

APLICACIONES DE LA INFORMACIÓN SATELITAL EN LAS INVESTIGACIONES PESQUERAS

por:
Ing. Luis Escudero Herrera

1. Introducción

La investigación del océano usando imágenes de satélite ha evolucionado considerablemente en los últimos años, de manera que es posible monitorear grandes áreas y en espacios de tiempo muy frecuentes; diversos eventos que se realizan en el mar. Los más frecuentes son El Niño, La Niña, surgencias, mareas rojas, giros, etc.

Dentro de este marco el Instituto del Mar del Perú, cuenta con una Unidad de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, la cual está encargada de realizar estudios utilizando diversos satélites y sensores como: NOAA , SeaWIFS, Spot, ERS, Topex, entre otros. Para ello cuenta con una estación receptora de imágenes de satélite HRPT (High Resolution Picture Transmission) la cual permite obtener información en tiempo real de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y productividad del mar (Clorofila "a"), con una resolución espacial de 1,1 Km² .

De igual forma se cuenta con información diaria de la posición y desplazamiento de las flotas industriales (cerco, arrastre, calamareros y palangreros) a través del sistema SISESAT (Sistema de Seguimiento Satelital), el cual está basado en una plataforma de comunicaciones ARGOS, ¿para una administración moderna de las diversas pesquerías.

Las principales aplicaciones que viene desarrollando esta Unidad con esta tecnología son: "Estudio de la variabilidad ambiental y su relación con la distribución de recursos pelágicos utilizando información satelital", "Estudio de Zonas Costeras usando imágenes de satélite", "Cartas de Pesca para la Pesquería Artesanal".

2. Materiales y Metodología

Estación receptora de imágenes satelitales HRPT

El Imarpe cuenta con una estación receptora de imágenes de satélite HRPT, mediante la cual tiene la capacidad de recibir y procesar información de los satélites NOAA y SeaWIFS.

Estación SMARTech

La antena SMARTech captura datos de satélite y convierte su transmisión en una señal digital. La señal pasa a los circuitos de radio de la estación de trabajo PC o UNIX.

Los datos del satélite se almacenan en el disco duro del ordenador, en un dispositivo de almacenamiento o pasa a través de la red. La estación SMARTech incluye una antena GPS (Trimble) que corrige los datos de reloj del satélite y garantiza una corrección de imagen precisa.

Los Satélites NOAA

Pertenecen a la Administración Nacional de Oceanografía y Atmósfera de los Estados Unidos de Norte América. Se encuentran a una altura de 833 km sobre la superficie de la Tierra, en órbita polar, es decir, órbitas sobre los casquetes polares, de forma que pasan por alguna parte de nuestra cobertura un mínimo de cuatro veces al día cada uno.



NOAA 11 Lanzado el 24 de setiembre de 1988.

NOAA 12 Lanzado el 14 de mayo de 1991.

NOAA 14 Lanzado el 30 de diciembre de 1994.

NOAA 15 Lanzado el 13 de mayo de 1998.

NOAA 16 Lanzado el 21 de setiembre del 2000.

NOAA 17 Lanzado el 24 junio del 2002.

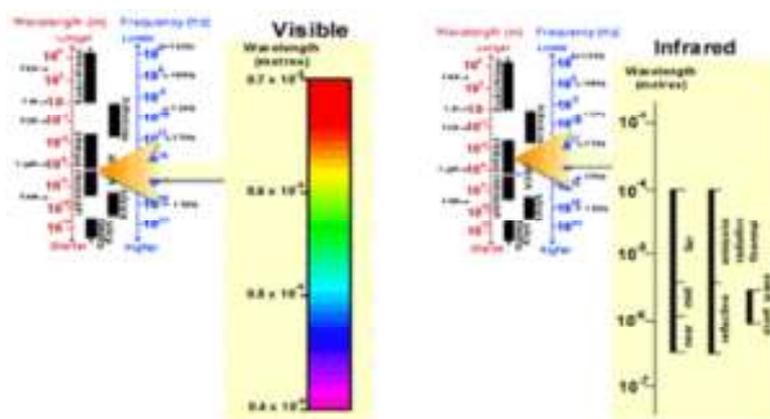
A bordo llevan una serie de sensores para el estudio de los océanos, la tierra, la columna de atmósfera y el espacio exterior. De ellos, sin duda el más conocido es el AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), que obtiene imágenes de la superficie del planeta en cinco bandas espectrales (cinco estrechos segmentos del espectro electromagnético).

Su resolución radiométrica es muy elevada, con capacidad para distinguir un margen dinámico de 1024 niveles de energía distintos en cada banda. Ello permite detectar, en las bandas térmicas, variaciones de 0.1°C.

Aunque la sucesión de valores de longitud de onda es continua, suelen establecerse una serie

de bandas en donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. La organización de estas bandas de longitudes de onda o frecuencia se denomina Espectro Electro-magnético.

Comprende, desde las longitudes de onda más corta (rayos gamma, rayos X), hasta las kilométricas (telecomunicaciones). Las unidades de medida más comunes se relacionan con la longitud de onda. Para las



más cortas se utilizan micras, mientras las más largas se miden en centímetros o metros.

Otros sensores a bordo de los satélites NOAA son el TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder), que en realidad está formado por tres sensores (una sonda de radiación infrarroja de alta resolución, la HIRS/2, una sonda estratosférica, la SSU, y una sonda de microondas, la MSU) que actúan a modo de sonda para analizar la columna de atmósfera bajo el satélite, el SEM (Space Environment Monitor), que mide el flujo de partículas solares (alfa, protones, electrones), su espectro y la energía total en el punto del espacio que ocupa el satélite, y el sistema ARGOS de recolección de datos de boyas oceanográficas, dispositivos de investigación para seguimiento, monitoreo remoto y sistemas de seguridad.

Características del sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer):

§ Resolución espacial de 1,1 km. en el nadir de la observación.

§ Resolución espectral de 5 bandas (visible, infrarrojo cercano y 3 en el infrarrojo térmico).

§ Resolución radiométrica de 10 bits (1023 niveles distintos).

§ Resolución temporal de aproximadamente 2 imágenes diarias por satélite (en nuestra estación).

§ Ancho de las imágenes 2700 km. (aproximadamente).

Los usos de los datos del sensor AVHRR :

§ Aplicaciones Hidrológicas: Cartografía de zonas de nieve, extensiones de agua en riadas, humedad del suelo.

§ Recursos Renovables: Índice de vegetación de diferencia normalizada(NDVI), detección y seguimiento de incendios.

§ Análisis de Usos de Suelo: Efectos urbanos.

§ Aplicaciones Geológicas: Basándose en propiedades absortivas de las distintas litologías se han obtenido cartografías litológicas, tectónicas.

§ Riesgos Naturales: Volcanes, Terremotos, Inundaciones, Incendios.

§ Aplicaciones Marítimas: SST, Calidad de aguas, Turbidez de aguas, Mareas negras, Surgencias.

§ Aplicaciones Climáticas: Tormentas, Nubosidad, Vientos.

3. Resultados Cartas de Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Las cartas de Temperatura Superficial del Mar (TSM) son elaboradas desde la imagen cruda recepcionada, a la cual se le somete a una calibración por el sistema y una rectificación geométrica. El cálculo de la TSM se realiza utilizando el algoritmo matemático Split Night Multi-Channel Sea Surface Temperature:

$$T_{sfc}(4/5) = 1.0527 T_{11} + 2.6272 (T_{11} - T_{12}) - 288.23$$

Con las cartas de TSM ha sido posible el Monitoreo del Evento "El Niño" en la costa peruana y en zonas específicas (puertos y caletas), desde febrero de 1998.

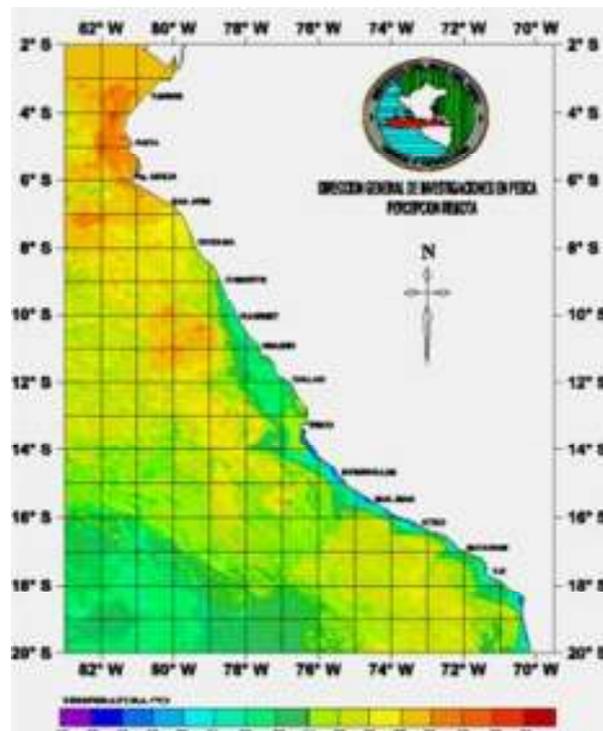
El seguimiento de los recursos pelágicos, mediante la interrelación entre la información obtenida en los cruceros de evaluación hidroacústica y las cartas de TSM.

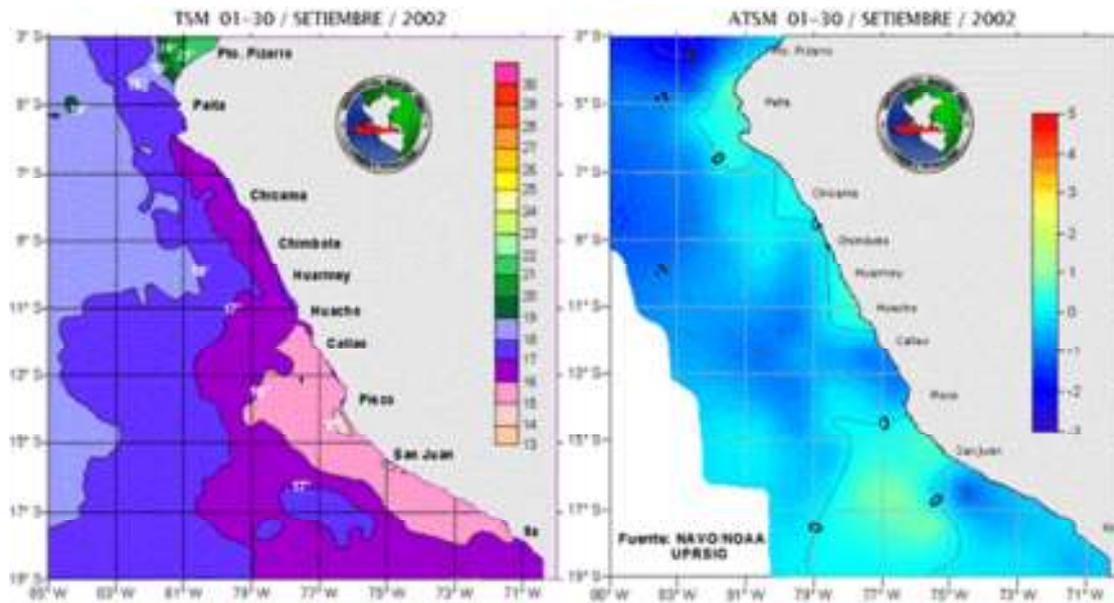
Cartas Promedio de TSM y ATSM

Con la información diaria de TSM se elaboran cartas promedio mesual, por cuadrado estadístico MARSDEN (1° x 1°), las cuales son comparadas con los Promedios Patrones Multianuales y luego se obtienen cartas de Anomalías Térmicas (ATSM).

Dicha información es muy importante para evaluar las condiciones térmicas del mar frente a un calentamiento o enfriamiento, este monitoreo se realiza en forma semanal, quincenal y mensual.

Una vez realizado el cálculo de la TSM proveniente del sensor AVHRR, este dato es comparado con información obtenida de los cruceros de investigación que realiza el IMARPE y de los Laboratorios Costeros, con la finalidad de convalidar dicha información, llegando a obtener desviaciones en general de ± 0,5°C.

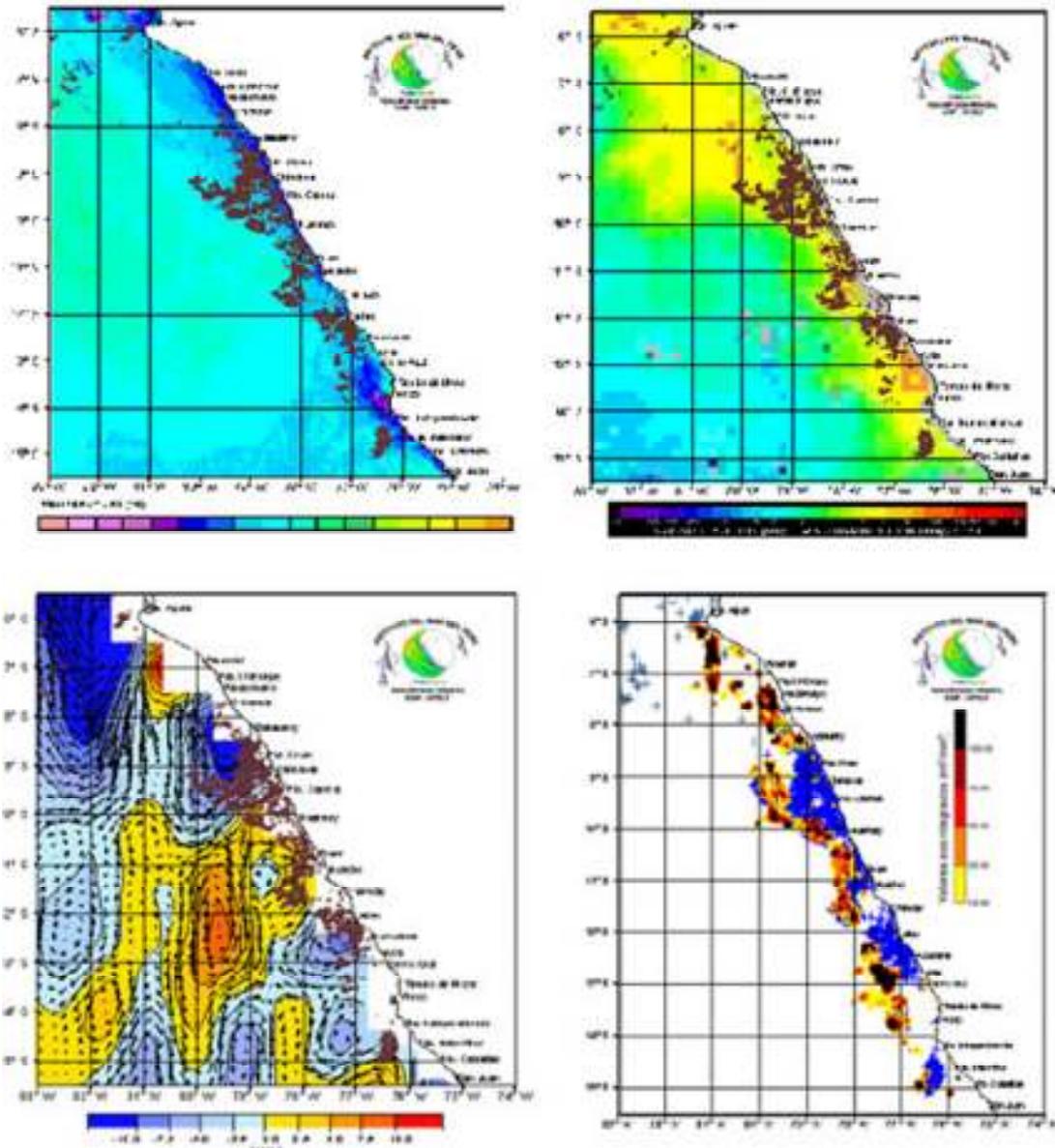




Estudio de la variabilidad ambiental y su relación con la distribución de recursos pelágicos utilizando información satelital

Esta actividad tiene por finalidad integrar todas las variables satelitales (TSM, Clorofila, altimetría y próximamente salinidad), con información del SISESAT y Cruceros de Evaluación Hidroacústica, utilizando herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En una primera fase, se está realizando un seguimiento de las áreas de distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en función a las condiciones ambientales, para entrar a una segunda fase de modelamiento de estas áreas, con la finalidad de poder conocer los procesos de migración que realiza esta especie.



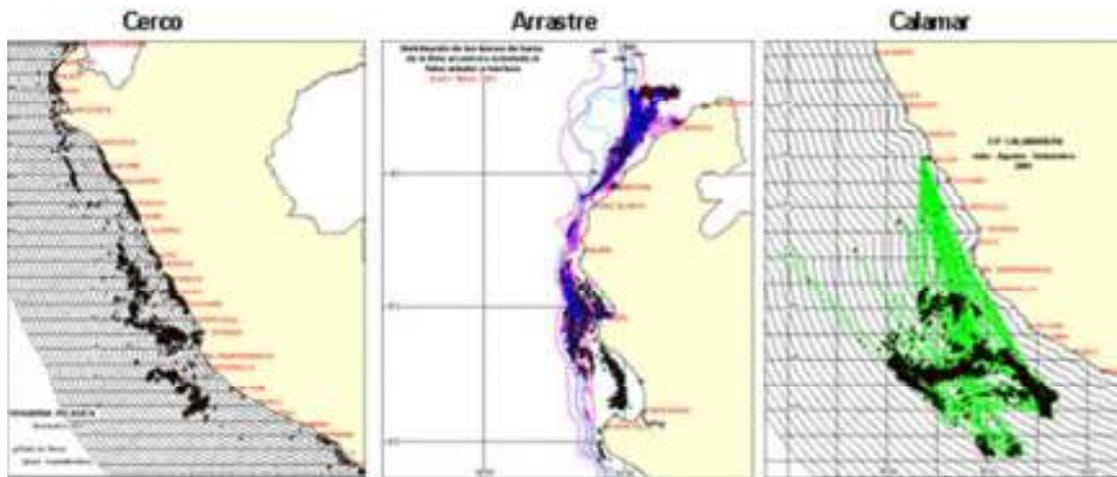
Sistema de Seguimiento Satelital (Sisesat)

El IMARPE de acuerdo a sus lineamientos de política institucional y al rol asumido en los planes de ordenamiento y administración de las pesquerías en el Perú, accedió desde 1998, a un sistema de rastreo de embarcaciones mediante tecnología Satelital denominado ARGOS, poniendo una herramienta fundamental en manos de sus investigadores con la finalidad de evaluar los alcances y aplicación práctica.

Este sistema de seguimiento satelital (SISESAT), denominada ARGOS, es un sistema de colección de datos de localización espacial y temporal de las flotas pesqueras, que operan en el litoral peruano. Está basado en la utilización de plataforma satelitales de posicionamiento global.

La incorporación del uso de tecnología satelital a las actividades de investigación, posibilita su interrelación con los complejos factores ambientales, permitiéndonos analizar la correspondencia recurso-medio ambiente e interpretar el comportamiento de las poblaciones marinas y sus tendencias, así como, determinar su disponibilidad en el tiempo y el espacio.

El objetivo es realizar el seguimiento espacio-Temporal de la ubicación de las flotas pesqueras en el ámbito del Mar Peruano, evaluar su comportamiento durante las operaciones extractivas y aportar en las investigaciones de los patrones estacionales e interanuales de la distribución de los recursos pelágicos, Demersales y costeros en relación a la dinámica ambiental.



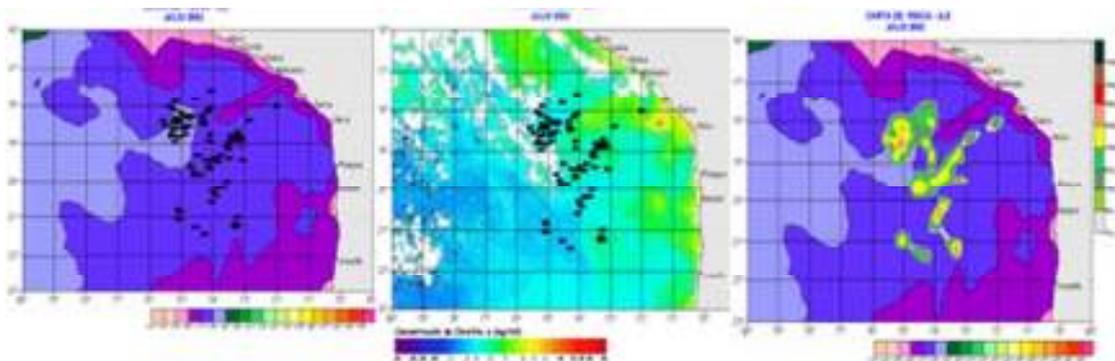
Cartas de Pesca para Pesquería Artesanal

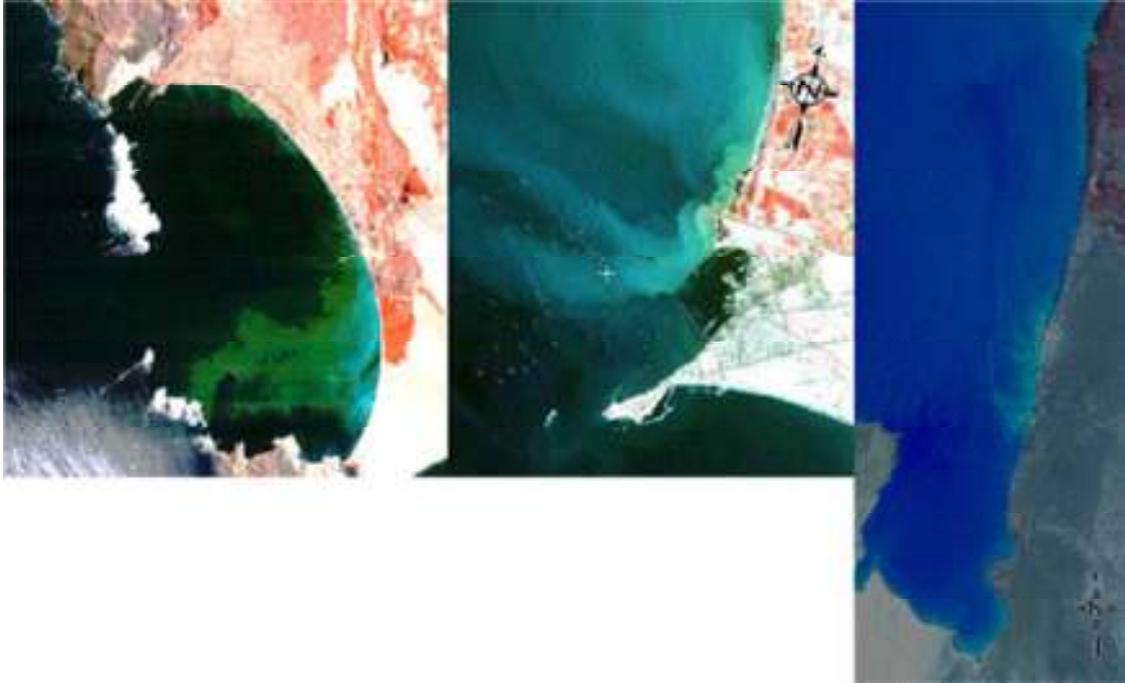
Las cartas de Pesca son generadas a partir de la información pesquera que es recolectada mediante Bitácoras de Pesca de embarcaciones artesanales de la flota espinerela del Puerto de Ilo.

Esta es integrada mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con información satelital: cartas de Temperatura Superficial del Mar(TSM) y de Clorofila "a", con una resolución espacial de 8 km² y 4 km², respectivamente. El área geográfica de estudio comprende desde los 16° a 23° S y 69° a 80° W.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un Modelo Predictivo de Zonas de Pesca (MPZP) con toda la información recolectada.

Dentro de los principales resultados que se espera lograr con este proyecto, está el principalmente disminuir la incertidumbre en la búsqueda de las zonas de pesca de los pescadores artesanales y mediante ésto la reducción de costos operativos de la embarcación pesquera y elevar sus rendimientos.





Estudio de Zonas Costeras usando imágenes de satélite

Otra de las aplicaciones importantes mediante el uso de esta tecnología, es la relacionada al Estudio de Zonas Costeras, usando diversas resoluciones espaciales de 10 m a 1 km. y espectrales de 0,3 mm a 100 cm, es posible identificar diversos eventos que ocurren frente a los puertos más importantes de nuestra costa, como: Monitoreo de la Contaminación Marina, Identificación de áreas potenciales para el desarrollo de la Maricultura y actividades Acuícolas, Identificación de las fuentes de vertimientos y disposición de residuos generados por la actividad Pesquera, desarrollo de Estudios de Contaminación de aguas costeras y oceánicas por metales pesados, pesticidas e hidrocarburos.

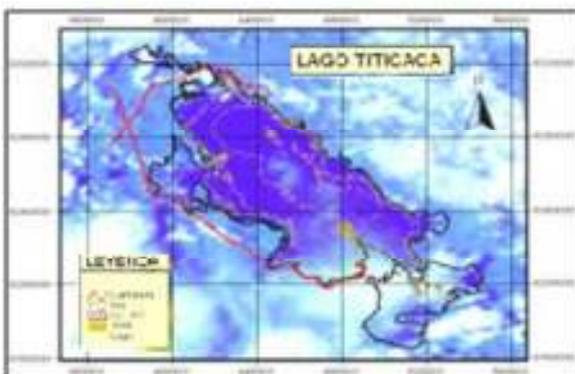
Utilizando información de alta resolución espacial: Spot XS/P, Landsat XS, SeaWiFS, MODIS, ERS, se está identificando los diversos eventos que ocurren frente al Puerto de Chimbote, Callao y Pisco.

Los resultados de este proyecto permitirán en primer lugar identificar las principales fuentes de contaminación y los tipos de contaminantes, monitorear constantemente estas zonas y presentar alternativas de solución.

Ø Monitoreo del Lago Titicaca

El Objetivo del Monitoreo del Lago Titicaca mediante imágenes de satélite, es evaluar la variación temporal en el tiempo de la lamina de agua del Lago Titicaca, lo que influye considerablemente en las actividades pesqueras que se realizan en el lago, asimismo identificar las fuentes de contaminación que están alertando el ecosistema del Lago.

La zona en estudio ha sido digitalizada para obtener el área que cubre la Laguna, la cual será monitoreada en el mes de febrero de los años 1998 al 2003.



La digitalización comprende una serie de capas como el Perímetro de la laguna, Batimetría, Islas, Centros Poblados, Ríos y carreteras. Esta digitalización se efectuó de la carta de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV), la que fue contrastada con las imágenes de Satélite.

El proceso una vez obtenido la cartografía del lago, es realizar el procesamiento digital de las imágenes que comprende la georeferenciación, tratamiento de bandas.

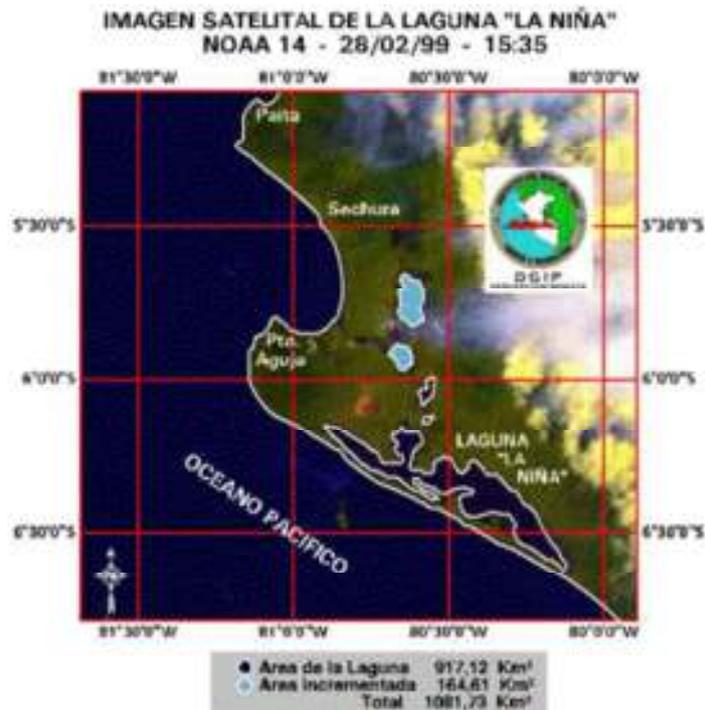
La imagen del sensor Seawif utilizada como parte de este estudio, tiene un grado de tratamiento digital 1a, lo que permite observar todo el Sistema Lacustre que conforma el Lago Titicaca.



Se presentan imágenes de una composición de tres bandas: Banda 1 visible de 0,58 a 0,68 μm , Banda 2 cercana al infrarrojo 0,725 a 1,10 μm y Banda 3 infrarrojo de 10,30 a 11,30 μm , obteniendo como producto una imagen a color, donde se puede apreciar los cuerpos de agua en la zona continental.

Monitoreo de Laguna "La Niña"

La Laguna "La Niña" se forma como producto de las torrenciales lluvias que provocó el evento "El Niño" 1997-98 en los meses de febrero y marzo de 1998, en la zona de los desiertos de Sechura. Tiene sus orígenes en el represamiento de los enormes caudales de los ríos Piura, La Leche y Cascajal, Olmos, Motupe, sumados a ello las lagunas de Ramón, Ñapique, entre otros y por la configuración de la topografía de la zona lo que favoreció su formación. El nombre de esta laguna se debe a que se origina dentro del episodio de "El Niño".



La forma y extensión de la laguna ha sido posible observarse mediante la utilización de imágenes de alta resolución de los satélites polares NOAA.

El área máxima que logró alcanzar esta laguna fue de 2 326 km² en el mes de marzo de 1998; a fines de diciembre del mismo año se registró un área de 1 082 km², lo que representó la pérdida de 53,48% de su extensión en siete meses de monitoreo.