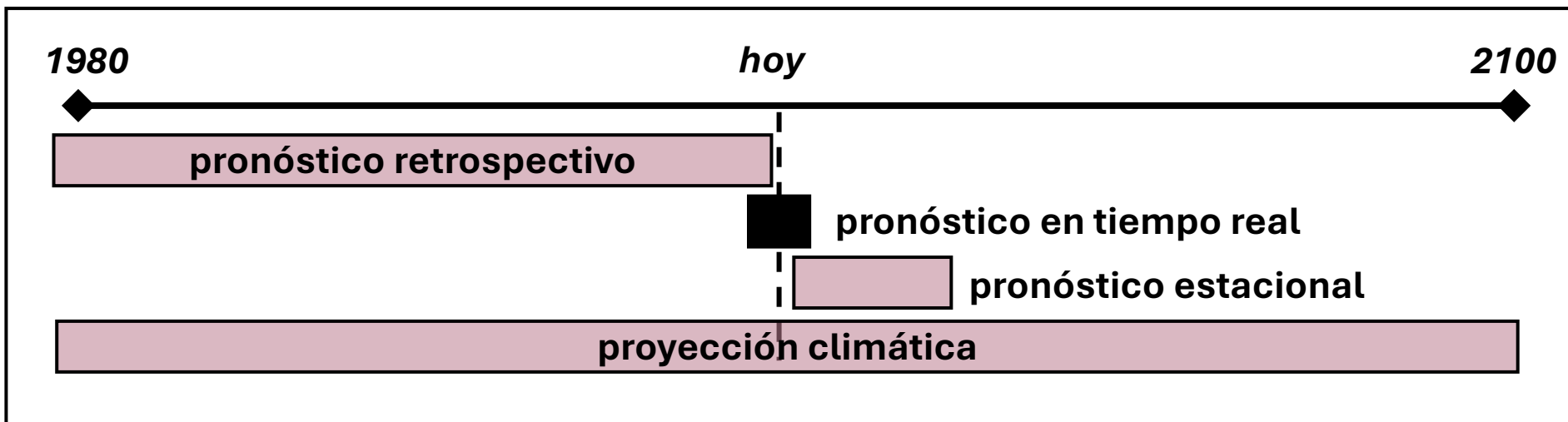
% cambio en el área del núcleo de terrenos de pesca

Las flotas del norte ganan área de pesca durante grandes MHWs, las flotas del sur pierden área de pesca



El tamaño de los MHW tiene más impacto en las flotas pesqueras que la intensidad o duración del MHW

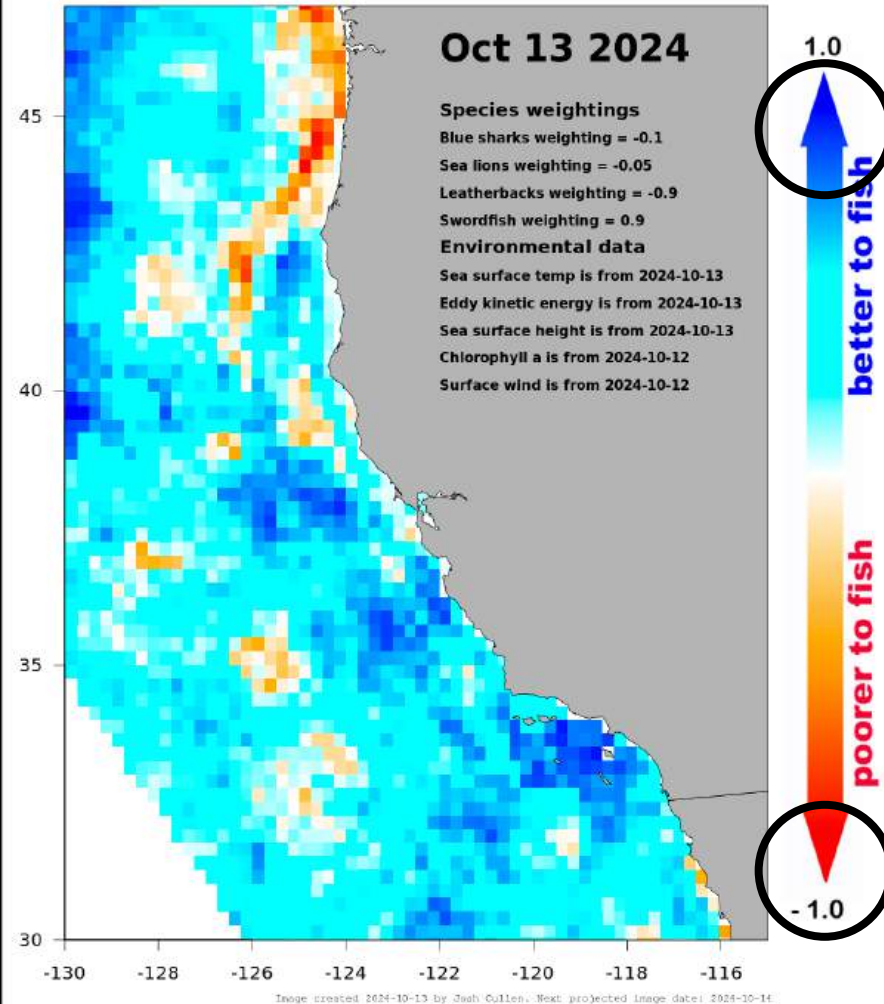
## ¿Qué está pasando ahora?



Información en tiempo real sobre dónde deberían pescar los barcos

Información en tiempo real para guiar cierres dinámicos de pesquerías

Información en tiempo real sobre el estado del océano (por ejemplo, ¿cómo está afectando una ola de calor marina en curso al ecosistema?)



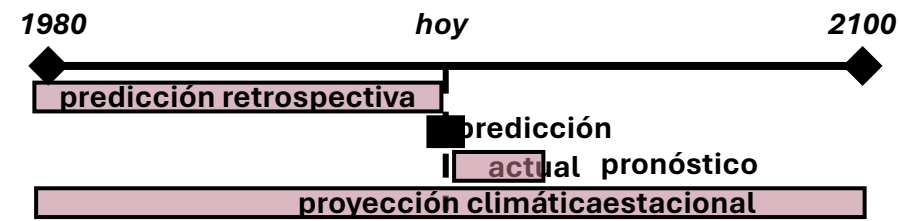
EcoCast is a dynamic ocean management tool that aims to minimize fisheries bycatch and maximize fisheries target catch in real-time. Map shows daily relative bycatch:target catch probabilities. Species weightings reflect management priorities and recent catch events. Environmental data are used to predict where species are likely to be each day.

Contacts: [elliott.hazen@noaa.gov](mailto:elliott.hazen@noaa.gov) and [heather.welch@noaa.gov](mailto:heather.welch@noaa.gov)  
 Environmental Research Division, SWFSC, NMFS, NOAA  
 99 Pacific Street, Monterey CA 93940, USA



Más probable encontrar pez espada (especie objetivo) que especies de captura incidental (tortuga laúd, león marino, tiburón azul)

Más probable encontrar especies de captura incidental (tortuga laúd, león marino, tiburón azul) que pez espada (especie objetivo)



**Las SDM pueden ser utilizadas para:**  
 Recomendar aguas que son mejores y peores para pescar hoy basadas en las distribuciones de captura incidental y especies objetivo.

Telemetría y presencia/ausencia pseudo-observada de ballenas en base a pesca ~ medio ambiente

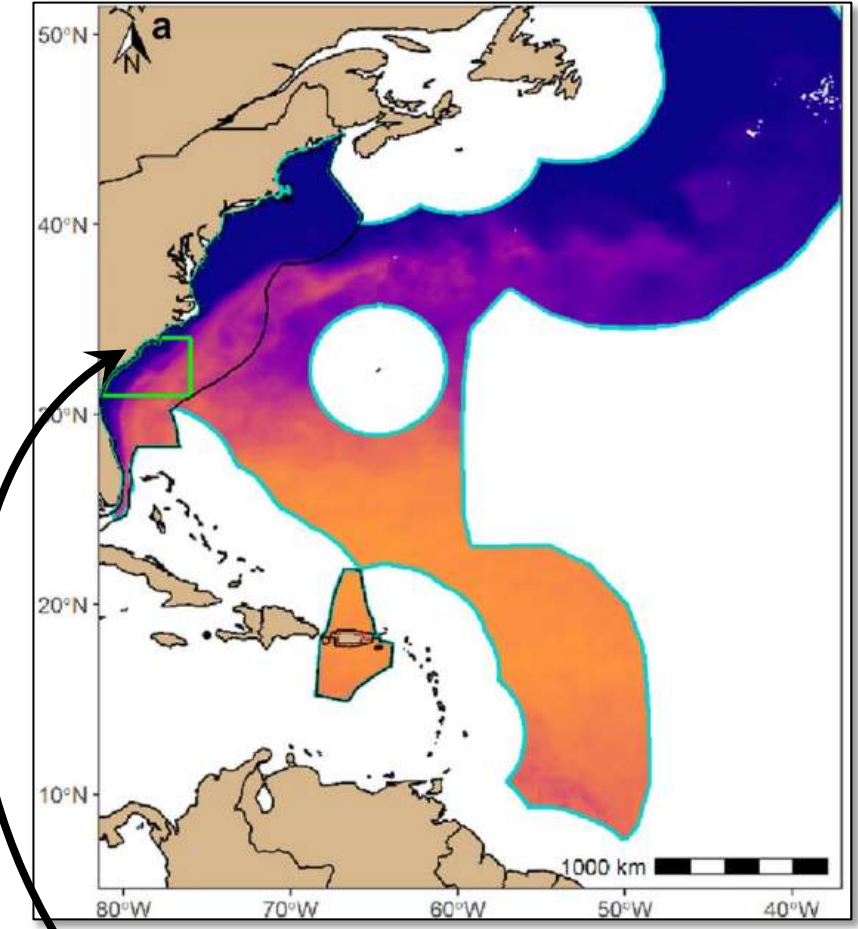
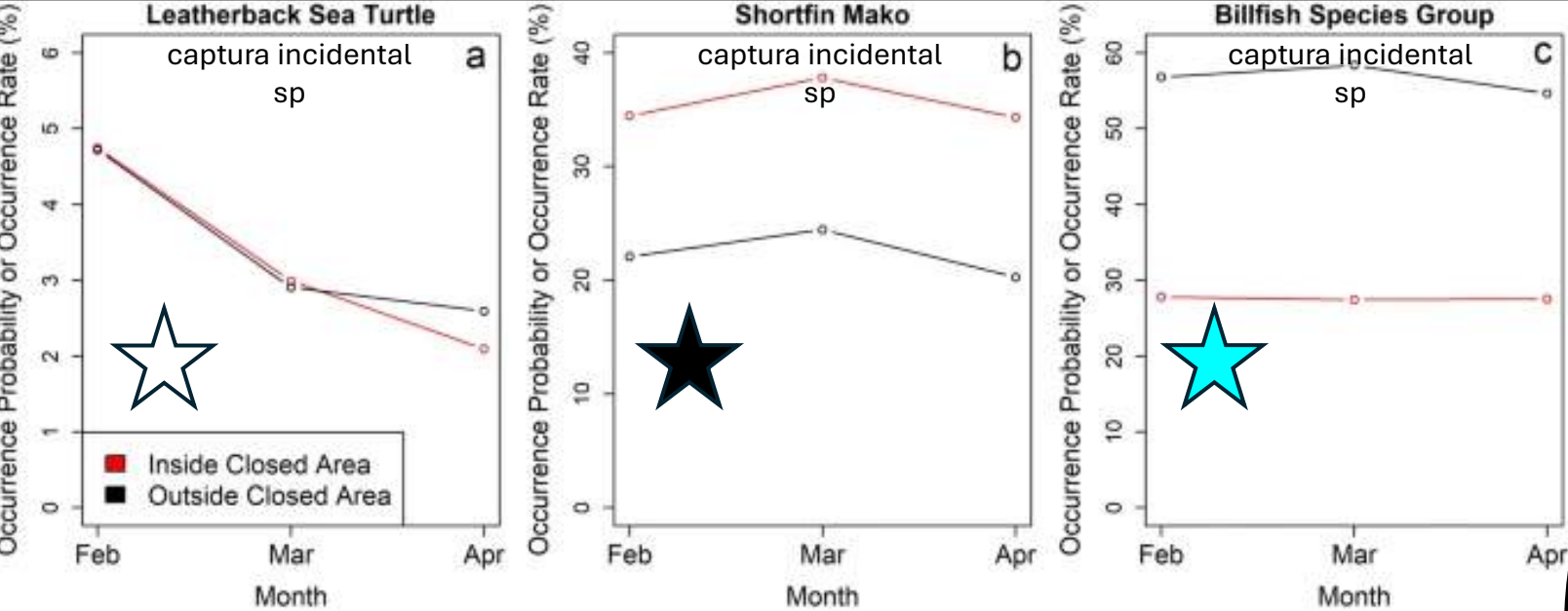
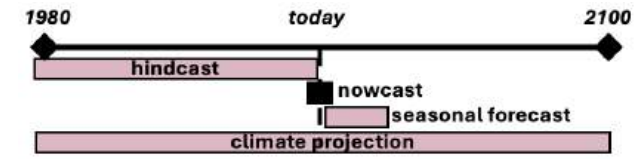
<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/ecocast/explorer.html>

Hazen et al. Una herramienta dinámica de gestión de océanos para reducir la captura incidental y apoyar la pesca sostenible. 2018.

# Los SDM se pueden utilizar para:

Evaluar el rendimiento en tiempo real de los cierres pesqueros

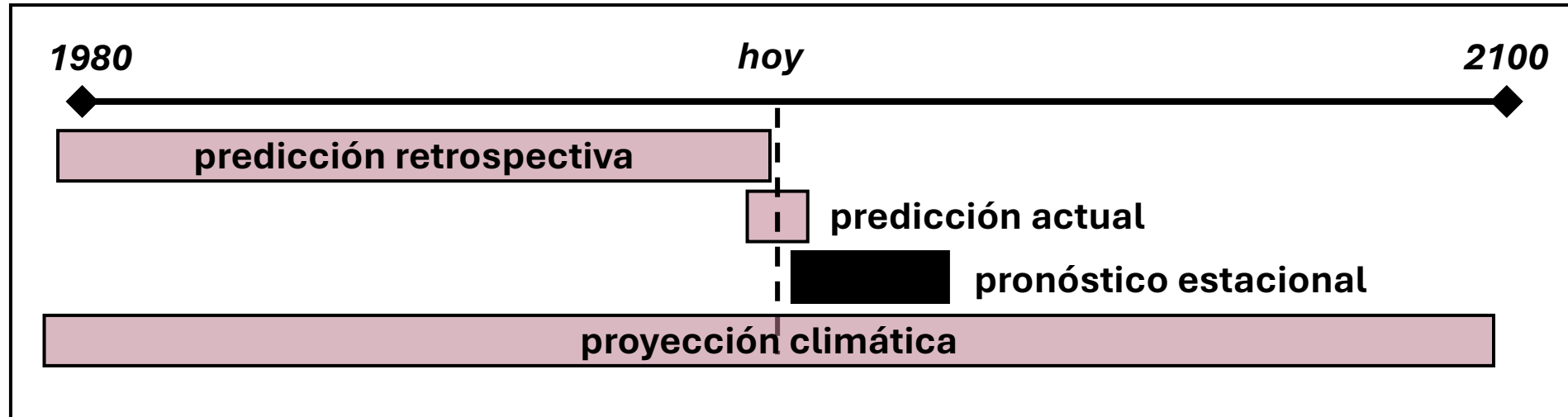
HMS basado en observadores ~ medio ambiente



- ☆ El cierre no protege aguas con alta probabilidad de ocurrencia de tortugas laúd
- ★ Y no protege las aguas con alta probabilidad de ocurrencia de peces de pico
- ★ Pero sí protege aguas con alta probabilidad de ocurrencia de mako

Cierre de Charleston Bump

## Lo que sucederá de 1 a 12 meses a partir de ahora



Advertencia anticipada de posibles cierres de pesca

Advertencia avanzada de un aumento en el riesgo de captura incidental

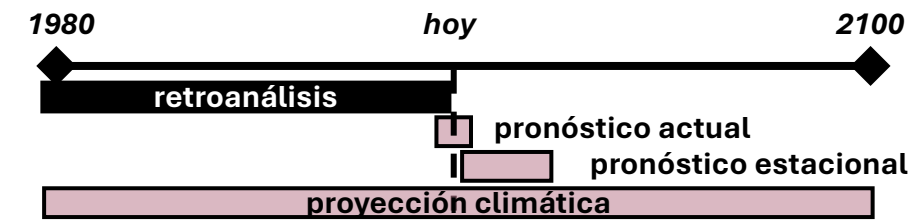
Información avanzada sobre las ubicaciones de las especies objetivo

# Los SDMs se pueden usar para:

Mejorar la eficiencia económica de la pesca

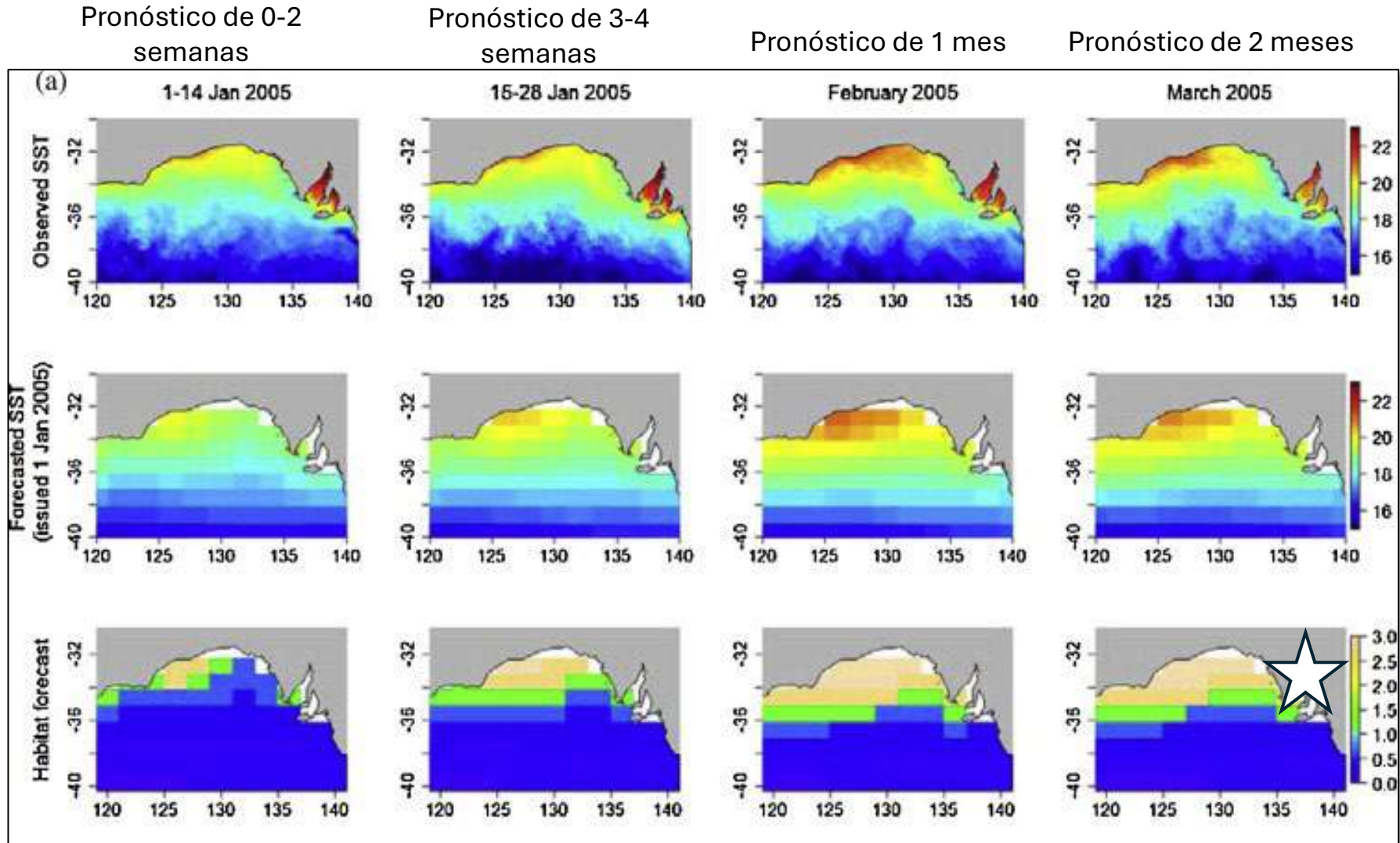
Presencia del atún rojo basada en telemetría ~ temperatura

No es un SDM verdadero, sino un marco similar a un SDM



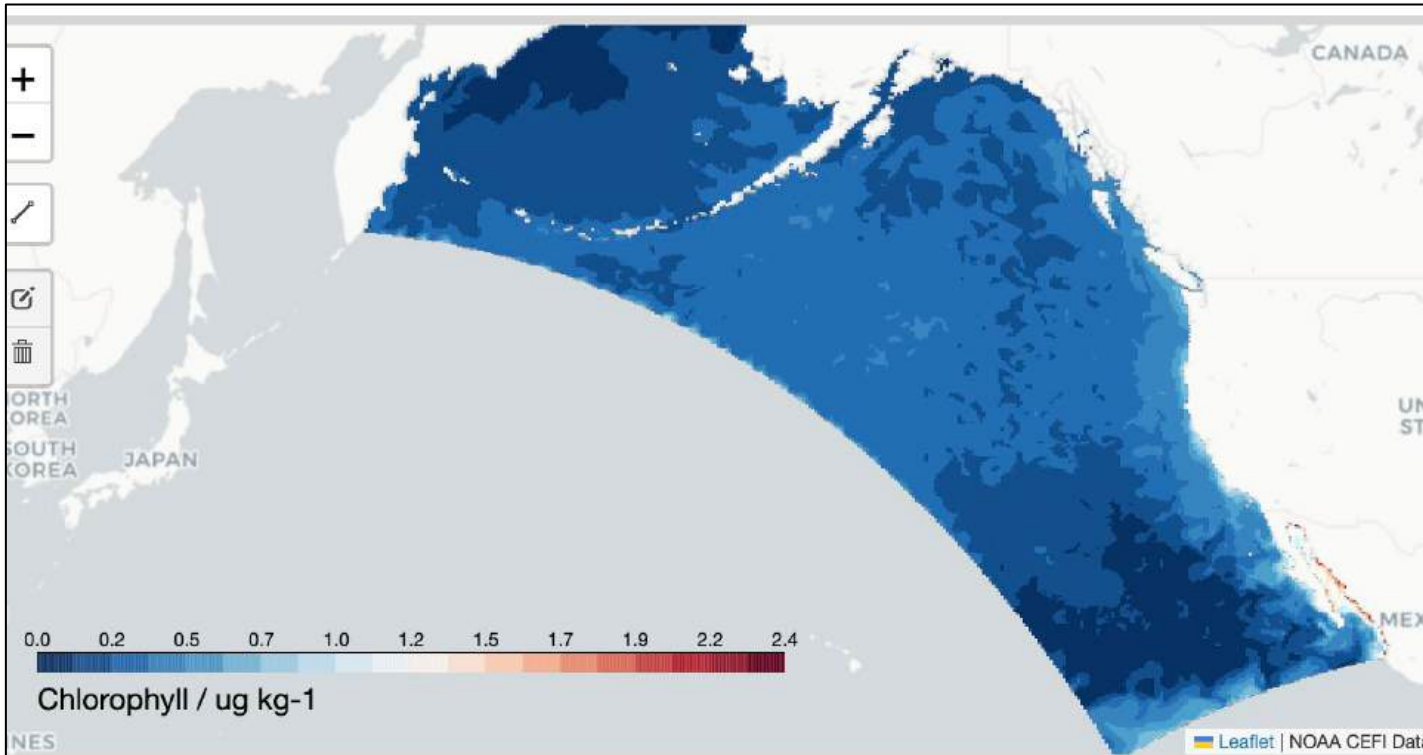
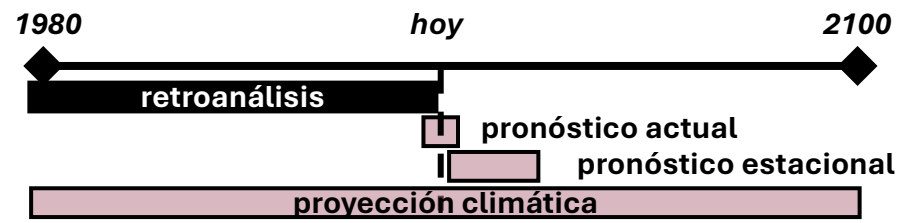
Los atunes aleta azul son capturados por embarcaciones de cerco y transferidos a embarcaciones de remolque para su transporte en vivo al puerto. La velocidad a la que se mueven las embarcaciones de remolque (<5 km/h) impide movimientos rápidos a nuevas áreas, por lo que las embarcaciones deben estar preposicionadas en áreas donde el atún aleta azul es abundante

★ Los pronósticos del hábitat del atún aleta azul tenían habilidad dos meses en el futuro



# La capacidad de pronóstico del SDM del Pacífico está a punto de expandirse:

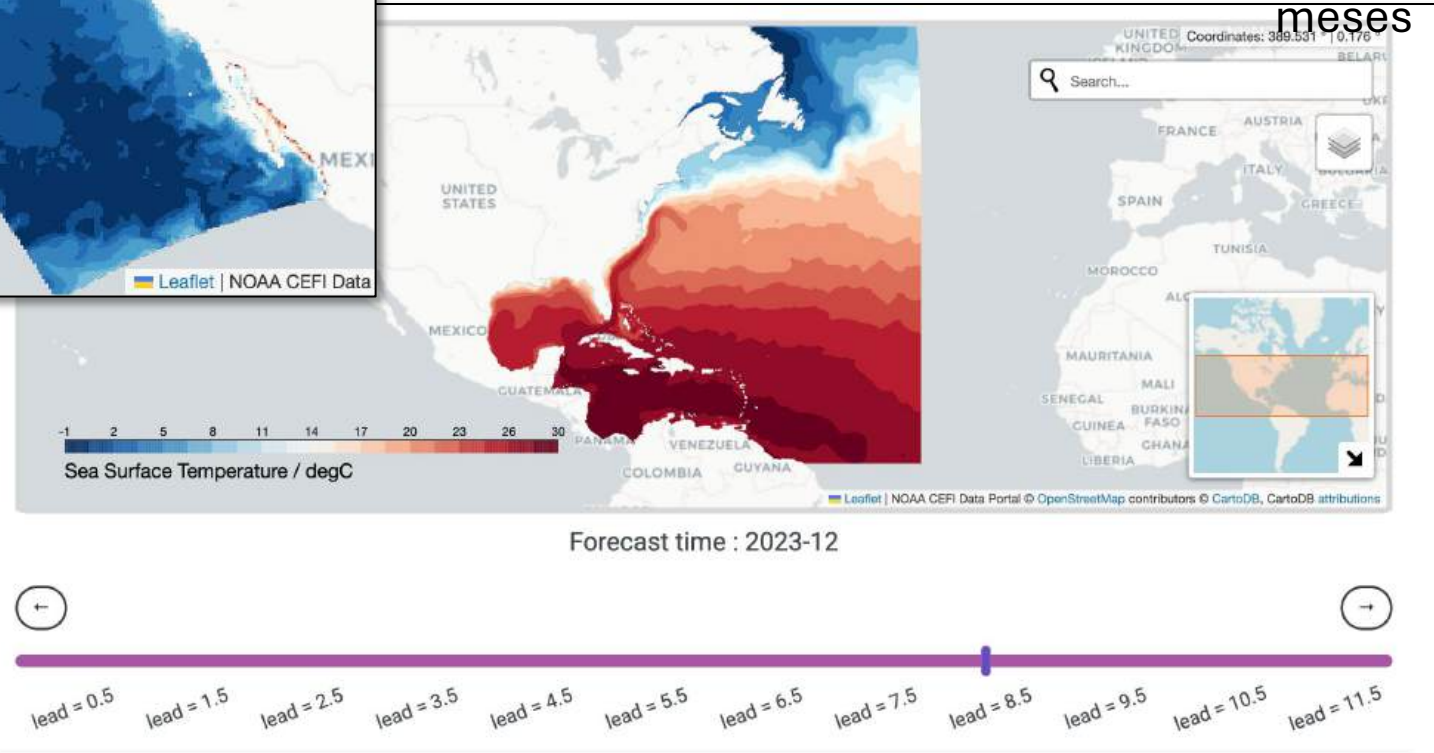
MOM6 - Iniciativa de Ecosistemas y Pesquerías (NOAA)



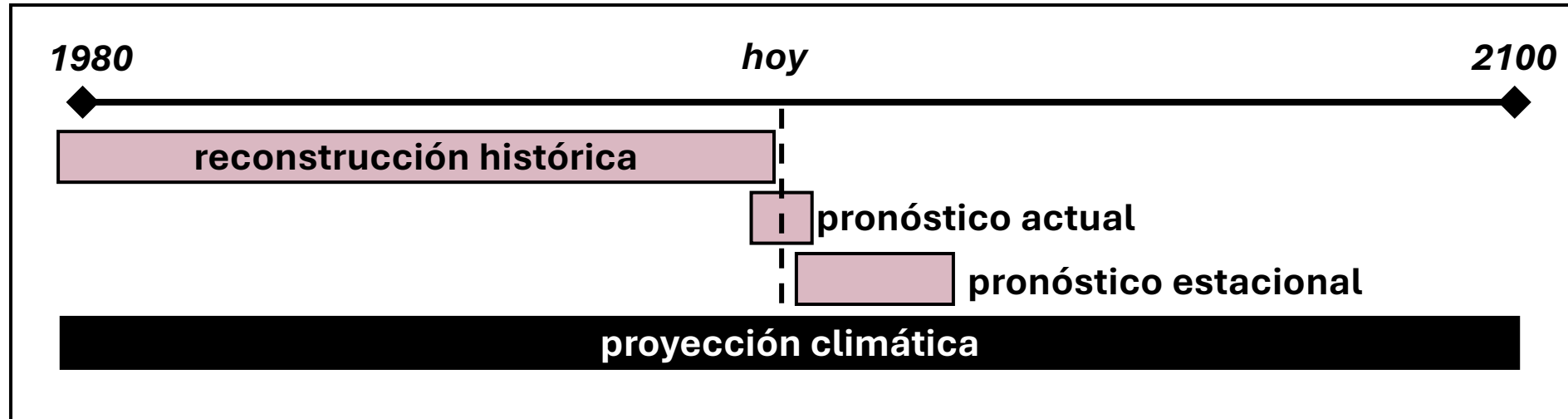
Hindcast de clorofila del Pacífico

[https://psl.noaa.gov/cefi\\_portal/](https://psl.noaa.gov/cefi_portal/)

Pronóstico de temperatura del Atlántico a 8.5 meses



## Qué sucederá dentro de décadas



Diseño / citación de áreas marinas protegidas

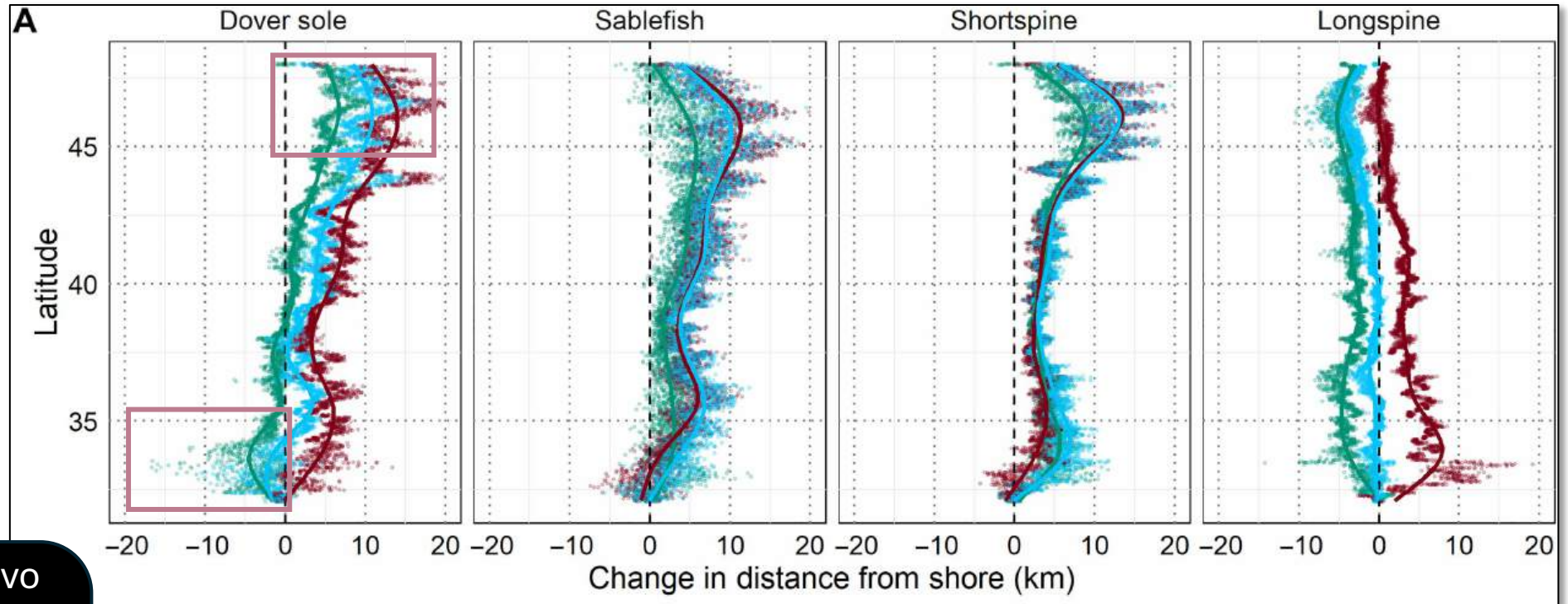
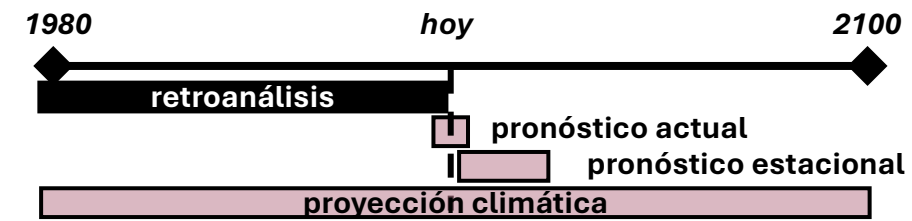
Diseño / citación de áreas de energía eólica offshore, plataformas de petróleo y gas

Anticipando cambios transfronterizos de las especies objetivo

## Los SDMs se pueden usar para:

Identificar el acceso desigual a recursos futuros en las comunidades pesqueras

CPUE del estudio de arrastre de fondo ~ ambiente

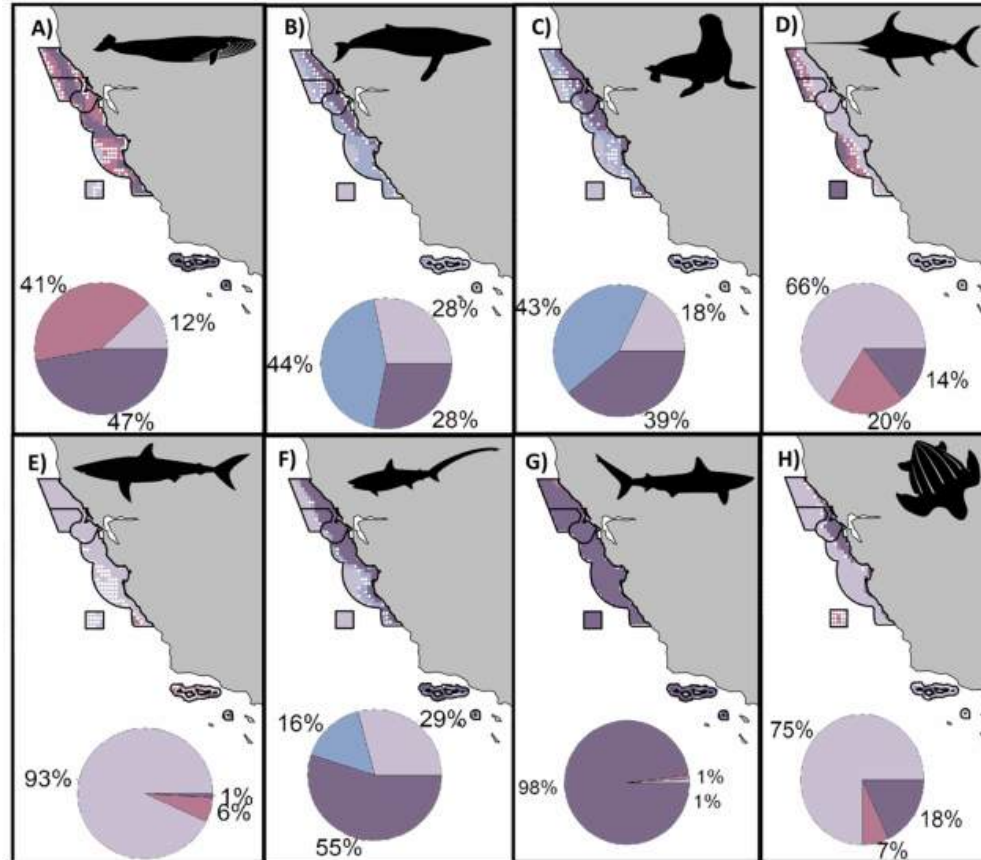
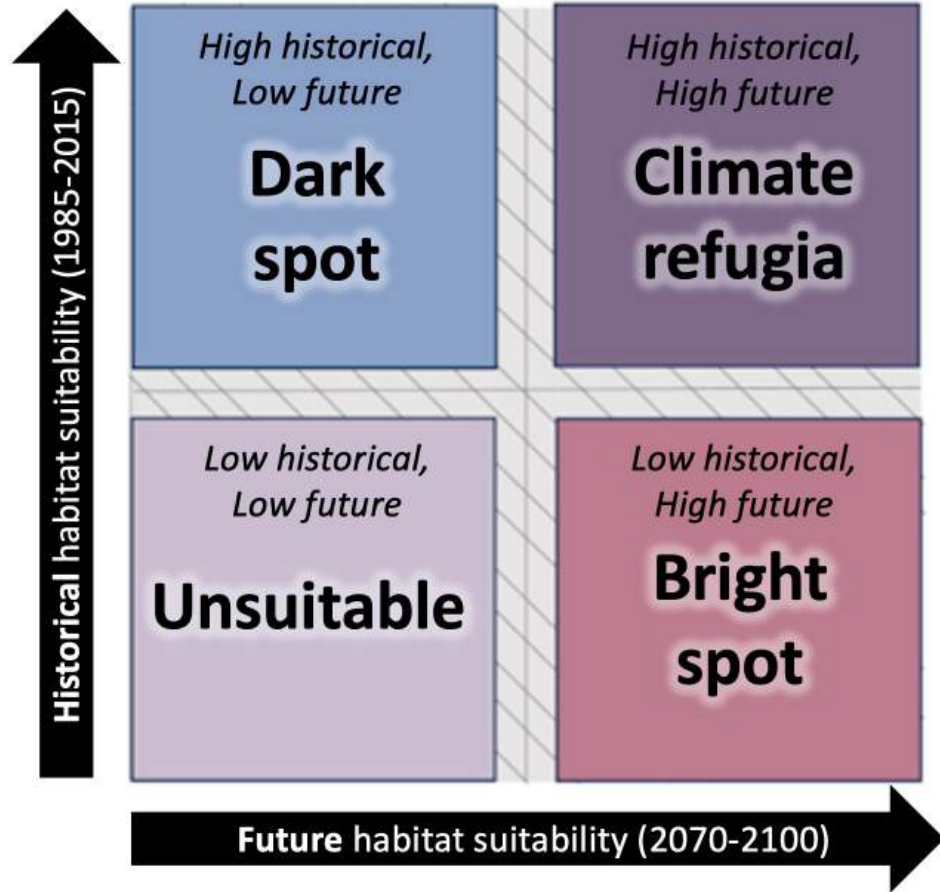
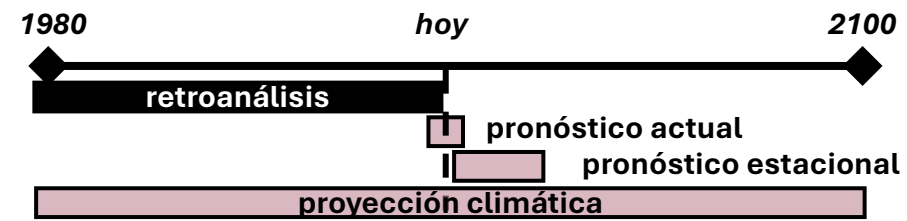


Las especies objetivo del sur se trasladarán mar adentro para finales de siglo, lo que requerirá que las flotas del sur viajen más lejos

# Los SDMs pueden ser utilizados para:

Evaluar la preparación del clima de las Áreas Marinas Protegidas

SDMs basados en observadores y telemetría ~ entorno



→ Casi el 100% del área de CA NMS es refugio para el tiburón azul (G)

## Pipeline de SDM

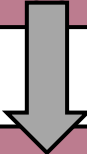
Determinar el propósito del SDM



Participación de las partes interesadas



Inventario de datos observacionales



Desarrollo de SDM



Productos finales derivados de SDM

## Pipeline de SDM

Determinar el propósito de SDM



Compromiso de las partes interesadas



Inventario de datos observacionales



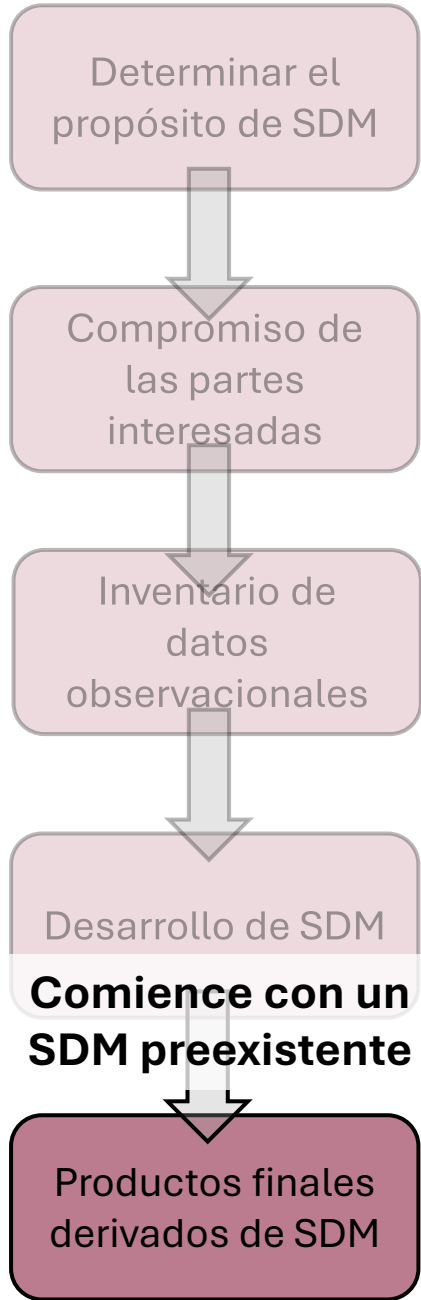
Desarrollo de SDM

**Comience con un SDM preexistente**

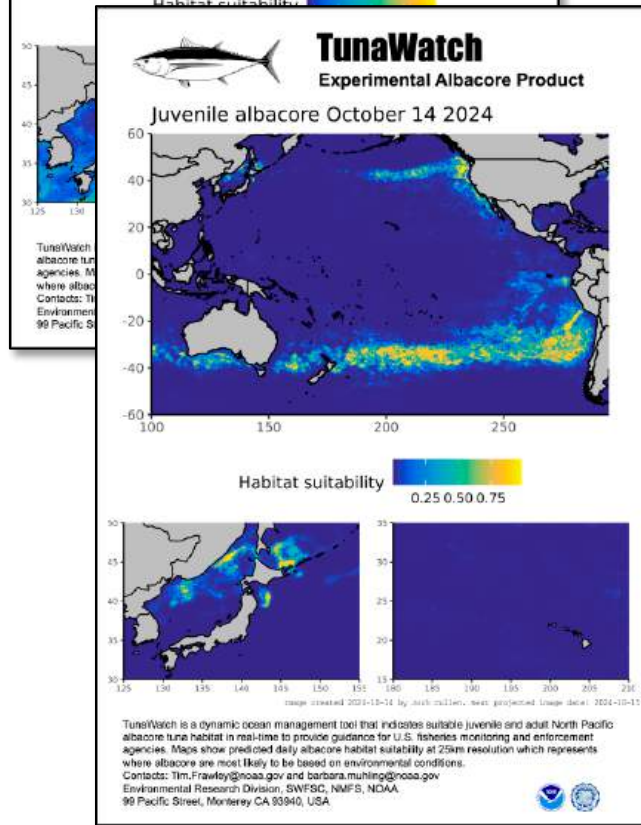
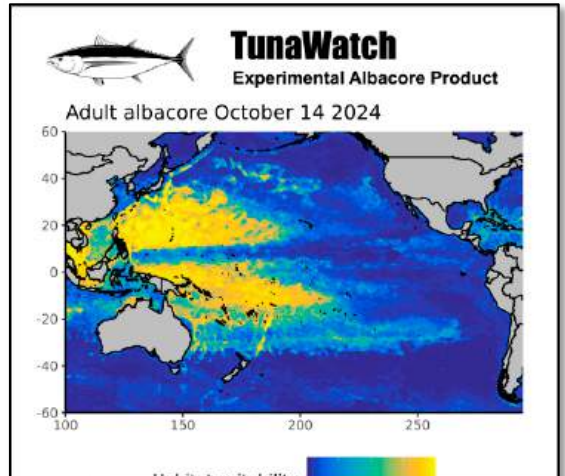


Productos finales derivados de SDM

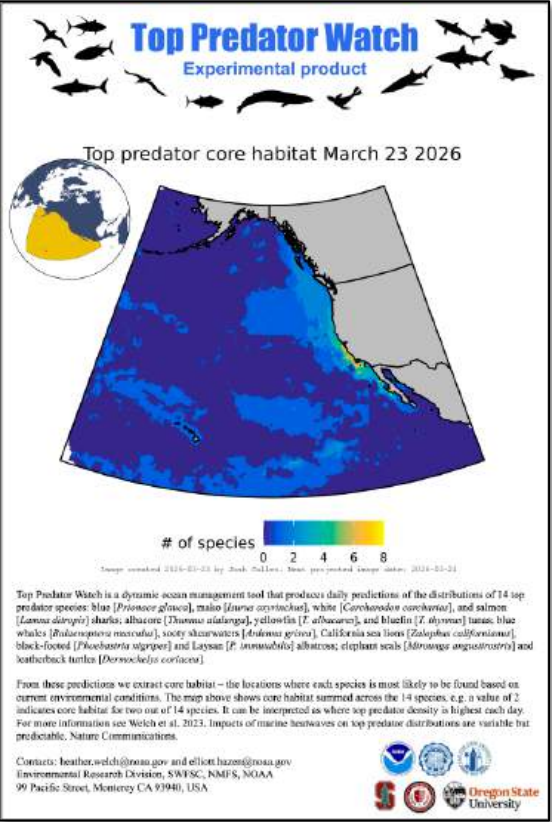
# Pipeline del SDM



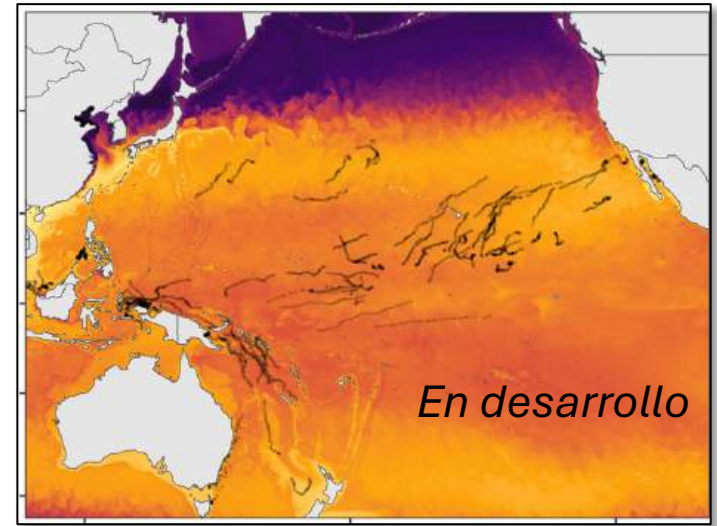
## TunaWatch1



## Top Predator Watch2



## SDM de la Tortuga Boba del Pacífico Occidental3



1. URL: <https://oceanview.pfeg.noaa.gov/tunawatch/> ; artículo: Frawley et al. Los factores humanos, oceanográficos y ecológicos dinámicos median la superposición de pesca transfronteriza en alta mar del Pacífico. 2023.
2. URL: <https://oceanview.pfeg.noaa.gov/top-predator-watch/> ; artículo: Welch et al. Los impactos de las olas de calor marinas en las distribuciones de depredadores tope son variables pero predecibles. 2023.
3. Cullen et al. Los modelos de distribución de especies integrados mejoran las predicciones de las tortugas laúd, en peligro crítico. En preparación.

Punto de contacto para 1-3: [josh.cullen@noaa.gov](mailto:josh.cullen@noaa.gov)

# Estudios de caso de SDM presentados aquí

### Pronóstico retroactivo (lo que sucedió en el pasado)

- 1. Comprender los impactos de las olas de calor marinas en los depredadores superiores
- 2. Comprender los impactos de las olas de calor marinas en las flotas pesqueras pelágicas
- 3. Examinar retroactivamente los impactos de los cierres pesqueros
- 4. Mapear el conflicto entre humanos y fauna silvestre

### Ahora pronóstico (lo que está sucediendo ahora)

- 5. Recomendar aguas que son mejores y peores para la pesca hoy
- 6. Evaluar el rendimiento en tiempo real de los cierres pesqueros
- 7. Validar otras herramientas de pronóstico inmediato

### Pronóstico estacional (lo que sucederá de 1 a 12 meses a partir de ahora)

- 8. Mejorar la eficiencia económica de la pesca
- 9. Preavisar sobre los cierres pesqueros
- 10. MOM6 (nueva física + pronósticos biogeoquímicos)

### Proyección climática (lo que sucederá en décadas a partir de ahora)

- 11. Identificar el futuro acceso desigual a recursos entre las comunidades pesqueras
- 12. Identificar futuros conflictos entre humanos y vida silvestre
- 13. Evaluar la preparación climática de las Áreas Marinas Protegidas

1. Welch et al. Los impactos de las olas de calor marinas en las distribuciones de depredadores tope son variables pero predecibles. 2023  
2. Farchadi et al. Las olas de calor marinas redistribuyen las flotas pesqueras pelágicas. 2024  
3. <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/the-ecosystem-context-reducing-west-coast-whale-entanglements>  
4. Nisi et al. El riesgo de colisiones de barcos amenaza a las ballenas en los océanos del mundo. 2024.  
5. Hazen et al. Una herramienta dinámica de gestión oceánica para reducir la captura incidental y apoyar la pesca sostenible. 2018.  
6. Crear et al. Modelado espacial predictivo de especies altamente migratorias (PRISM): un marco analítico para evaluar el rendimiento de la gestión pesquera espacial. 2021.  
7. Welch et al. Flotas pesqueras como centinelas del ecosistema. 2025  
8. Eveson et al. Pronóstico estacional del hábitat del atún en el Gran Bight Australiano. 2015  
9. Brodie et al. Pronósticos ecológicos para la gestión de recursos marinos durante extremos climáticos. 2023  
10. [https://psl.noaa.gov/cefi\\_portal/](https://psl.noaa.gov/cefi_portal/)  
11. Liu et al. La redistribución de especies crea resultados desiguales para las pesquerías de múltiples especies bajo el cambio climático proyectado. 2023  
12. Lezama-Ochoa et al. Respuestas divergentes de especies altamente migratorias al cambio climático en la Corriente de California. 2024  
13. Lezama-Ochoa et al. Identificación de refugios climáticos y puntos brillantes para especies altamente móviles. 2025

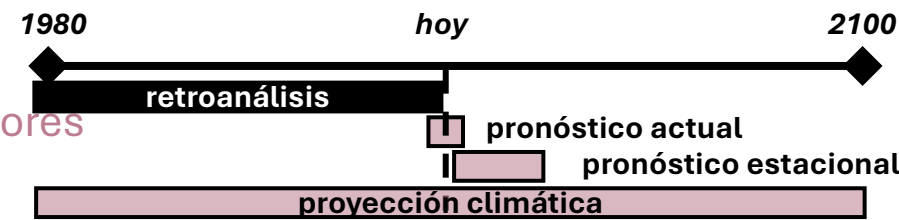
Estudios de caso en gris reducidos por tiempo

# Estudios de caso reducidos por tiempo

# Los SDMs se pueden utilizar para:

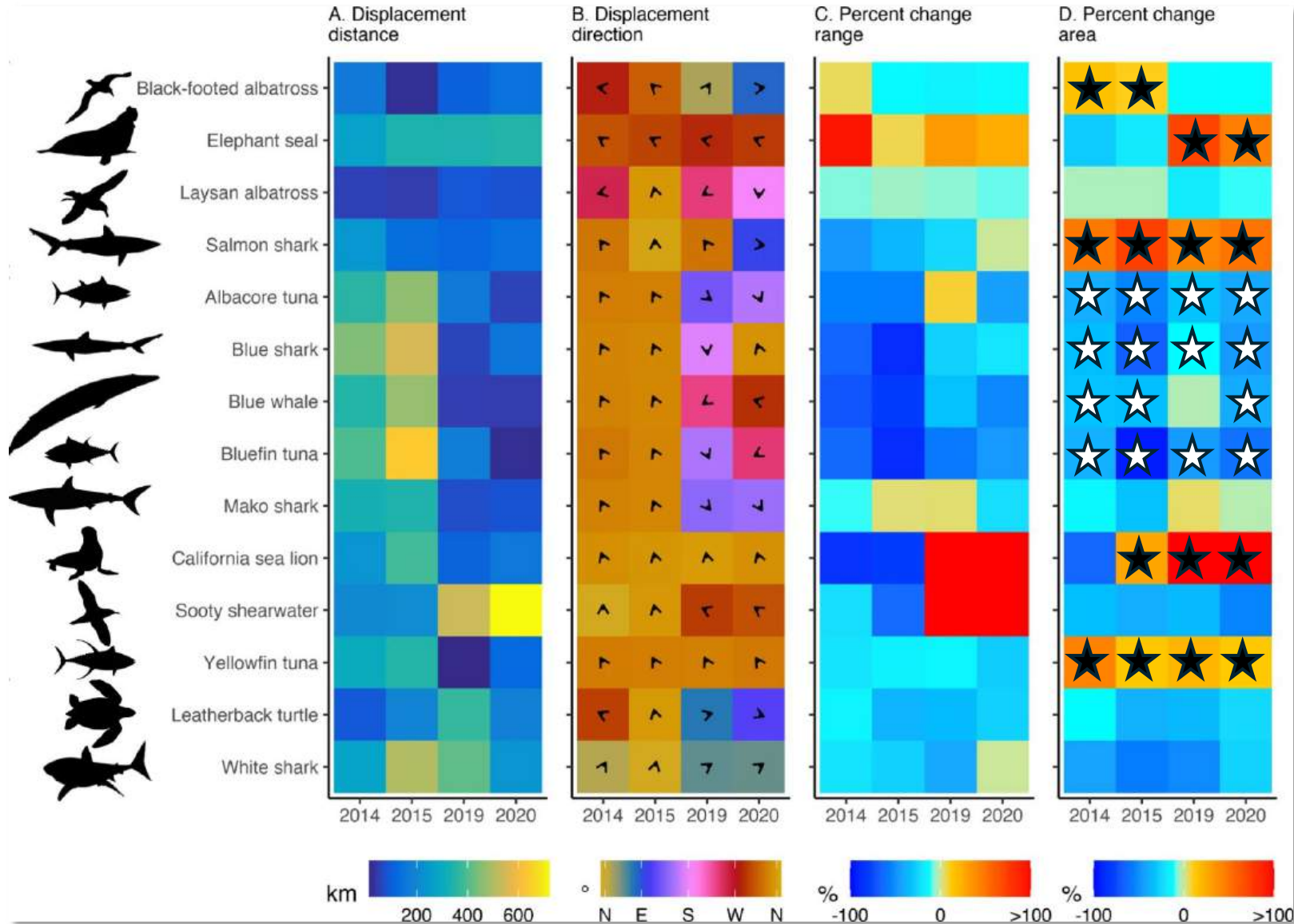
Comprender los impactos de las olas de calor marinas en los depredadores superiores

Presencia/ausencia pseudo-básada en telemetría de depredadores ~ medio ambiente



★ Muchas especies pierden hábitat durante las MHWs

★ Pero algunas especies ganan hábitat durante las MHWs



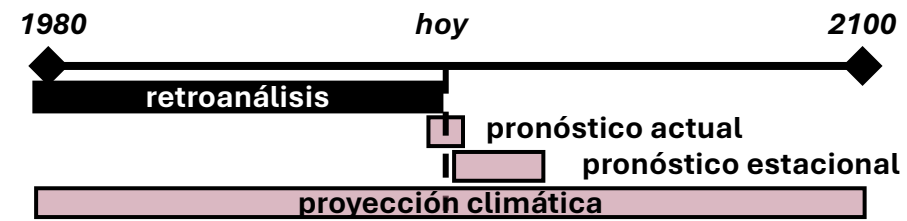
Los impactos sobre las especies varían dentro y entre las olas de calor marinas

Welch et al. Los impactos de las olas de calor marinas en las distribuciones de depredadores tope son vari...

# Los SDM pueden ser utilizados para:

Validar otras herramientas de nowcast

Presencia/ausencia pseudo de atún albacora y atún rojo basada en telemetría ~ entorno



La pesquería y ambos atunes se desplazaron hacia el norte durante El Blob MHW (2014-2016)



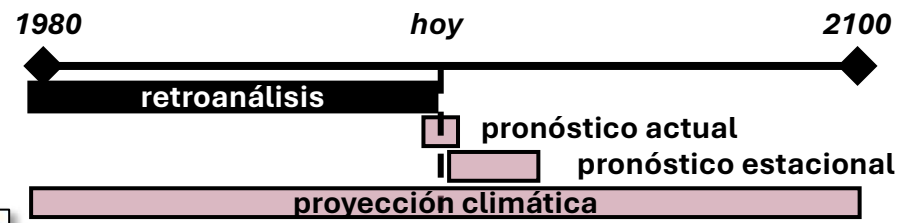
Al observar solo la SST, se esperarían desplazamientos hacia el norte durante los MHW en 2019 y 2023

LOS MHW OCURREN CON frecuencia, solo algunos tienen consecuencias ecológicas pronunciadas

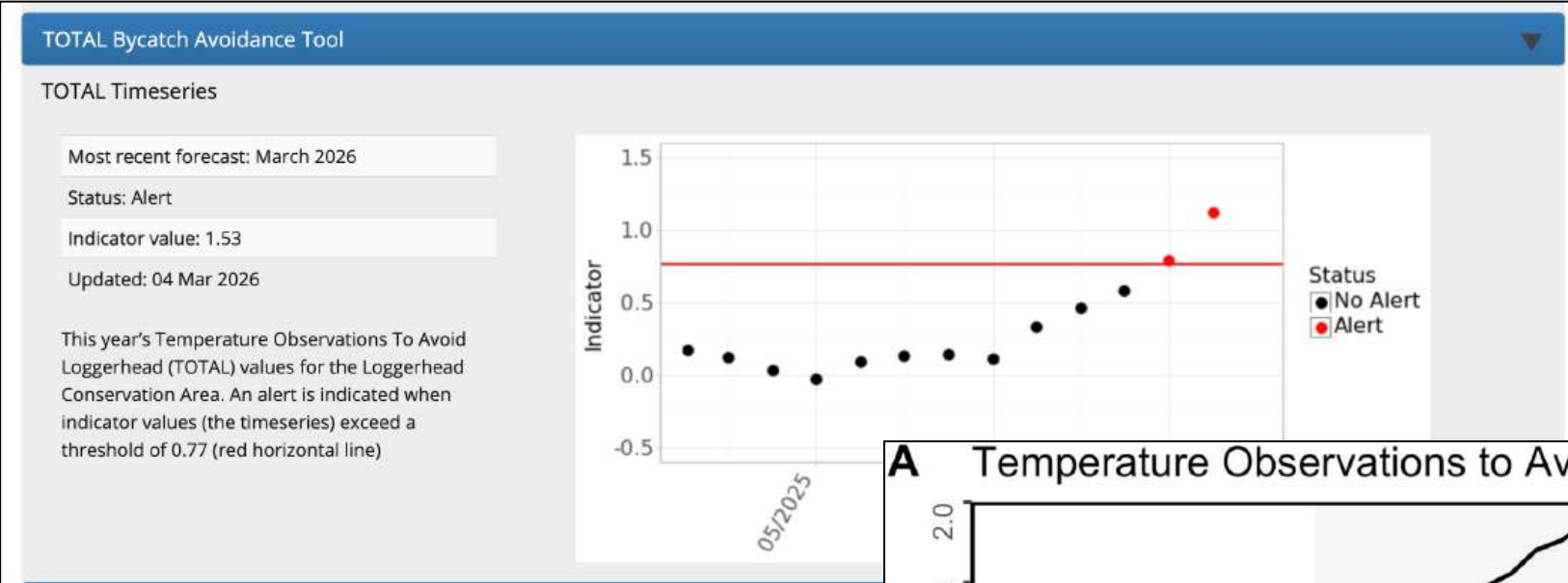
# Los SDM pueden ser utilizados para:

## Prevenir cierres de pesquerías

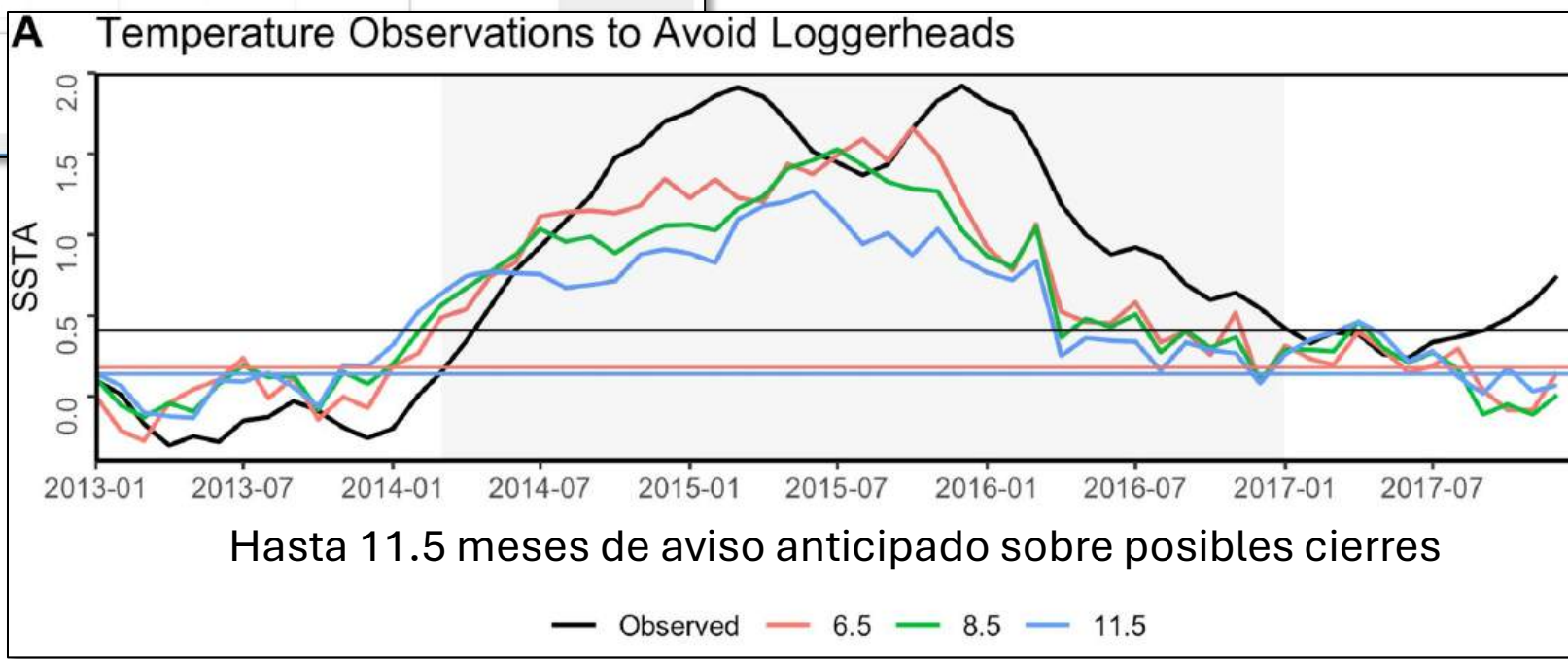
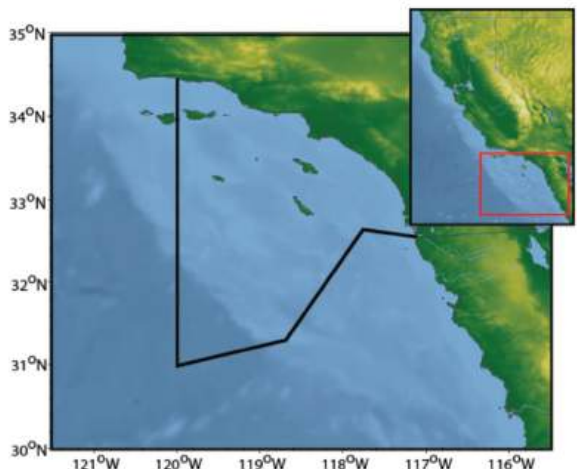
Presencias de tortugas caguama de múltiples fuentes de datos ~ temperatura



No es un verdadero SDM, pero sí un marco similar a un SDM



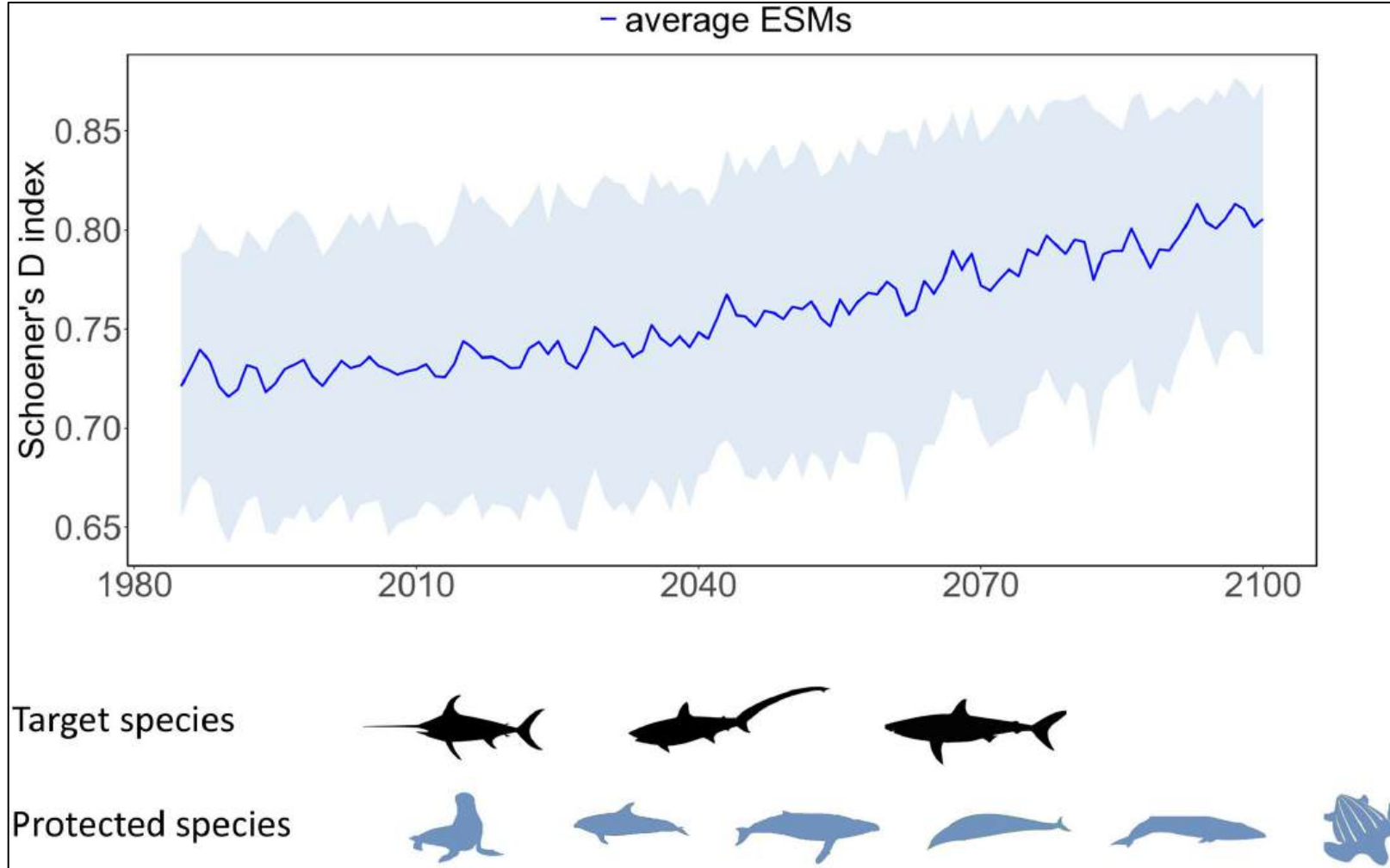
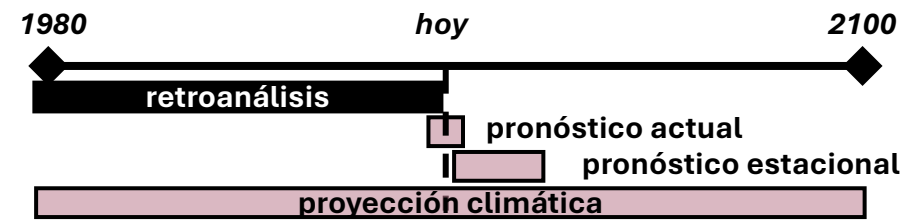
[https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/loggerheads/loggerhead\\_background.html](https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/loggerheads/loggerhead_background.html)



# Los SDMs se pueden usar para:

Identificar futuros conflictos entre humanos y vida silvestre

SDMs basados en observación y telemetría ~ medio ambiente



Más superposición entre especies objetivo de pesca y especies protegidas al final del siglo -> las compensaciones entre la pesca y la conservación se agudizan