

Una alternativa al método clásico para estimar mapas de pronóstico de pesca mediante parámetros atmosféricos obtenidos con datos MODIS.

A. Romo, A. Calle, C. Moclán y S. Fraile

Laboratorio de Teledetección, LATUV. Universidad de Valladolid. Edificio I+D, Campus Miguel Delibes, Paseo de Belén, nº 1, 47002 Valladolid. alf@latuv.uva.es.

1. Resumen

Este trabajo presenta una alternativa a la metodología clásica para la generación de mapas de pronóstico de la pesca para túnidos. Dicho método propone la utilización de parámetros atmosféricos de superficie obtenidos de datos MODIS. Estos mapas son producto de la fusión de 3 mapas: humedad relativa, temperatura de aire y mapa de frentes históricos. El mapa final es representado a través de 5 niveles, destacando cada uno de ellos la probabilidad de encontrar frentes en superficie hacia los cuales es atraída la especie túnida.

2. Introducción

Las metodologías propuestas habitualmente en la literatura para la localización de las especies túnidas mediante técnicas de teledetección, podrían resumirse en dos: la utilización de la información termométrica recogida de la superficie marina mediante sensores que trabajan en el dominio térmico [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]; y la utilización de sensores que trabajan en el dominio visible con el fin de localizar estructuras con altas concentraciones de plancton a través de medidas tomadas de bandas de color del océano [6], [9].

El primero de los criterios viene dado por la atracción que siente la especie túnida hacia zonas con fuertes gradientes horizontales de temperatura en la superficie del mar, frente al segundo que se da en virtud de que estas especies están asociadas a altas concentraciones de plancton por cuestiones derivadas de su actividad, característica de las especies termoconservantes.

El hecho de que las nubes sean prácticamente opacas a la radiación visible y térmica, hace que la radiación registrada por un sensor con bandas en ambos dominios corresponda a la cima de la nube y no a la superficie que queda por debajo de ella, en nuestro caso el mar. Por tanto, las metodologías clásicas propuestas son inviables en zonas en las que el porcentaje de nubosidad es elevado.

[10] analizó la cobertura nubosa presente en el Mediterráneo durante los meses de la Costera del

atún rojo, encontrando que el porcentaje de días nubosos era superior al 50% de la misma. [11] propuso la aplicación del método geo-estadístico "kriging" para estimar de una forma aproximada lo que ocurre en esas áreas contaminadas con nubes. [10] mostró que este método proporciona buenos resultados siempre y cuando los sistemas nubosos presentes en la imagen no excedan el 40% del área que cubre la misma, siendo a su vez necesario que estos pequeños sistemas nubosos estén presentes de una forma dispersa en la imagen. Sin embargo, el Mediterráneo presenta habitualmente en la época de costera sistemas nubosos de grandes extensiones, haciendo inútil la estimación de la información de superficie presente bajo las nubes a través de este método.

Esto obliga a buscar un método alternativo. Así, a partir del análisis del intercambio energético entre el Mediterráneo y la atmósfera [10], se concluye que los frentes térmicos presentes en el seno del Mediterráneo son producto de la fuerte evaporación sufrida bajo determinadas invasiones de aire, característico de algunas situaciones sinópticas (causa), o por lo contrario, son producto del choque de dos masas de agua con distintas propiedades químico-físicas (tanto en el caso de los límites con aguas profundas inyectadas a superficie, como aguas de distinta naturaleza procedentes de aportes fluviales o marinos). En todo caso, este último también produce unas elevadas tasas de evaporación [10], [12], [13].

La evaporación está sujeta al comportamiento de una serie de parámetros. Estos básicamente son:

- ✓ La humedad de la masa de aire que se encuentra en las inmediaciones de la superficie del mar. Si se llega a saturar se corta la evaporación.
- ✓ La temperatura de la masa de aire en contacto con la superficie.
- ✓ El viento en superficie, el cual se encarga de que la masa de aire no llegue a saturarse de vapor de agua y, por otra parte, es el causante del enfriamiento por evaporación de esa masa de agua.

[10] encontró del cruce de parámetros atmosféricos de superficie obtenidos del modelo francés ARPEGE con localizaciones de frentes, producto de mapas SST de AVHRR/NOAA, que:

- ✓ En un 95% de los casos, la humedad relativa presentaba un gradiente horizontal superior o igual a 0.21%/milla náutica.
- ✓ En un 97% de los casos, la temperatura del aire presenta un gradiente horizontal superior o igual a 0.06 ° C / milla náutica.
- ✓ Dedujo que a partir de una medida instantánea de viento (módulo y dirección), no se podía sacar ninguna conclusión.

3. Datos utilizados

El LATUV dispone de una antena receptora de MODIS, datos transmitidos por los satélites TERRA y AQUA, siendo uno de los 77 laboratorios de todo el mundo (3 en toda Europa), que está reconocido por parte de NASA como "Direct Broadcast Station".

Desde comienzos del año 2003, NASA ha facilitado de forma progresiva a estos laboratorios, los códigos de procesamiento con algunos de los algoritmos científicos de nivel 1, 2 y 3, desarrollados por diversos equipos científicos. Estos códigos son considerados institucionales en su mayor parte, debido a que son los que están integrados en el sistema MODAPS (MODIS Operations Data Processing System), sistema operativo de NASA y a través del cual genera los productos Level-1-2 y 3 de MODIS. Uno de esos productos de nivel 2, es el MOD07, producto del cual se han extraído los datos utilizados en este trabajo.

El producto MOD07 contiene los perfiles de temperaturas de aire y punto de rocío para los 20 niveles estándar definidos en meteorología clásica. La resolución espacial del MOD07 es de 5x5 km².

Para su generación, se ejecuta el PGE03 ver.4.3.0 (Product Generation Executables).

4. Metodología

En la introducción de este trabajo, se ha señalado que ciertos gradientes de humedad relativa y temperatura del aire, determinan la existencia de un frente de pesca en el Mediterráneo. Con el fin de obtener un mapa diario de pronóstico de pesca, se propone utilizar el producto MOD07 de MODIS, para la obtención de la temperatura del aire. Sin embargo, la humedad relativa no es una salida directa del MOD07. Por ello es necesario acudir a la meteorología clásica, la cual permite su cálculo en base a la ecuación:

$$h_r = 100 \cdot \frac{e_v}{E};$$

donde "e_v(t)" y "E(t)" son la presión de vapor y la presión de vapor saturante, respectivamente. Extrayendo del MOD07 ambos datos, pueden ser calculados mediante la *ecuación de Magnus* [14].

$$E = 6.10 \cdot 10^{\frac{7.4475t}{284.07+t}};$$

con "t" como temperatura en grados centígrados.

Dependiendo si en esta introducimos la temperatura de punto de rocío o la temperatura del aire, estimaremos la presión de vapor o la presión de vapor saturante.

Hasta este momento, en el LATUV se han generado mapas de pronóstico de pesca por el método que aquí se presenta, pero con datos de la sonda A/TOVS portada en la serie de satélites NOAA. La resolución espacial de los mapas es 0.5°x0.5°.

Por este motivo, se planteó continuar dando esa misma resolución a los mapas estimados con datos MODIS. Esto implicaba una degradación en la resolución de salida del MOD07. Esta se realiza en base a la mediana de los valores de MOD07 contenidos en cajas de 10x10 cajas, equivalentes a 0.5°x0.5° en las latitudes entre las que se encuentra el Mediterráneo. De esta forma se han obtenido mapas de humedad y temperatura del aire con una resolución de 0.5° x 0.5°.

Tanto los mapas de humedad, como los mapas de temperatura de aire, para una mejor comprensión, se reclasifican de 7 % en 7% y de 2°C en 2°C, respectivamente. Estos valores son los equivalentes de la conversión de los gradientes mostrados en la introducción de este trabajo, pero para 0.5°. De esta forma aquellas áreas donde se produzcan diferentes valores de clasificación estarán definiendo diferentes gradientes horizontales de ambos parámetros.

Por otra parte, se ha generado un mapa de existencia histórica de frentes. Esta va a ser la tercera variable que va a informar, junto con los gradientes de las otras dos, si el frente está definido en un área en que históricamente se ha señalado un frente, o por lo contrario no se ha producido nunca. Para crear este mapa, se han utilizado mapas de frentes calculados partir de mapas SST a resolución de 1 km², y se han considerado para cada casilla de 0.5° x 0.5°, todos los píxeles contenidos en esta. Si el porcentaje de frentes, es superior al 25% de los píxeles, la celdilla se ha considerado como contenedora histórica de frentes. Los mapas SST utilizados corresponden a la serie histórica de datos NOAA del LATUV.

Partiendo de los 3 mapas mencionados, se ha fusionado toda esta información en 5 niveles de

probabilidad por celdilla. Estos están estratificados según se muestran a continuación, figurando entre paréntesis el color que se asigna en el mapa:

- ✓ Nivel 0 (marrón claro). No está marcada en ningún mapa, o sea, la probabilidad de que exista frente es nula.
- ✓ Nivel 1 (blanco). Si la celdilla analizada está marcada únicamente en uno de los tres mapas anteriores, se considera que existe una muy baja probabilidad de encontrar en ella un frente.
- ✓ Nivel 2 (amarillo). Si la celdilla tanto en el mapa de temperatura, como en el de humedad, está marcada, pero sin embargo históricamente, nunca se ha producido frente, se le asigna a la celdilla una probabilidad media.
- ✓ Nivel 3 (verde). Si históricamente en la celdilla se ha producido frente y o bien en el mapa de humedad o en el de temperatura, pero no en ambos, la celdilla está marcada, se considera una alta probabilidad de localizar en ella un frente térmico.
- ✓ Nivel 4 (naranja). Si está marcada la celdilla de los tres mapas, diremos que la probabilidad de localización es máxima.

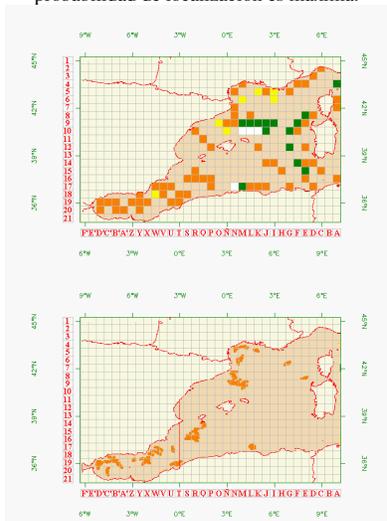


Figura 1.- Mapas de pronósticos según las dos metodologías para el día 22 de mayo de 2002.

El mapa final del pronóstico de pesca es enmarcado con una rejilla, de manera que al conjunto de celdillas contenidas en el mapa se denomina su

posición de una forma similar al clásico “juego de los barcos”. Así las casillas filas serán números y las casillas columnas, serán letras. Esto facilitará el envío de las localizaciones de interés a los pesqueros, dado que dichas localizaciones serán descritas fácilmente a través de una línea de texto. De esta manera la decodificación es inmediata. La información les puede llegar mediante mensajes SMS o FAX, del que dispone el 100 % de los barcos, o e-mail, para aquellos que tengan acceso a Internet vía satélite.

5. Resultados

En las figuras 1.- muestra el resultado obtenido para el día 22 de mayo 2002. Los datos están obtenidos a partir de la instrumentación portada por el satélite TERRA. Esta muestra dos mapas. Uno pertenece a la estimación de probabilidad de pronóstico, mediante parámetros atmosféricos, y la otra pertenece a los frentes estimados por la metodología clásica sobre mapas SST estimados a partir de datos MODIS. En la figura 2.- se muestra la cobertura nubosa de la zona para cada uno de los días. Esta está definida por el color blanco. Lógicamente, la metodología clásica no está aplicada en estas zonas.

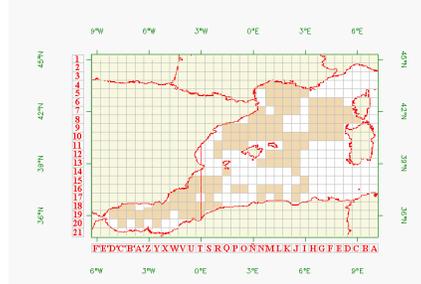


Figura 2.- Cobertura nubosa para el día 22 mayo de 2002.

La figura 3.- ha sido creada para la validación. Así se han marcado con aspas rojas, aquellas celdillas que tanto en el mapa de pronóstico, como en el estimado por la metodología clásica, existen frentes térmicos en superficie y con aspa negra aquellas celdillas que la metodología clásica confirma que existe un frente y sin embargo la metodología alternativa, no las clasifica como tal.

En ella se puede ver la alta eficacia de estos tipos de mapas. Para el día ejemplo mostrado en este trabajo, se estimó un grado de acierto del 82.35% de las celdillas.

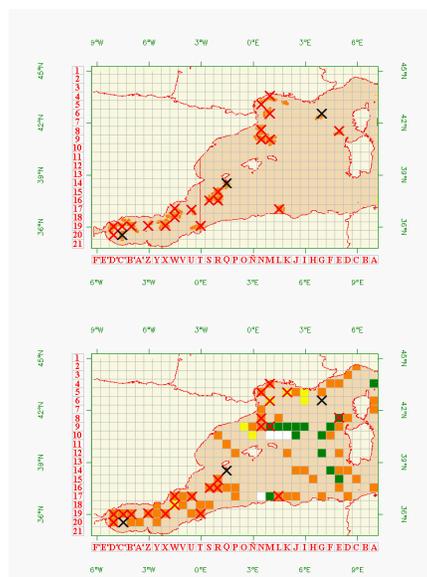


Figura 3.- Validación para el día 22 de mayo de 2002.

6. Referencias

- [1] UDA, M. (1973). Pulsative fluctuation of oceanic fronts in association with the tuna fishing grounds and fisheries. *Journal of the Faculty of Marine Science and Technology, Tokio University*, 7, 245 – 265
- [2] LAURS, M., FIEDLER, P.C. and MONTGOMERY, D.R. (1984). Albacore tuna catch distribution relative to environmental features observed from satellites. *Deep Sea Research*, 31, 1085 – 1099
- [3] FRIEDLER, P. and H. BERNARD (1987). Tuna aggregation and feeding near fronts observed in satellite imagery. *Continental shelf Research*, 7, 871 – 881
- [4] PETIT, M. (1991). Contribution de la télédétection aérospatiale a l'elaboration des bases de l'halieutique opérationnelle: l'exemple des pêcheries thoniers tropicales de surface. (Aspect évaluatif). Ph. D. Thesis. Université Pierre et Marie Curie de Paris VI, France. Plus 5 annexes, 130 pp
- [5] STRETTA, J.M. (1991). Télédétection aérospatiale et gestion des pèches, application: recherche environnementale et halieutique thonier opérationnelle. Thèse de Doctorat. Université Pierre et Marie Curie de Paris VI
- [6] RAMOS, A. (1992). Bioecología del listado (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) en el área de Canarias. Modelo de gestión y explotación mediante el uso de la teledetección. Ph. D. Thesis. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 198 pp.
- [7] SANTIAGO, J., A. G. RAMOS y M. CARTON (1993). Teledetección y pesca de atún blanco en el NE Atlántico. Análisis de las campañas de pesca 1990–1992. Doc. Tec. Gobierno Vasco. 51
- [8] RAMOS, A.G., J. SANTIAGO, P. SANGRA and M. CANTON (1996). An Application of satellite – derived sea surface temperature data to the skipjack (*katsuwonus pelamis* Linnaeus, 1758) and albacore tuna (*Thunnus alalunga* Bonaterre, 1788) fisheries in the north – east Atlantic. *Int. J. Remote Sensing*, vol.17,n 4, 749 – 759
- [9] SHARP, G and DIZON, A. (1978). The physiological ecology of tunas (New York: Academic Press)
- [10] ROMO, A. (2004). “Localización de bancos de atún rojo en el Mediterráneo mediante Teledetección”, Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, 272 pp.
- [11] TRIÑANES, J. A. (1998). Sistemas de Información Basado en Teledetección para la Ayuda a la Explotación Operacional de Pesquerías de Túnidos y otras especies pelágicas. Tesis Doctoral. Santiago de Compostela, 303 pp.
- [12] CRUZADO, A (1979). Climatology and hydrology of the Mediterranean Region: Report on the state. Of pollution in the Mediterranean sea, UNEP, cap.2
- [13] BETHOUX, J.P. (1977). Contribution à l'étude thermique de la mer Méditerranée, Rapport n° 20. Laboratoire de Physique et Chimie Marines, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 199 pp
- [14] MORÁN, F. (1948). Aplicaciones teóricas y aerológicas de los diagramas termodinámicos, Serie A,16, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid