

Nuevas tecnologías y sus aplicaciones en Información, Operaciones y Tecnología para Pesquerías.

María I. BERTOLOTTI

Dirección de Información, Operaciones y Tecnología
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
Mar del Plata, CP7600, Provincia de Buenos Aires, Argentina

y

Juan J. BUONO
Centro de Cómputos

Proyecto Sistema de Información oceanográfica pesquera
Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
Mar del Plata, CP7600, Provincia de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

La constante modernización tecnológica en las pesquerías, especialmente en embarcaciones pesqueras, sistemas de posicionamiento y localización, artes y dispositivos selectivos y nuevos procesos entre otras, con el objeto de optimizar la eficacia y eficiencia económica, obliga a las Autoridades pesqueras a mejorar sus sistemas de seguimiento, monitoreo y control, fortaleciendo las investigaciones pesqueras y formulando acertadas medidas de manejo, para asegurar la pesca responsable, que para las pesquerías es mantener la sostenibilidad del sistema pesquero; recursos y su medio ambiente y el desarrollo económico sostenible de la actividad económica. Para ello se requiere minimizar los riesgos e incertidumbre en el cálculo de los estimadores utilizados en la ordenación y política pesquera.

Palabras Claves: Flota, Pesquera, Pesca responsable, Sistema, Información, Operaciones, Tecnología

INTRODUCCION

El Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1996) es de carácter voluntario y aplicación mundial y está basado en normas de derecho internacional. Entre sus principios generales en relación con el tema desarrollado establece:

- evitar la sobreexplotación y el exceso de capacidad de pesca; aplicar medidas de ordenación con el fin de asegurar que el esfuerzo de pesca sea proporcionado a la capacidad de producción de los recursos pesqueros y al aprovechamiento sostenible de los mismos; rehabilitar las poblaciones cuando corresponda.
- aplicación del criterio de precaución en la conservación, ordenación y explotación de los recursos, tomando en consideración datos científicos más fidedignos disponibles.
- aplicación de artes y prácticas de pesca selectivas y ambientalmente seguras a fin de mantener la biodiversidad y conservar la estructura de las poblaciones, los ecosistemas acuáticos y la calidad del pescado; reducir al mínimo el desperdicio de las capturas así como los efectos sobre las especies asociadas o dependientes, la captura incidental de especies no utilizadas y otros recursos vivos.
- tratamiento del pescado y productos pesqueros a lo largo de la cadena, de modo que mantenga su valor nutritivo, la calidad e inocuidad de los productos.
- proteger y rehabilitar los hábitat críticos para la pesca en los ecosistemas marinos y de agua dulce.
- asegurar el cumplimiento y la aplicación de las medidas de conservación y ordenación y establecer mecanismos eficaces para vigilar y controlar las actividades de los

buques pesqueros y los de apoyo a la pesca.

De acuerdo con un criterio socioeconómico que contemple la dimensión de las embarcaciones, el tipo de organización empresarial y laboral, el sistema de retribución a la tripulación y las características de la primera venta, se pueden establecer dos grandes categorías de flota (Bertolotti *et al.*, 2001):

- Flota pesquera de pequeña escala (artesanal, menor y costera)
- Flota pesquera industrial (buques fresqueros, buques procesadores congeladores)

Considerando un criterio operativo se puede agrupar cada categoría de flota, de acuerdo con:

- Las artes de pesca,
- Las especies explotadas,
- Las áreas de pesca,
- Los procesos realizados a bordo



Según el sistema de pesca utilizado, operan en Argentina cuatro categorías de buques:

- Arrastreros demersales (pescan principalmente merluza y calamar, pero también otras especies demersales),
- Cerqueros sin jareta (capturan peces pelágicos, como anchoíta)
- Tangoneros (arrastreros dedicados a la captura de langostino),
- Palangreros (capturan especies de fondo de alto valor comercial, como abadejo, merluza austral y merluza negra, utilizando palangre de fondo),
- Poteros (realizan pesca selectiva de calamar con poteras).

Es evidente que en muchas zonas se ha producido un gran incremento del esfuerzo pesquero y una disminución de las poblaciones de peces. Un aspecto interesante, en la medida que concierne a este documento, es que el incremento del esfuerzo pesquero es consecuencia no solo de la utilización de tecnologías pesqueras, si no también del empleo de tecnologías electrónicas, informáticas y satelitales. Estas mismas tecnologías pueden ahora contemplarse como una de las herramientas disponibles por los administradores pesqueros para conseguir una explotación sostenible de la pesca. FAO, 2003.

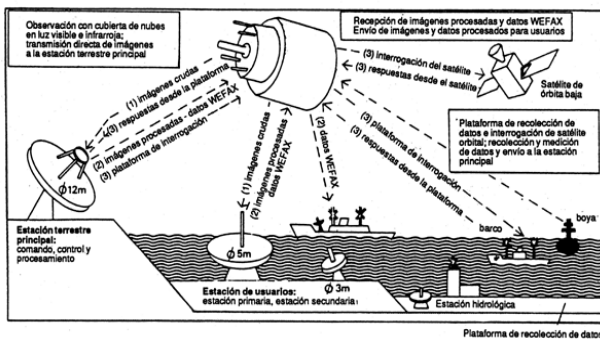
En este trabajo se indagaron los elementos comunes independientemente de su clasificación ya que todo el sistema pesquero requiere de **Información**, realiza **Operaciones** de pesca, y utiliza **Tecnología**.

Sobre la base de esta premisa se realiza un detallado análisis de las incorporaciones y mejoras en estos tres componentes.

INFORMACION

Indudablemente es el componente donde más se ha evolucionado últimamente a partir de la incorporación de los equipos informáticos y en avanzados sistemas de comunicación, utilización de satélites, acceso a Internet (correo electrónico), telefonía celular y nuevos modos digitales de transmisión radial.

Lo cual ha facilitado al Capitán o responsable de pesca un enorme conocimiento sobre los recursos, los factores ambientales, oceanográficos, etc.



Telemetría

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información generada en la medición hacia el operador del sistema de telemetría. La palabra *telemetría* procede de las palabras griegas *tele* (*lejos*) y *metron* (*medida*). El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica...).

software de navegación

Satélites Ambientales

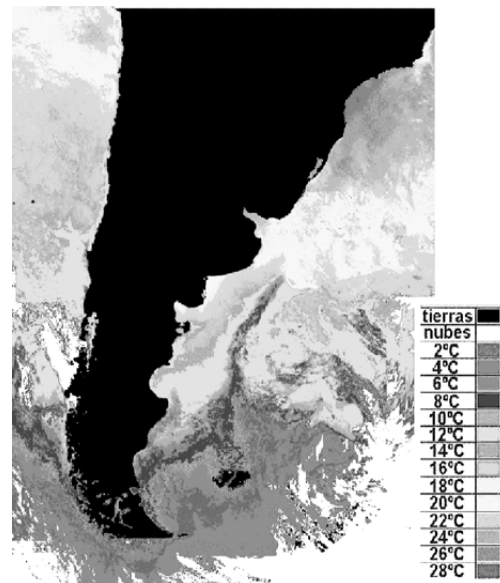
Se describen los satélites ambientales actualmente en el aire, sus sensores y su uso potencial para estudios oceanográficos. Los sensores para algunos de estos satélites, están actualmente fuera de comisión o, en el caso de satélites tripulados, no habitados. Sin embargo, debido al potencial de interés en los datos que han adquirido durante su período de actividad, son incluidos.

Los principales satélites ambientales en operación al día de hoy son:

- Series LANDSAT - E.U.A.
- Series TIROS - E.U.A.
- Series NOAA - E.U.A.
- MISION DE MAPEO DE CAPACIDAD DE CALOR (HCMM) - E.U.A.
- Series NIMBUS - E.U.A.
- SEASAT-A - E.U.A. (ahora fuera de funciones).
- GOES/METEOSAT - E.U.A./ E.S.A.
- SPOT - FRANCIA
- Series BHASKARA - INDIA
- MOS-1 - JAPON

Programas ambientales de percepción remota calendarizados o propuestos incluyen:

- IRS-1 - INDIA
- ERS-1 - E.S.A.
- TOPEX - E.U.A.
- NROSS - E.U.A.
- OCI - E.U.A.
- RADARSAT - CANADA
- Sea- WIFS - E.U.A.
- EOS - E.U.A.



Las Series LANDSAT

Las series LANDSAT de satélites fueron anteriormente conocidas como Satélites de Tecnología de Recursos de la Tierra (ERTS). El nombre LANDSAT es un mal nombre ya que los satélites LANDSAT tienen una aplicación significativa al océano y a los estudios costeros.

La Serie NOAA

Con la experiencia ganada con las series de satélites NIMBUS, PIROS y TOS (Satélite Operacional TIROS), se comenzó la serie de satélites operacionales de NOAA. La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de E.U.A. (NOAA) fundó la serie, de ahí la designación del nombre. Los satélites de la serie NOAA están dedicados a observaciones meteorológicas y a estudios de la temperatura superficial del mar.

Misión de Mapeo de Capacidad de Calor (HCMM)

La Misión de Mapeo de la Capacidad de Calor (HCMM) fué lanzada en 1978. Tiene una órbita diseñada para permitir la medición de la temperatura de la tierra en intervalos de tiempo de 12 horas, cuando la variación de la temperatura está en un máximo, esta diferencia de temperatura del día y de la noche puede ser utilizada para determinar la inercia térmica. La órbita circular y heliosincrónica tiene un ángulo de inclinación de 98°. El satélite realiza de 14 a 15 revoluciones por día con una distancia entre rutas de 2712 Km. Se sobrepone a la misma ruta cada 16 días a una altitud de 620 km. El sensor a bordo del HCMM es el HCMR (Radiómetro de Mapeo de la Capacidad de Calor) que estuvo en funcionamiento de 1978 a 1980.

Serie GOES/METEOSAT

Estos satélites geoestacionarios de gran altitud (36,000 Km.) son utilizados para observaciones meteorológicas globales y para comunicaciones. Los aspectos de la meteorología que son el foco de estos satélites, incluyen el mapeo de nubes e imágenes infrarrojas y visibles de la superficie de la tierra, para detectar cambios de gran escala en parámetros oceánicos.

SPOT

Este satélite fue lanzado en 1986 y está dedicado a la observación de la tierra, aunque tiene aplicaciones oceanográficas al igual que el LANDSAT. Tiene una órbita heliosincrónica polar cercana con un ángulo de inclinación de 99° y un período de 101 minutos. Realiza de 14 a 15 revoluciones por día y sobrepone la misma ruta cada 26 días con una distancia entre rutas de 2,818 km. La altitud de este satélite es de 820 a 840 km. El sensor a bordo es el radiómetro de opresión de barrido, HRV (Alta Resolución Visible).

Serie Bhaskara

Los satélites Bhaskara-1 y 2 fueron lanzados por la India en 1979 y 1981 respectivamente con la asistencia de la U.R.S.S. Un radiómetro operando en frecuencias de 19 a 22 GHz es llevado a bordo de ambos satélites para propósitos de estudios oceánicos.

MOS-1

MOS-1 es el primer satélite de observación terrestre de los japoneses el cual fue lanzado exitosamente en Febrero de 1987. Los datos colectados por este satélite estarán disponibles a principios de 1988. Este es un satélite experimental diseñado para colectar información sobre el color del mar y la temperatura superficial del mar, en adición a parámetros terrestres.

Los instrumentos a bordo de este satélite son: el Radiómetro Multiespectral Electrónico Autobarrador (MESSR); el Radiómetro Visible e Infrarrojo Térmico (VTIR), para medir la temperatura superficial del mar (SST); el Radiómetro Barrador de Microondas (MSR), para medir el vapor de agua atmosférico.

Los progresos en electrónica, informática y tecnología satelital se han desarrollado a una velocidad vertiginosa durante los últimos 20 años. El seguimiento por vía radio HF y radar se ha convertido en una actividad habitual durante dicho periodo. Sin embargo el seguimiento de buques pesqueros no atrajo mucha atención hasta mediados de los años ochenta, cuando la tecnología de los satélites llegó a ser económicamente viable para objetivos de seguimiento. Este tipo de aplicaciones, así como el interés por las mismas, continuaron siendo

relativamente escasos hasta que hacia el año 1991 varias administraciones pesqueras comenzaron a realizar investigaciones y pruebas. FAO, 2003

OPERACIONES PESQUERAS

Un aspecto de importancia para las operaciones pesqueras es conocer la **Disponibilidad del Recurso**, que se basa en características biofísicas del mismo (mortalidad, crecimiento, cadena trófica, reproducción, reclutamiento, factores ambientales asociados), en la **Accesibilidad**, que está en función de las características de la flota y de la distribución del área de pesca; y en la **Vulnerabilidad**, es decir, las posibilidades de que el recurso sea capturado, las cuales se determinan por la naturaleza del arte de pesca, por el comportamiento del propio recurso, y la destreza de los pescadores; finalmente la vulnerabilidad se expresa en la cantidad de peces capturados por un arte.

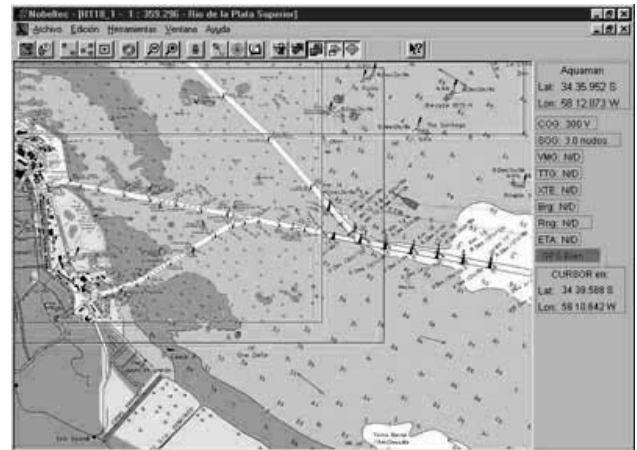
Las nuevas tecnologías aumentaron sustancialmente la capacidad para explorar y capturar poblaciones de peces, las cuales posibilitan

- Localización, concentración, distribución
- Levantamiento de cartas náuticas
- Posicionamiento
- Navegación por satélite
- Marcado y seguimiento
- Detección y atracción (teledetección satelitaria, acústica submarina). Ecodetección (ecosonda, sonar)

La disponibilidad del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha añadido una nueva dimensión a la exactitud de las posiciones, teniendo esta tecnología un uso cada vez más generalizado, incluso con equipos GPS de mano al alcance de la capacidad económica de muchas personas. FAO, 2003

Software de Navegación

Los software de navegación son básicamente programas con conexión al GPS a través del protocolo NMEA y que utilizan cartas náuticas digitales que permite graficar la posición en latitud y longitud y llevar el derrotero de la embarcación posibilitando el trazado de rutas, marcas de waypoints, eventos, zonas, etc.



Cartas Náuticas digitales

Las cartas náuticas electrónicas RNC (Raster Navigational Chart) son imágenes digitales georeferenciadas que son reproducciones idénticas de una carta náutica de papel, dando al navegante una imagen familiar con la que le está acostumbrado.

Tablas numéricas de predicción de mareas y calendarios gráficos de mareas. (tide tables)

Estas publicaciones contienen la información de marea de diferentes puertos a cualquier hora. Esta información es de vital importancia para todos los navegantes, desde buques oceánicos hasta pesqueros, yates y operadores portuarios. La información de marea es de interés también para el estudio de la contaminación marina, sedimentación, prevención de inundaciones, investigaciones oceanográficas y construcciones portuarias.

TECNOLOGIA

La tecnología pesquera tiene en cuenta no sólo el equipo y los métodos de pesca y las características pertinentes de las embarcaciones, sino también determinados aspectos relativos a los factores biológicos y ambientales y sus relaciones recíprocas, los cuales tienen que ver con la accesibilidad y vulnerabilidad de las poblaciones de peces y con las oportunidades para un desarrollo pesquero integrado, la tecnología pesquera está en continua evolución y la eficiencia de las capturas aumenta constantemente.

Las nuevas tecnologías se adaptaron rápidamente a las operaciones de la flota pesquera permitiendo pescar con redes más grandes y artes de pesca más eficientes, selectivas, incorporando nuevos materiales en la fabricación de los mismos y con dispositivos de selectividad por especie y tamaño.



Las nuevas tecnologías aplicadas a las artes de pesca permiten utilizando el mismo tamaño de sistemas hidráulicos el

uso de redes más grandes, y están capturando más con barcos más pequeños y con notable ahorro de combustible que se logra utilizando fibras sintéticas de nueva tecnología como el Dyneema, el cual tiene las mismas o mejores características de trabajo que el acero en diámetros similares.

La incorporación en la flota de las redes Ultra Cross sin nudos las cuales se lanza y se hunde más rápido haciendo la operación de cercado más rápida que con las redes con nudos, ya que se ha reducido la resistencia al hundimiento permiten la realización de maniobras de pesca más rápidas y eficientes

La flota que más se está beneficiando con esta tecnología desde mediados de los 80s es la flota arrastrera que pesca en Alaska y Rusia. Actualmente el material es también utilizado en flotas pesqueras de México, Perú, Chile, Argentina y Europa, donde han logrado mayor efectividad y mejoras en la calidad del pescado

En Argentina pueden mencionarse en la pesca industrial, la incorporación a finales de los 80 de los tangones para la pesca de langostino, las poteras para la pesca del calamar, el palangre para la captura de merluza negra, abadejo, rayas y en las pesquerías en pequeña escala desde finales de la década del 90 la generalización de la maniobra a la pareja.

La introducción de métodos de selectividad en las artes de pesca, permiten mediante el escape proteger a los ejemplares de tamaño insuficiente o el escape de las especies no objetivo en la maniobra de pesca.



Se cuentan con varios proyectos donde se generan imagen de zonas probables de pesca para los recursos pesqueros integrando análisis histórico, prospectivo, proactivo y experimental de las condiciones ambientales y los rasgos observables con las tecnologías espaciales disponibles y en desarrollo.

Principalmente trabaja con imágenes de TSM provenientes del sensor AVHRR del satélite NOAA, de color del mar (CM) adquiridos por el sensor SeaWiFS del satélite SeaStar (lanzado a fines de 1997) y datos de campos de vientos superficiales (CVS, velocidad y dirección) obtenidos por el dispersómetro del satélite ERS-2 y explorando el empleo de imágenes de radar obtenidas del sensor SAR del satélite RADARSAT. Con información satelital validada con datos de campo las variables ambientales superficiales (TSM, gradiente, CLO y CVS) bajo un enfoque espacio-temporal y empleando

análisis de serie de tiempo a través de SIG. Con esta información se desarrollan modelos de estimación de áreas con mayor probabilidad de pesca empleando el enfoque de teoría bayesiana la cual genera una carta de zonas probables de pesca (ZPP) sobre la cual se calculan las rutas óptimas.

CONCLUSIONES

El desarrollo tecnológico (satélites) contribuyó a disminuir por una parte la incertidumbre en la investigación científica a través de mejorar la información oceanográfica pesquera (evaluación y seguimiento de pesquerías, monitoreo en tiempo real, desarrollo de modelos de predicción de bancos de pesca en función de las condiciones del ambiente marino, predicción de mareas tóxicas, detección de pesquerías) necesaria para elaborar los planes de manejo para la pesca responsable, aunque, por otra parte intensificó las operaciones pesqueras, disminuyendo los costos de explotación y aumentando la vulnerabilidad de los recursos en tiempo y espacio. Al mismo tiempo estas tecnologías permiten a las administraciones pesqueras mejorar el seguimiento de las operaciones pesqueras a través del monitoreo satelital de buques.

Otras aplicaciones, directamente relacionadas con las pesquerías, permitieron mejorar: la prevención y lucha contra la contaminación marina; la seguridad de la navegación, la localización de naufragos, la prevención de las oscilaciones en puertos y bahías y de sus efectos sobre los buques y estructuras portuarias.

El desarrollo de dispositivos selectivos (por tamaño o por especie) contribuyó en la última década a disminuir los descartes de juveniles y de especies acompañantes que no eran objetivo de la pesca. Estos desarrollos tecnológicos deben incorporar en sus evaluaciones técnicas, (para transformarse en tecnologías responsables), la evaluación de los impactos sobre la pesquería (especies elegidas como objetivo, especies acompañantes, capturadas incidentalmente y protegidas; descartes y desechos; sobrevivencia de los ejemplares que logran escapar; entre otros aspecto) y los efectos sobre el ecosistema; facilitando entonces, a las administraciones pesqueras la incorporación del enfoque precautorio en la selección de las tecnologías más apropiadas.

De acuerdo con la FAO, 1997, Todas las tecnologías tienen ventajas e inconvenientes, que deberán sopesarse en un enfoque precautorio, y en general quizá convenga combinar al mismo tiempo varias tecnologías diferentes. Cuando se introduce una nueva tecnología, debe evaluarse cuidadosamente para determinar sus posibles efectos.

BIBLIOGRAFIA

- Bertolotti, G. A. Verazay, E. Errazti, A. N. Pagani y J. J. Buono. Flota pesquera argentina. Evolución durante el periodo 1960-1998, con una actualización al 2000. M. I. INIDEP. El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, 3:9-53 (2001)
- FAO, 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable.

- FAO. 1997. Orientaciones Técnicas Para La Pesca Responsable. No. 2. Enfoque Precautorio para la Pesca de Captura y las Introducciones de Especies. Roma, 64p.
- FAO, 2003. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No.1, Supl. 1. Sistemas de Localización de Buques Vía Satélite. Roma, FAO. 2003. 60p.