

Jornadas Virtuales de Ciencia y Tecnología de la Facultad de la Armada

HACIA UN SISTEMA DE RÁPIDA RESPUESTA PARA LA BÚSQUEDA DE
OBJETOS/EMBARCACIONES PERDIDAS, PREDICCIÓN DE TRAYECTORIAS
Y DERIVA DE TÉMPANOS EN EL MAR

1^{RA} ETAPA

Director: Lic. Andrés Pescio (aepescio@yahoo.com.ar)

Co-Directora: Dra. Silvia Romero

Integrantes: Lic. Walter Grismeyer, Lic. Sergio Veliz



Casos SAR Marítimos

Operaciones que implican encontrar y/o auxiliar alguna embarcación que haya tenido una eventualidad



Ley 22.445

La Armada Argentina es la autoridad nacional de aplicación del convenio SAR marítimo.

Involucran:

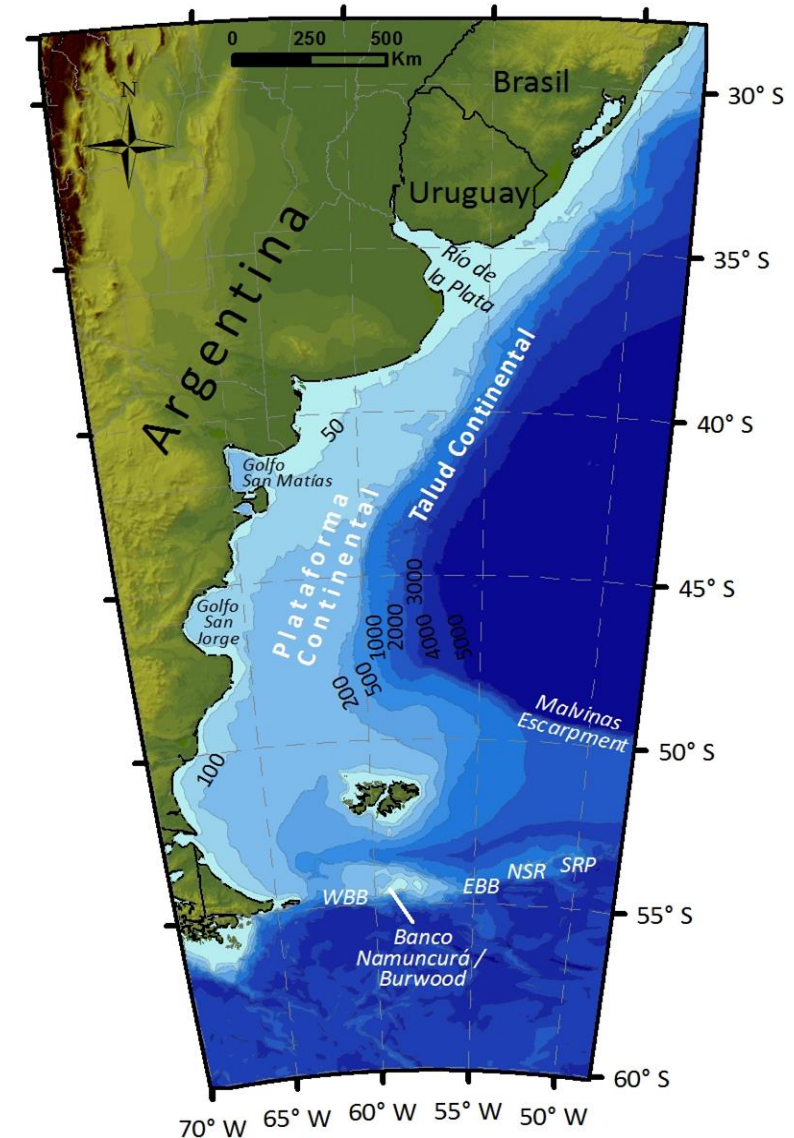
Incertezas en la posición de la embarcación, planificación de la operación de rescate, y el traslado y tratamiento posterior de las personas afectadas.



Fuente: Servicio de Socorro y Alerta Satelital (www.ssas.gov.ar)

Objetivo

Desarrollar una aplicación de rápida respuesta que permita determinar una área de búsqueda donde es máxima la probabilidad de encontrar un objeto perdido en el Mar Argentino, a partir de una ubicación previa conocida del mismo.



¿Por qué un sistema nuevo?

Existen distintos sistemas para operaciones SAR disponibles:

SAROPS SARIS SARPlan SARMap Ocean-SAR

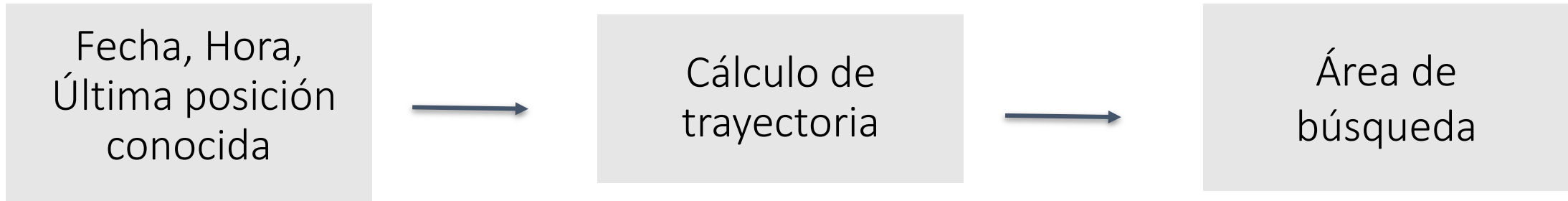
Aunque algunas desventajas de utilizarlos son:

- Difícil implementación (requieren cierta formación particular)
- Dificultad para configurarlo en función de nuestras necesidades
- La mayoría no son de acceso libre

Se busca un sistema de rápida respuesta, configurable a nuestras necesidades, fácil de utilizar y cuyo único requisito sea una computadora y conexión a internet.

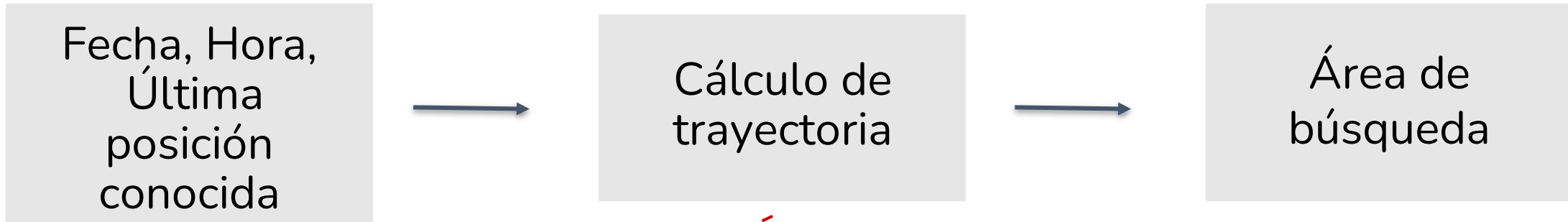
Etapas frente a un caso SAR

Optimización de la búsqueda --> Aplicación de rápida respuesta



Etapas frente a un caso SAR

Optimización de la búsqueda --> **Aplicación de rápida respuesta**



¿Cómo?

$$X_{i+1} = X_i + U \cdot \Delta t$$

$$Y_{i+1} = Y_i + V \cdot \Delta t$$

U y V: corrientes y vientos pronosticados.

¿Con qué pronóstico de corrientes? ¿Mercator o HYCOM?

Vientos: más adelante...

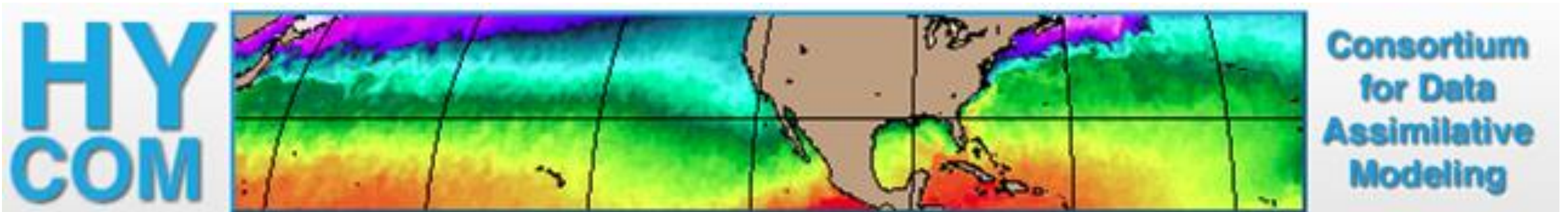
Corrientes: Opción 1 - HyCOM

HyCOM es un consorcio multi-institucional de EE.UU, parte del GODAE (U.S. Global Ocean Data Assimilation Experiment).

Producto: **GOFS (Global Ocean Forecast System) 3.1 : NCODA + HyCOM**

Corrientes con un horizonte de pronóstico de **7 días**, datos cada **3 hs**.

Se descargaron **253** salidas en modo pronóstico de **corrientes en superficie**, y **211 a 15 metros** de profundidad.



Corrientes: Opción 2 - Mercator

Producto: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024

Sistema de análisis y pronóstico: PSY4V3R1 (SAM2 + Nemo 3.1)

Corrientes con un horizonte de pronóstico a **10 días**, datos espaciados temporalmente cada **1 hora** en **superficie**, y **24 horas** a **15 metros** de profundidad.

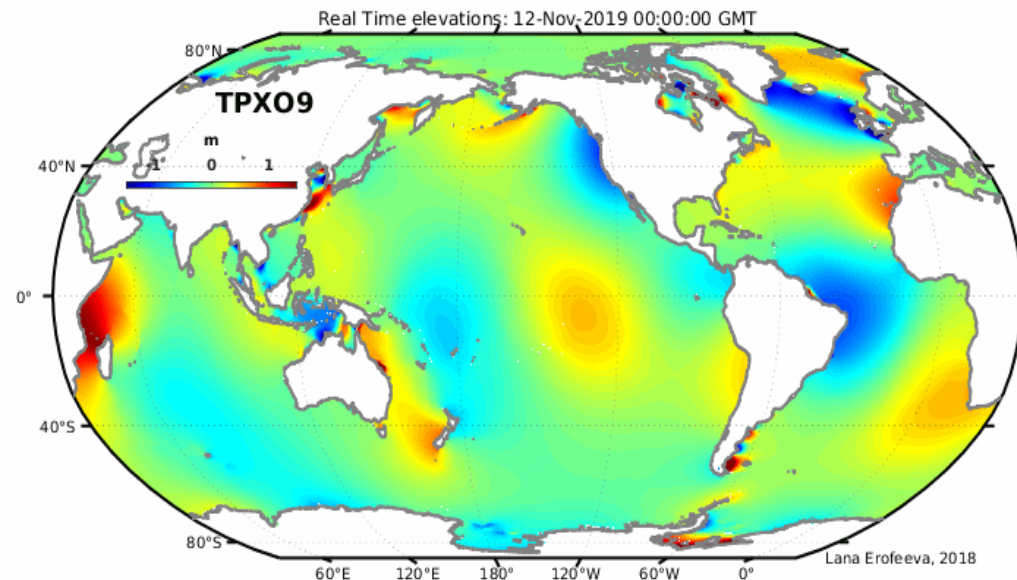
Se utilizaron **198** salidas en superficie, **177** salida a 15 metros de profundidad.



Corrientes: inclusión de mareas

Modelo de mareas - TPX08-Atlas

Modelo global de mareas para océano barotrópico. Utiliza **13 componentes** astronómicas: 4 semidiurnas (M2, S2, N2 y K2), 4 diurnas (K1, O1, P1, Q1), 2 de largo período (Mm y Mf) y 3 no lineales. Para obtener valores de **corriente por marea**, se usaron **todas las componentes disponibles**.



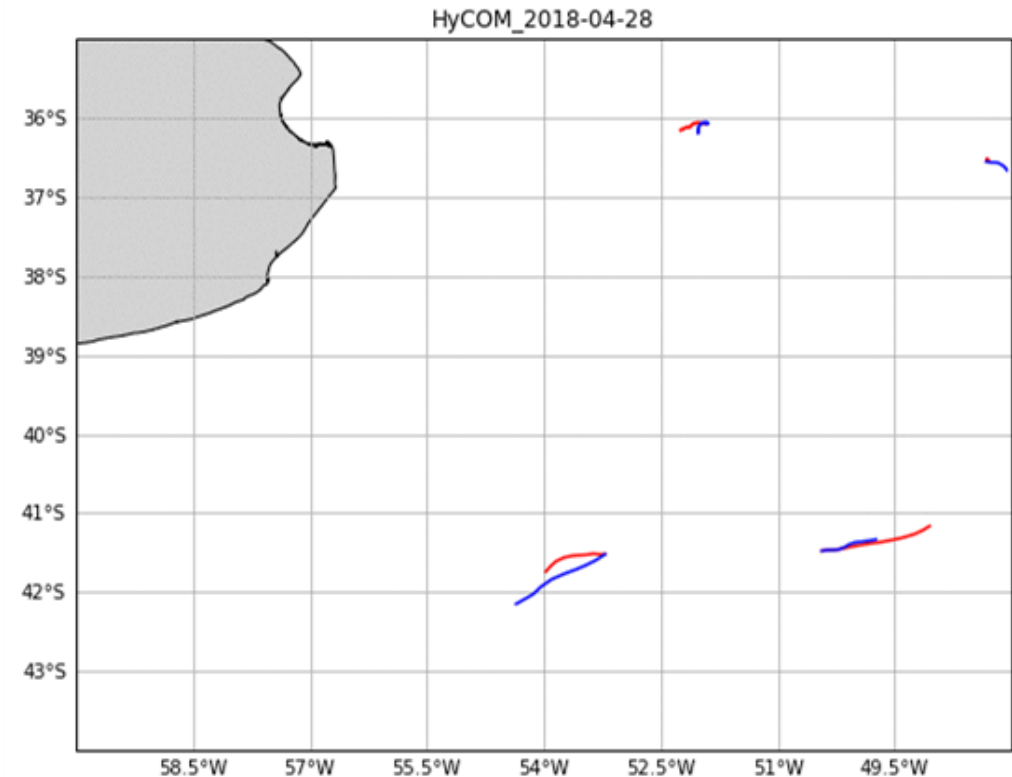
Validación: ¿Qué modelo es mejor?

Validación de modelos HyCOM y Mercator

¿Cómo comparo los modelos? ¿Cómo determino cuán aplicables son?

Enfoque pseudo-euleriano: comparación de velocidades.

Enfoque lagrangiano: comparación de trayectorias reales con derivadores sintéticos que siguen las corrientes de los modelos. →



Para cada salida en modo pronóstico, creo **boyas sintéticas** que coincidan temporalmente con **boyas reales**, y comparo trayectorias.

Validación: Boyas Derivantes

Boyas derivantes o “SVP drifters” del Global Drifter Program (parte de GOOS, GCOS y del DBCP)

Consiste en:

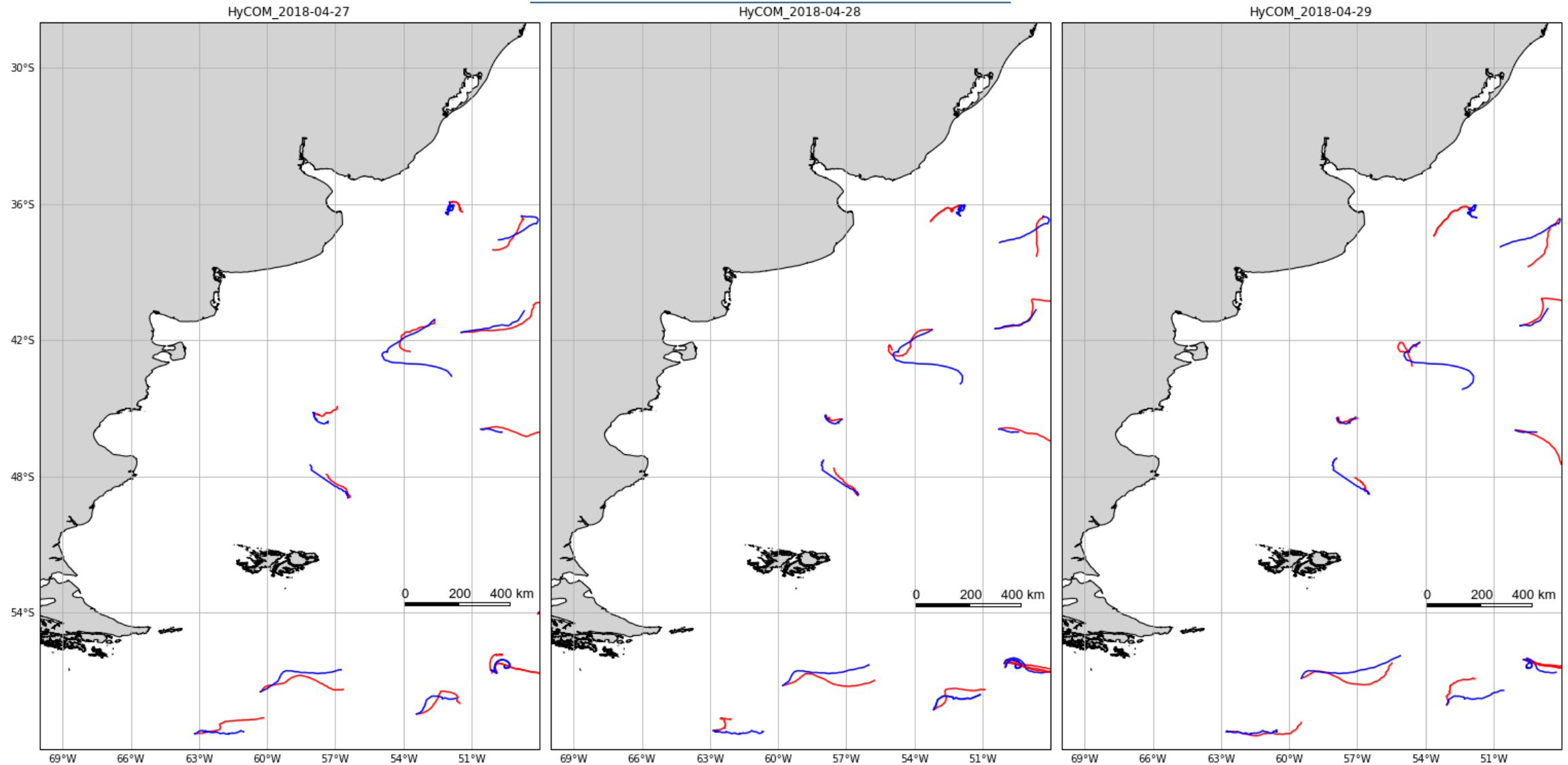
- Boya superficial (con baterías, transmisor, sensores)
- Ancla de capa o Drogue (sigue corrientes a 15 metros)

Se realizó un control de calidad de los datos de las boyas (de base de datos en tiempo real, no interpoladas), considerando la presencia del paracaídas.

Se utilizaron un total de 44 boyas, entre el 29 de marzo del 2018 y el 7 de enero de 2019.



Validación: Cálculo de trayectorias



Mapas con desplazamiento de **boyas reales** y **boyas sintéticas**, para tres pronósticos consecutivos.

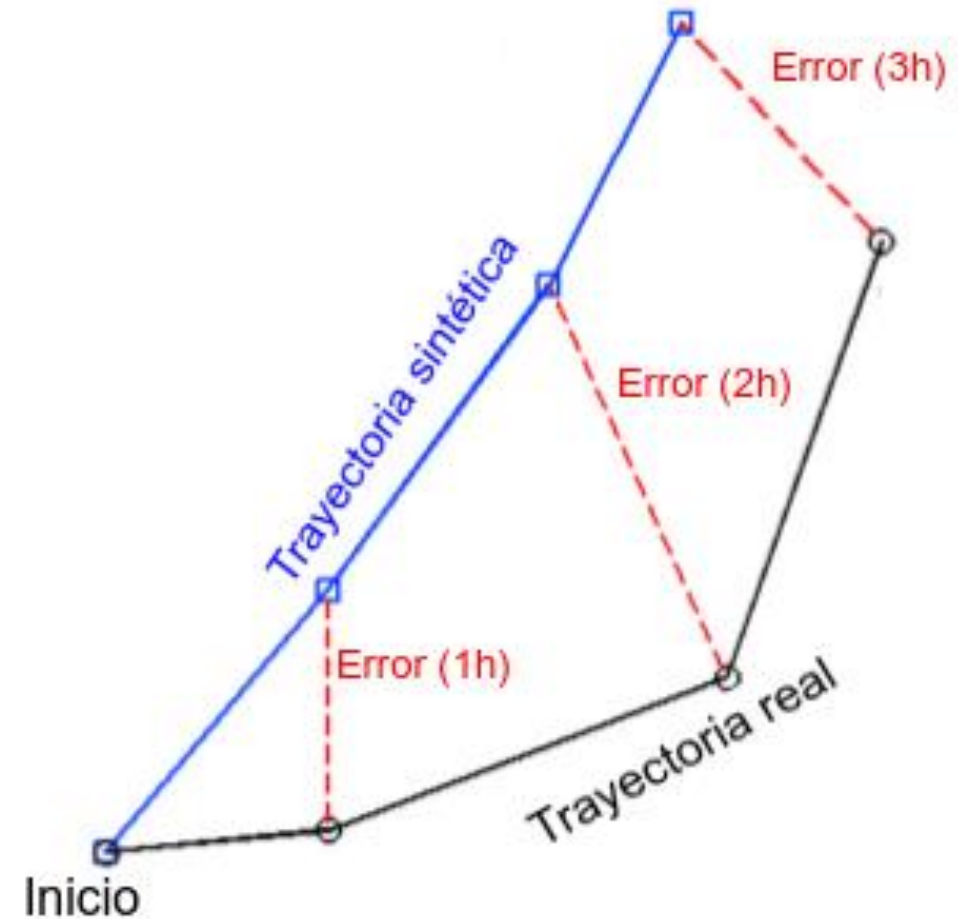
Validación: Cálculo del Error

Se consideró la distancia entre la boya real y las sintéticas:

$$Error = \sqrt{(Lon_{real} - Lon_{sintética})^2 + (Lat_{real} - Lat_{sintética})^2}$$

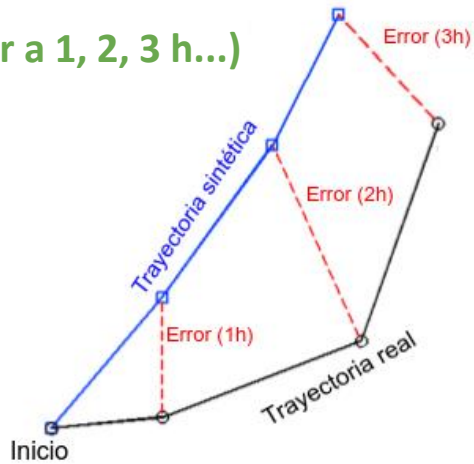
Fueron comparadas las trayectorias de las boyas sintéticas generadas con cada salida, con cada boya real presente durante el período de duración del mismo.

Se calcularon Errores a cada paso temporal, para cada trayectoria. Fueron obtenidos valores medios de estos Errores por pronóstico, y se calculó la media, mediana y desvío entre pronósticos.

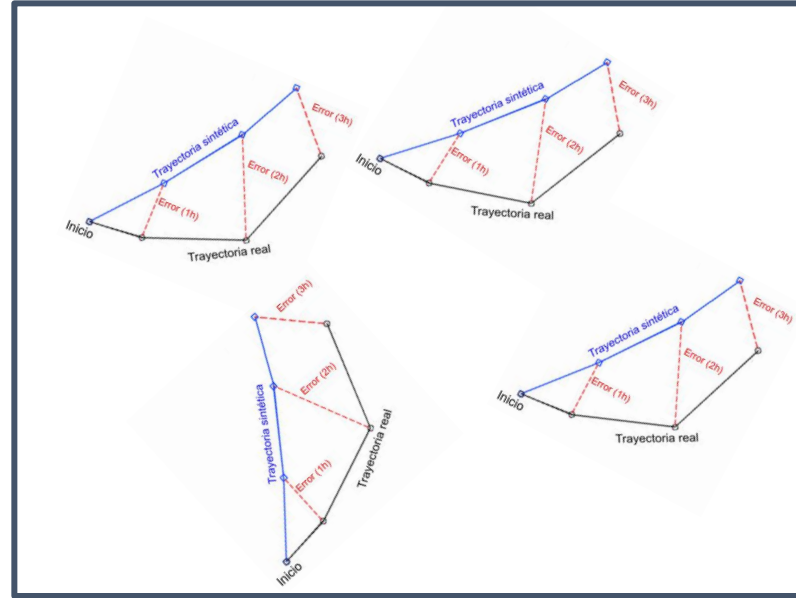


1 Par de trayectorias

(con Error a 1, 2, 3 h...)



Salida modo pronóstico (muchas trayectorias)

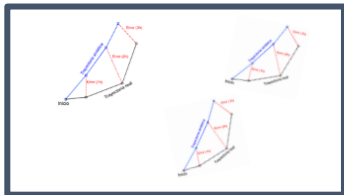


Error medio
a 1, 2, 3 h
...

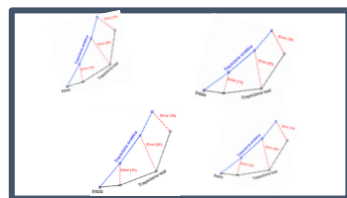
Muchas salidas modo pronóstico

(con sus Errores medios)

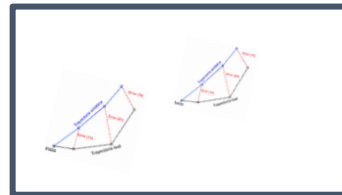
Salida 1



Salida 2



Salida 3



Media del Error entre pronósticos
Mediana del Error entre pronósticos
Desvío del Error entre pronósticos
a 1, 2 y 3h

Validación: Estadístico S

¿Qué es S? Es una comparación entre el error en la determinación de la posición, con la distancia recorrida.

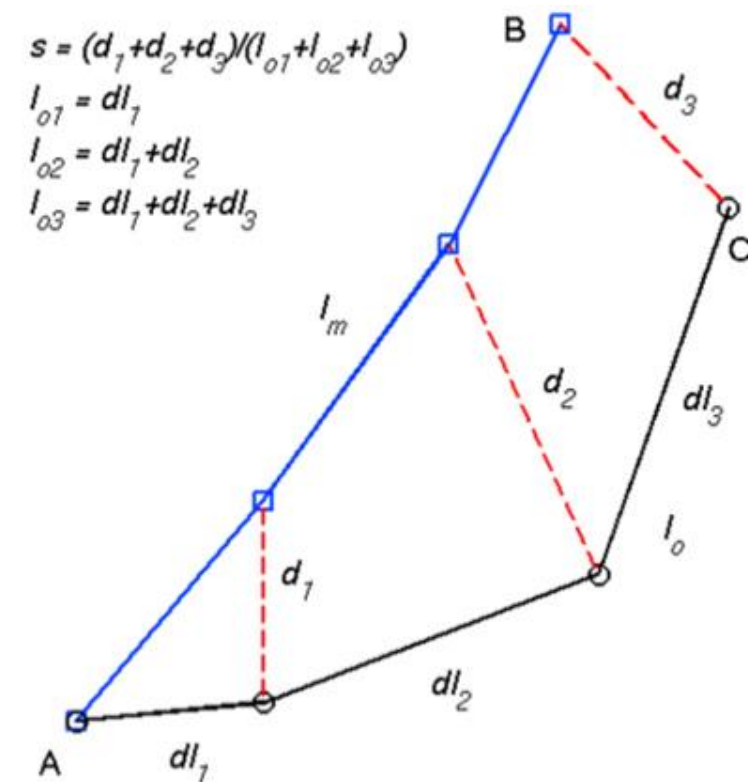
Poco error y mucha distancia recorrida: Bien (S pequeño)

Mucho error y poca distancia: Mal (S grande)

Poco error con poca distancia, o mucho error con mucha distancia: S orden 1.

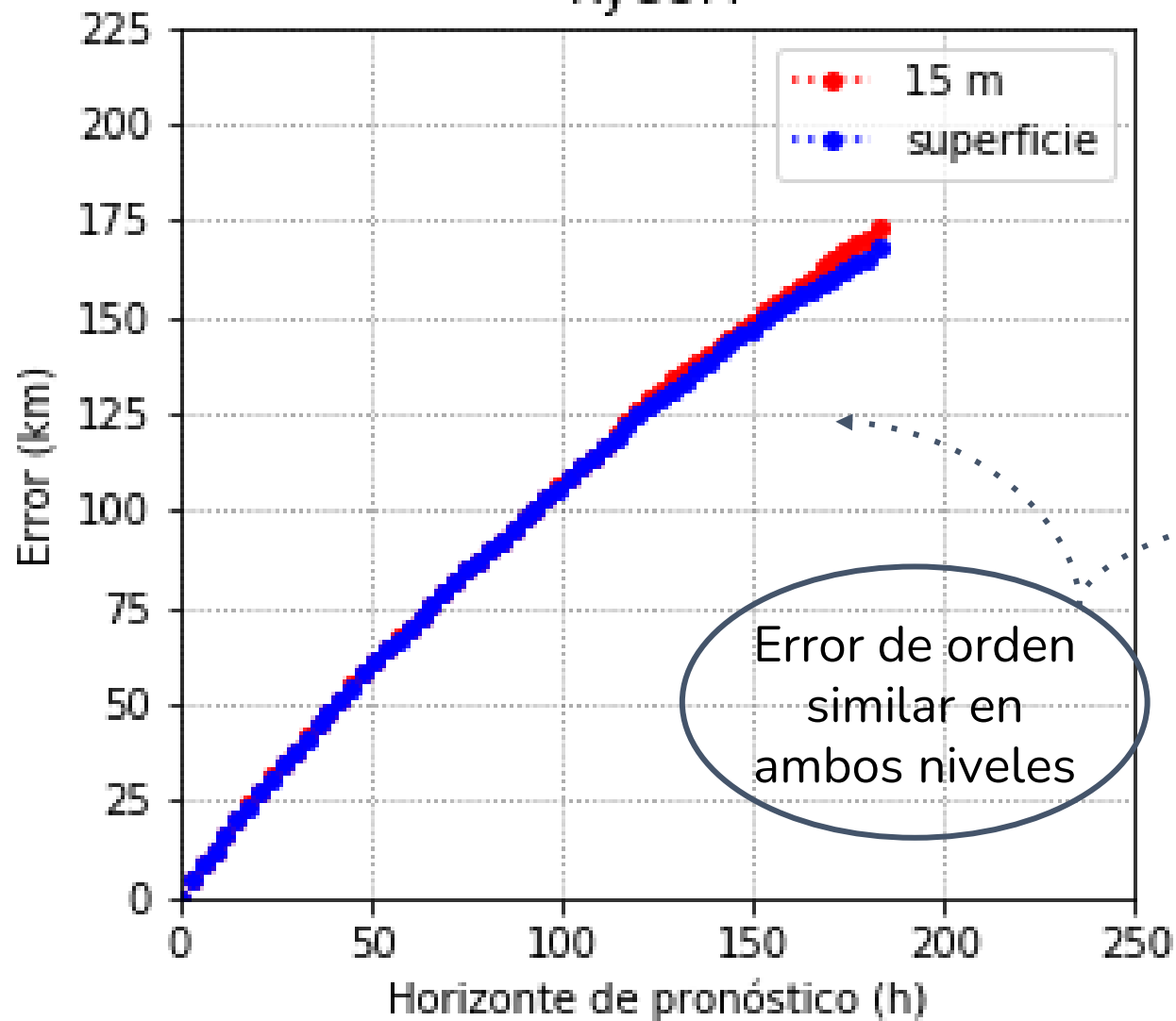
Entonces, si $S < 1$, podríamos decir que el modelo funciona bien (dependiendo de nuestras exigencias)

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{\sum_{i=1}^N l_{oi}}$$

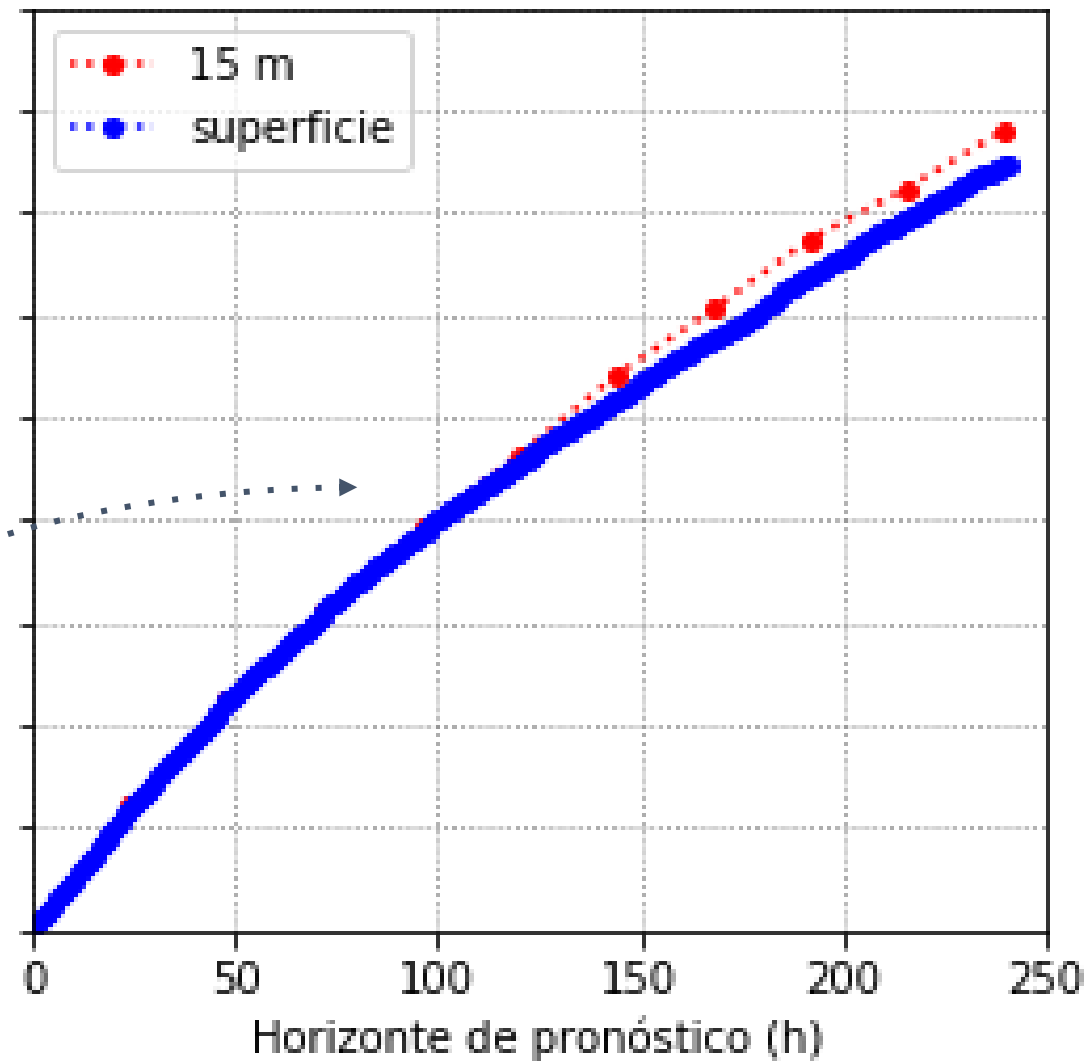


Validación: Resultados del Error

HyCOM

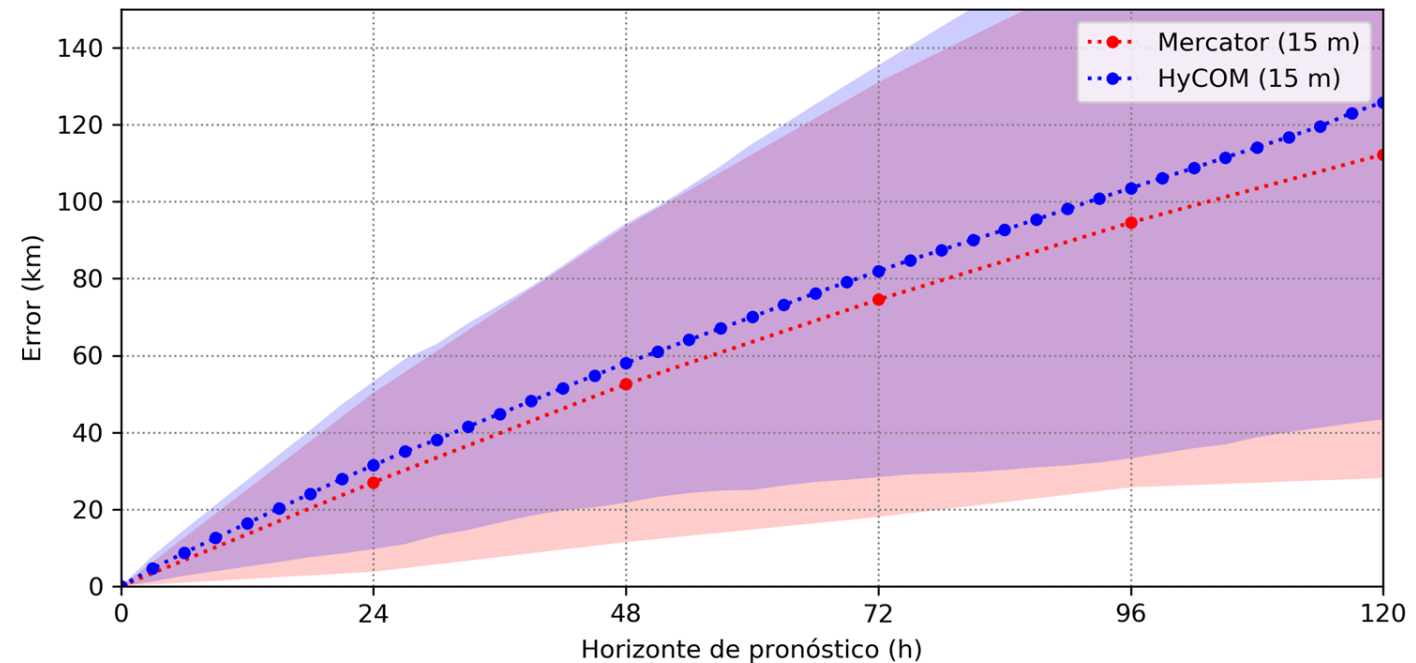
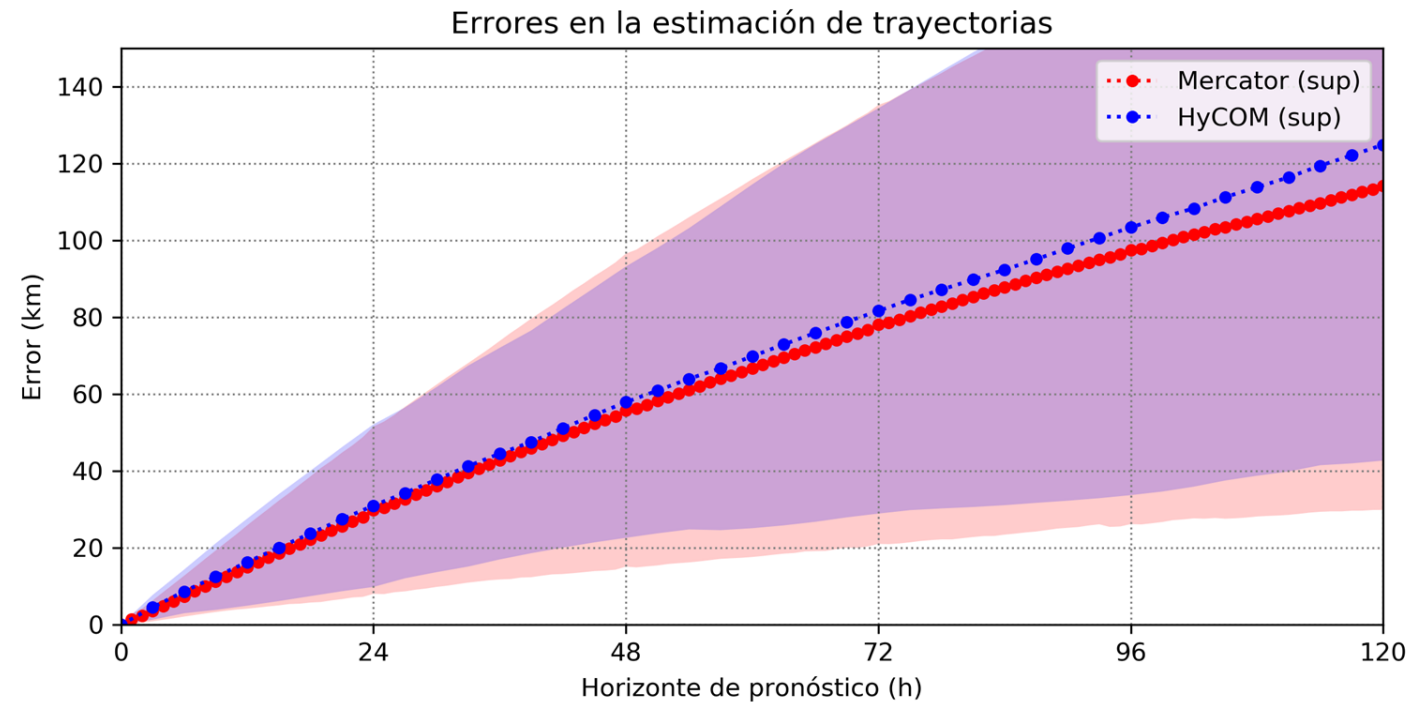


Mercator

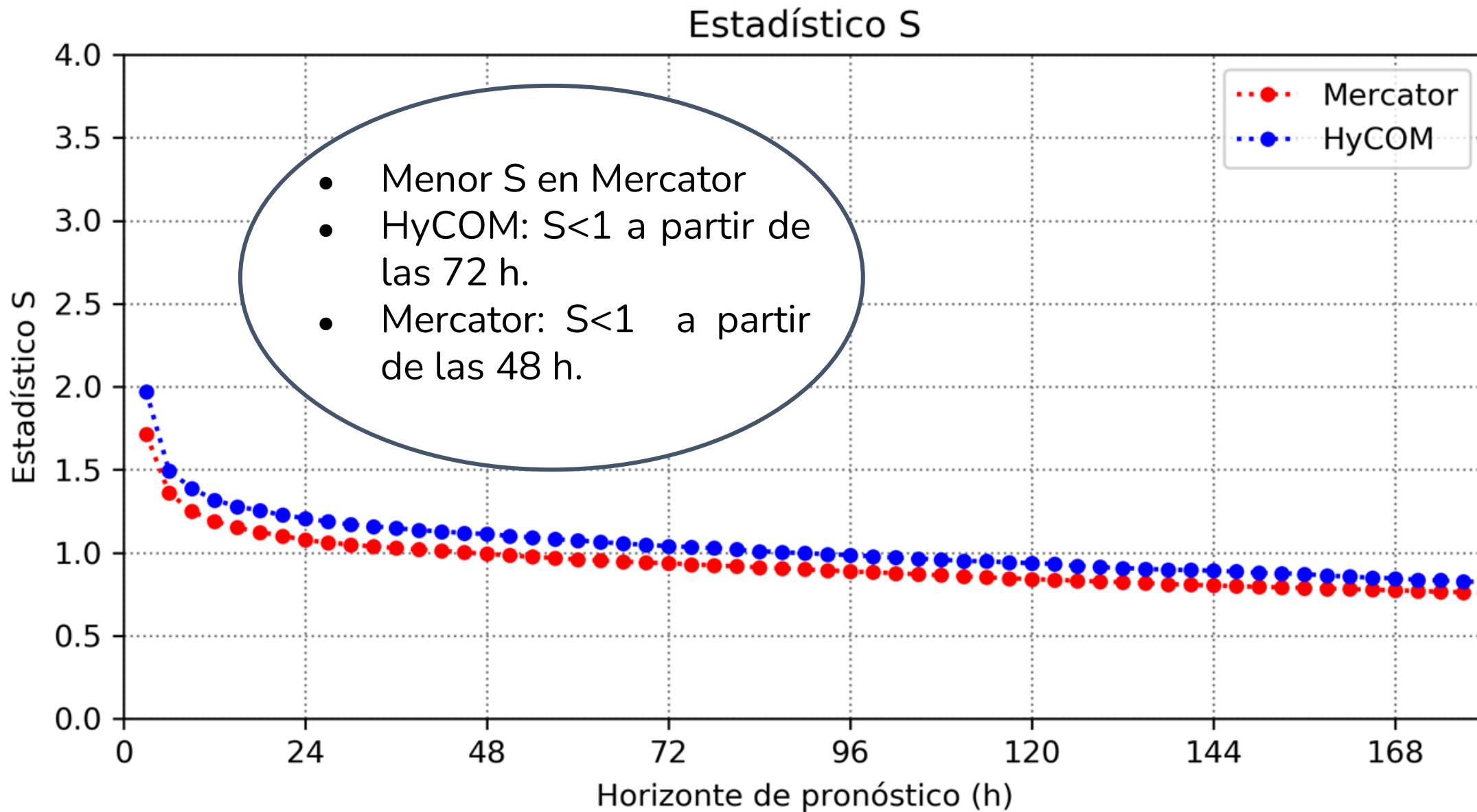


Validación: Resultados del Error

- Menor Error de Mercator en ambos niveles
- Desvío de magnitud importante, y ligeramente mayor en Mercator



Validación: Resultados del estadístico "S"



Validación: Discusión

- Modelo Mercator más apropiado para el área de estudio, por menor Error y estadístico S.
- Valores de Error significativos, pero de orden similar a otros trabajos en otras zonas de estudio (Barron et al (2007), Metzger et al. (2010), Liu y Weisberg (2011), Liu et al. (2014)).
- Valores de S relativamente mayores a otros trabajos (Liu y Weisber (2011), Liu et al. (2014), O'Loughlin (2016)). Desempeño aceptable a partir de horizonte de pronóstico mayor a 48 horas.
- La mayoría de los casos presentan Errores y S menores a la media entre pronósticos.

Aplicación SAR

Aplicación

Interfaz

Búsqueda SAR

Día[dd](fecha inicial)
09

Mes[mm](fecha inicial)
12

Año[aaaa](fecha inicial)
2018

Hora[HH:MM]
20:30

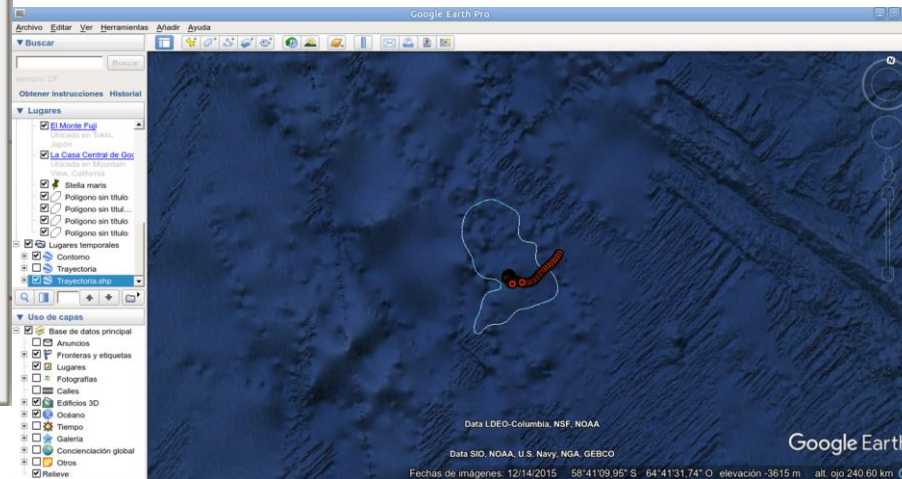
Latitud[-90°/90°]
-58.633

Longitud[-180°/180°]
-64.533

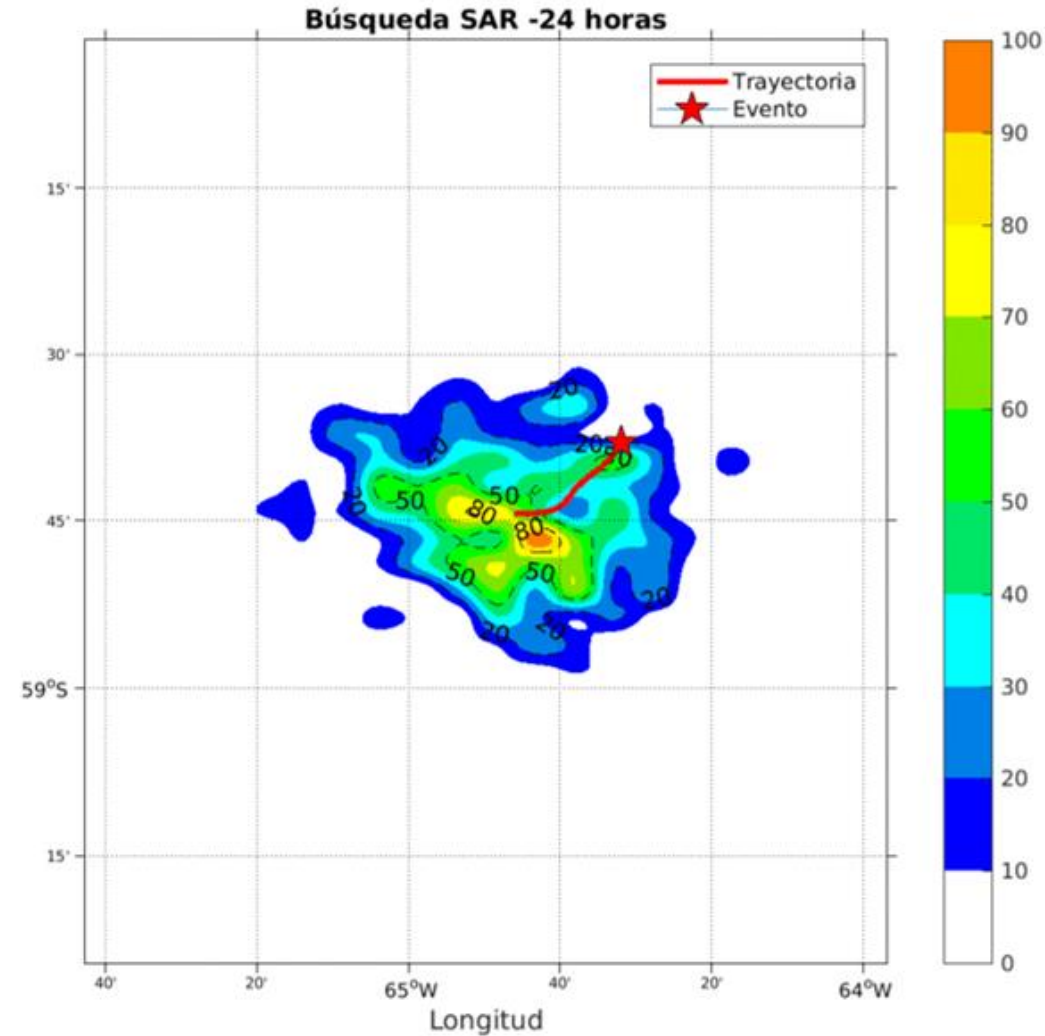
Dirección de almacenamiento de resultados
/home/lalolanda/

OK Cancel

Archivos .kml .shp



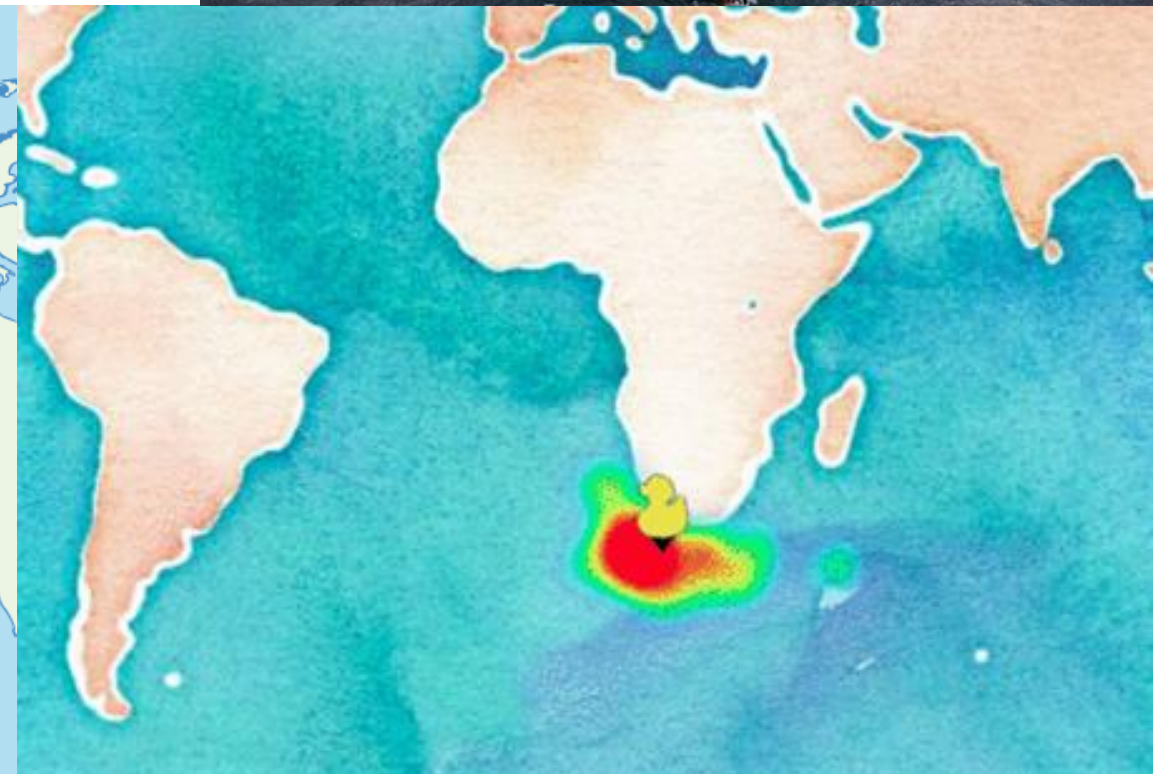
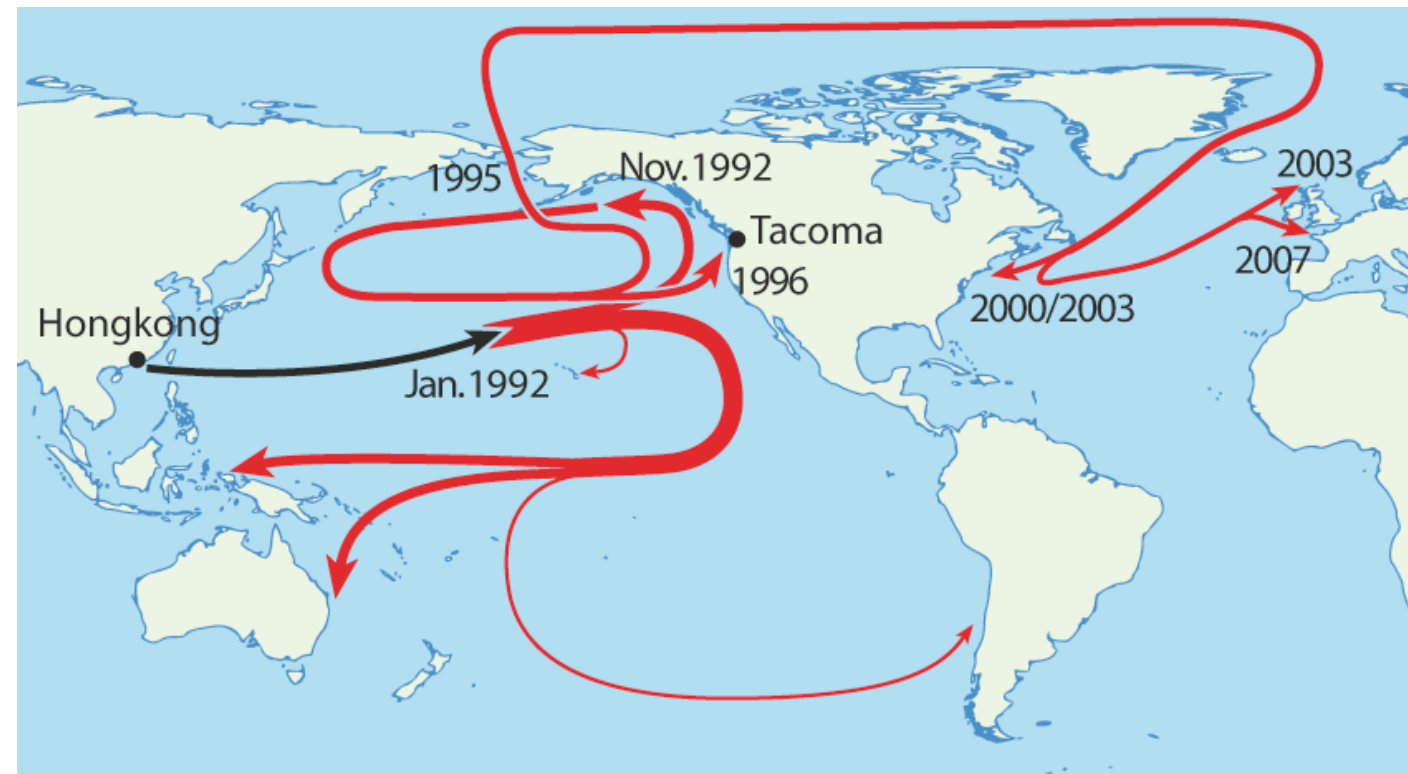
Áreas de búsqueda



Estimación de Áreas: Dispersión

¿Por que, para objetos que caen en un mismo punto del océano, existen distintas trayectorias?

Caso “Friendly Floatees”

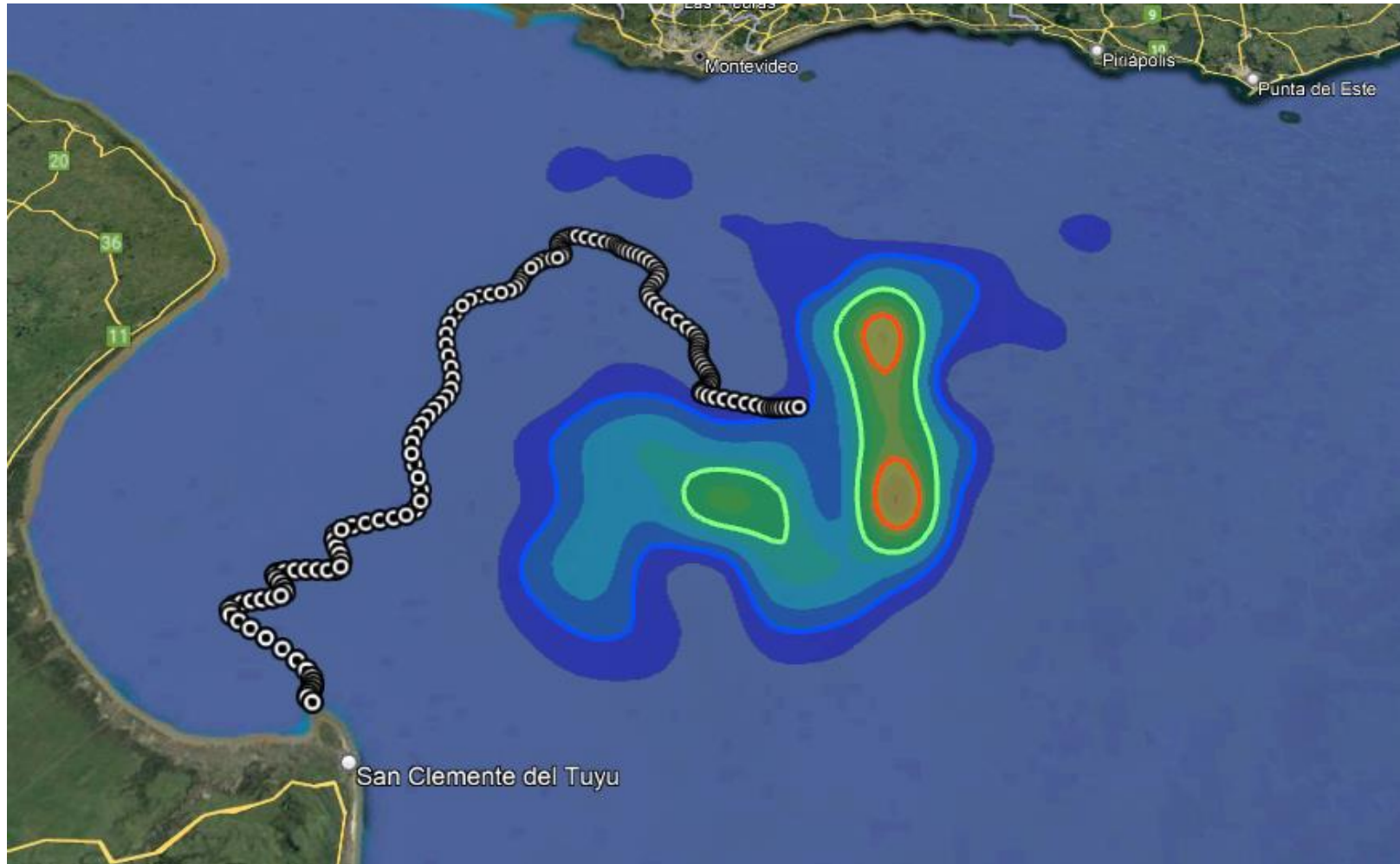


Conclusiones

- Se logró desarrollar un algoritmo de rápida respuesta para casos SAR, que calcula trayectorias posibles de objetos perdidos.
- Errores asociados al uso de pronósticos de corrientes de importante magnitud, pero similares a los presentes en bibliografía.
- Mercator es el modelo más apto para la región, tanto por menor Error como menor S.
- Se está avanzando en la definición de áreas de búsqueda así como la inclusión del viento sobre la obra muerta de distintos objetos.

Casos de aplicación llevados a cabo: 1

Persona extraviada en Punta Rasa mientras practicaba "Kite Surf"



Casos de aplicación llevados a cabo: 2



Proyecto

Monitoreo de la Zona Costera de Argentina

Informe de situación individual Nro. 39

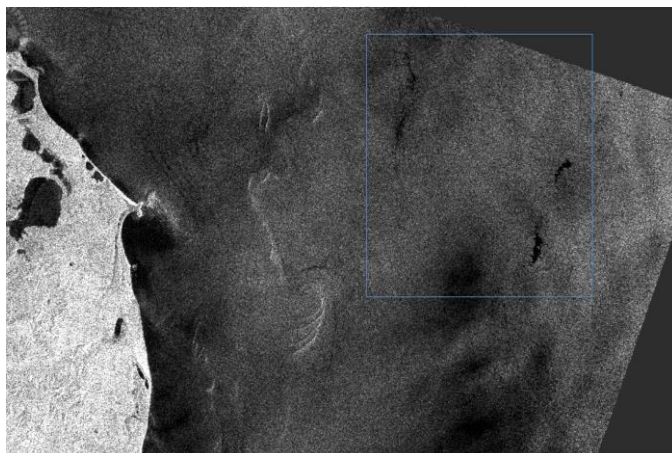
- Informe de situación Nro.: 39
- Zona analizada: **Golfo de San Jorge**.
- Datos de la imagen:

Imagen 1

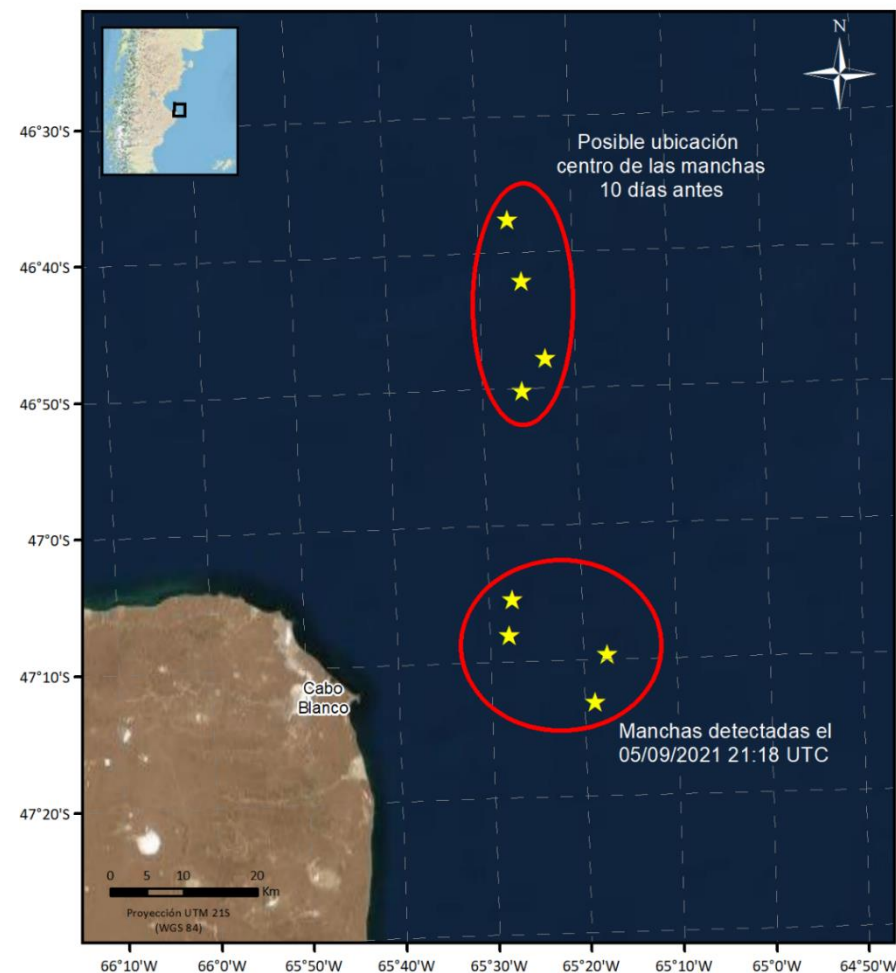
CSKS1_GEC_B_WR_01_VV_RD_SF_20210905211811_20210905211826

Satélite	Cosmo Skymed 1	Sensor	SAR
Modo	Wide Region	Órbita	Descendente
Fecha y Hora (UTC) de Toma	05/09/2021 21:18:11	Hora local de Toma	05/09/2021 18:18:11

- Fecha generación de informe: 06/09/2021
- Profesional responsable Andrea Vázquez



Potenciales derrame de hidrocarburo detectados en el área del Golfo de San Jorge



Nº	Posición del centro de la mancha al 05/09/2021 21:18 UTC		Posible del centro de la mancha 10 días antes (26/08/2021 21:18 UTC)	
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
1	-47.091	-65.458	-46.627	-65.445
2	-47.135	-65.465	-46.702	-65.423
3	-47.161	-65.291	-46.797	-65.386
4	-47.219	-65.315	-46.836	-65.428



Gracias!