Bitácora Hidrográfica

PUBLICACION DE LA DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION DE LA MARINA DE GUERRA DEL PERU

CALLAO, DICIEMBRE 2006 / Nº 02



Trazando el Rumbo

CONTENIDO











Editorial ..... Pág 3

Equipo de alta precisión para la búsqueda de naufragios e imágenes submarinas ..... Pág 4

Cartas Náuticas Electrónicas:
Tecnología al Servicio de la Navegación ..... Pág 6

La Corriente Peruana
Presencia y características ..... Pág 7

Dirección de Hidrografía y Navegación
Voz oficial de alerta de Tsunamis en el Perú ..... Pág 8

Peligros Marinos
Oleajes Anómalos y su impacto en Zonas Costeras ..... Pág 11

Cartografía Oceánica:
Conocer el fondo del mar, un reto impostergable ..... Pág 14

Modelos Numéricos:
Una herramienta para el estudio de los procesos oceánicos y costeros ..... Pág 16

Los Servicios Hidrográficos y su rol en el siglo XXI ..... Pág 18

Geofísica Marina:
Disciplina para explorar riquezas subacuáticas ..... Pág 24

El Lago Titicaca y su relación con el fenómeno "El Niño" ..... Pág 27

Labor educativa y de prevención durante visitas a estaciones oceanográficas en el sur ..... Pág 30

Fotogrametría y Teledetección:
Fotos e imágenes satelitales para una Cartografía de alta resolución ..... Pág 31

In Memoriam
Sr. Mario Gironda Palomino profesional y amigo ejemplar ..... Pág 32

Hidronoticias ..... Pág 33

Sabía Ud. que?... ..... Pág 39



Portada Bitácora Hidrográfica Nº 01. Junio 2006

Bitácora Hidrográfica
Publicación de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Foto en portada:
Isla Lobos de Afuera. Lambayeque. Ubicación geográfica: Lat.06º56'35.7" S, Long. 80º43'23.9" W.

Director: Contralmirante Oleg Kriljenko Arnillas, Sub-director: C. de N. Guillermo Hasembank Rotta, Editor Principal: C. de N. Guillermo Hasembank Rotta, Editor Técnico: C. de C. (r) Jaime Valdez Huamán MSc., Edición de Textos: Lic. Sana Fernández La Madrid, Diseño y Diagramación: Maritza Rojas Quispe. Impresión: Talleres Gráficos de la Dirección de Hidrografía y Navegación.

Los artículos de interés pueden reproducirse citando su procedencia. Publicación de distribución gratuita.

Editorial

Labor Hidrográfica: Experiencia de los conquistadores sumado a la aplicación de la Ciencia y Tecnología

En esta segunda edición de la *Bitácora Hidrográfica*, hemos creído conveniente resaltar la relevancia histórica que la actividad hidrográfica adquiere en estos tiempos modernos, como un elemento esencial para el desarrollo nacional, actividad que en nuestro país, además, cuenta con un amplio bagaje, y se remonta a los albores del siglo XIV, pues los conquistadores de las nuevas tierras, estimaron que era imprescindible contar con cartografías precisas para un cabal conocimiento de la geografía costera.

Es así que, la primera carta náutica de las costas peruanas de la cual se tiene conocimiento, es la de Bartolomé Ruiz de Estrada y Fernán Pérez Peñate, pilotos de Pizarro, como resultado de sus exploraciones en 1527. Posteriormente, en 1537, el clérigo Cristóbal de Molina confeccionó lo que se cree, fue el primer mapa editado en el Perú, graficando la ruta seguida por Almagro, desde Tumbes hasta el río Maule. Otros trabajos posteriores comprenden el primer Derrotero General de la Mar del Sur, del cosmógrafo mayor, Francisco Ruiz Lozano (1661), que inicia una nueva forma de cartografía náutica del Perú. Podemos afirmar que estos documentos constituyeron los fundamentos de la cartografía de aquella época.

Igualmente, muchos otros ilustres cosmógrafos y cartógrafos dejaron precedentes en sus obras, como el capitán Hurtado de Mendoza, Malaspina y Baleato, éste último, fundador de la Academia Náutica de Lima y Director del Depósito Hidrográfico de Lima, quien produjo numerosas cartas y tuvo parte significativa en la formación de navegantes y cartógrafos, quienes más tarde desempeñarían un rol importante en la república, entre ellos su más famoso discípulo, Eduardo Carrasco (1779-1865), autor de innumerables mapas y cartas, perdidos lamentablemente, pero entre ellos uno notable, la Carta Hidrográfica entre Pisco y Huaura, que él mismo preparó para el plan de desembarco de San Martín; sin embargo, no se conocen a ciencia cierta sobre las técnicas cartográficas empleadas por este ilustre marino, ni las de su maestro Baleato. Todos ellos tuvieron un rol histórico en la expansión del conocimiento geográfico marítimo de las costas del Perú.

Pero, es a partir de 1903, con el nombramiento de la Comisión Hidrográfica, - a la que se le encargó el *"fijar la situación geográfica de las ciudades y de los puntos principales del territorio de la República, de estudiar la costa del Pacífico y los ríos orientales, levantando los planos necesarios y determinando los datos que contribuyan a facilitar la navegación ...así como explorar y trazar el mapa de las zonas orientales que colindan con las Repúblicas vecinas",*- en que podríamos decir, se da inicio a la cartografía náutica moderna en nuestro país.

La ciencia hidrográfica y cartográfica no es ajena al mundo globalizado de hoy, en que existen diversas entidades y organismos con objetivos afines a la actividad marítima y de navegación, y que en forma conjunta, elaboran nuevos estándares y normativas, cuyos cumplimientos exigen el empleo de las más elevadas tecnologías y conocimientos técnico-científicos, con el fin de obtener mayores coberturas de información en beneficio de la navegación internacional y del uso sostenible del mar y sus recursos.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, heredera del notable esfuerzo realizado por tan insignes marinos y estudiosos de nuestro pasado, y en cumplimiento de su misión, prosigue desarrollando sus labores en base a una moderna organización, cuyos principales estudios e investigaciones se llevan a cabo en los ámbitos del Mar de Grau, ríos y lagos del Perú, brindando un mejor conocimiento del medio acuático, así como contribuyendo a la seguridad de la navegación, a través de las cartas, publicaciones y del sistema de ayudas a la navegación.

Equipo de alta precisión para la búsqueda de Naufragios e Imágenes Submarinas

Alférez de Fragata César Ferrer Banda
Capitán de Fragata Richard Benavides Shols

Entre los equipos más importantes con que cuenta la Dirección de Hidrografía y Navegación y, el más utilizado para el apoyo a las Fuerzas Navales y navegantes en general, se encuentra el Sonar de Barrido Lateral (Side Scan Sonar).

Es necesario destacar que, en las décadas de 1970 y 1980 se llevaron a cabo los principales avances de ingeniería, al poner en práctica los equipos usados para imágenes sónicas submarinas. Hoy, contamos con instrumentos que, cuando son apropiadamente aplicados, nos dan imágenes casi perfectas de los elementos que se encuentran debajo de la superficie del agua. Métodos claves muy importantes en la aplicación de esta tecnología, constituyen el control apropiado y buen manejo de los instrumentos, para obtener la más alta resolución y la mejor precisión en las imágenes.

Aún, cuando los primeros trabajos sobre sonar de barrido lateral de largo alcance, se efectuaron en Inglaterra, este experimento proporcionó la base de partida para el desarrollo del sonar de barrido lateral por alta frecuencia. El nuevo instrumento, ha revolucionado las aplicaciones del sonar y, ha sido útil para las técnicas de búsquedas de naufragios e imágenes del lecho marino a nivel mundial.

Este equipo es un *tow fish* (forma de pescado), que consta de dos transductores (emisor y receptor) dotado de un cable de fibra óptica de 3.2 mm. de diámetro, sin conductores eléctricos, resistente y flexible. Utiliza una configuración del transductor del sonar que emite y recibe señales de frente plano, complementados con cobertura adicional en la vertical, cuya profundidad de operación es hasta los 500 metros.

El sonar de barrido lateral, es rutinariamente utilizado desde una lancha a un barco, que está sujeto a movimiento errático del mar y mayores componentes que aumentan la complejidad de la operación. El aparato registra automáticamente la altura del *tow fish* en cada momento. Manualmente se le introduce el dato de la longitud de cable largado a fin de que el sistema de posicionamiento permita corregir las posiciones en función de la distancia horizontal del *tow fish* al barco, ya que el sistema de posicionamiento (DGPS), va instalado en la embarcación mientras que el transductor va remolcado por un cable de hasta 500 metros de longitud. Con el dato de la altura sobre el fondo, el sistema calcula trigonométricamente, lo que permite aumentar la seguridad de que, un objeto detectado tiene las dimensiones de los objetos que buscamos. Los registros obtenidos, fruto de la emisión y recepción de





Vista frontal del Side Scan Sonar. Personal de la Dirección de Hidrografía realizando trabajos de verificación antes de efectuar maniobras con el sonar.





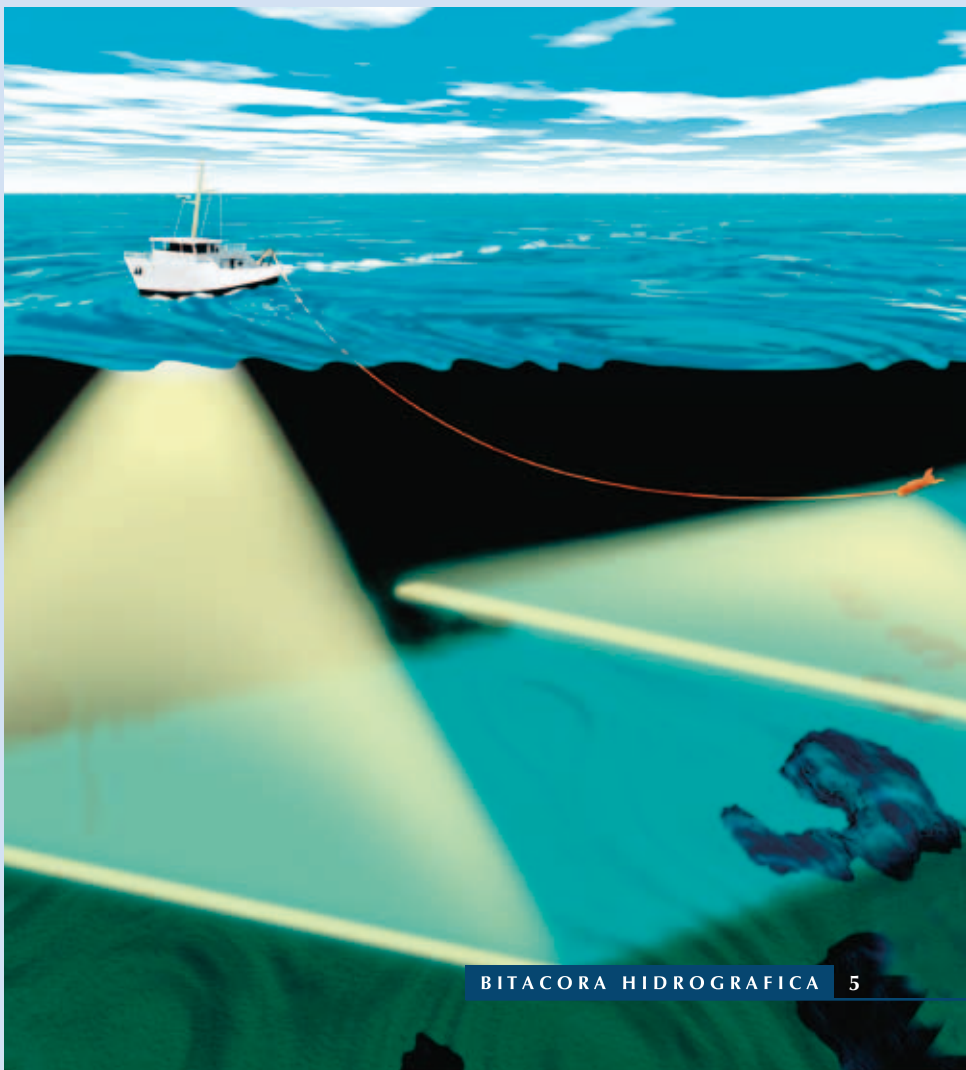
Trabajos realizados en el B.A.P. "Carrillo". Se observa el winche y la preparación del sonar antes de lanzarlo al agua.

señales, quedan almacenados en disco duro para que puedan ser visualizados y procesados con su programa correspondiente. En estos registros se reflejan con elevada precisión, todos los relieves presentes en el fondo prospectado y, gracias al sistema mencionado y a complejos cálculos trigonométricos efectuados por el software del sonar, podemos obtener la posición de cualquier punto del registro.

Para el posicionamiento, se utiliza un sistema satelital (DGPS), que se configura en función de los equipos a los que va conectado.

La Dirección de Hidrografía y Navegación, de acuerdo a los avances tecnológicos y, a los servicios requeridos por la Fuerza Naval, utiliza el sonar de barrido lateral para registrar en forma efectiva grandes áreas del fondo marino, permitiendo conocer su forma y relieve submarino. Complementando su función, el sonar se utiliza, además, para encontrar blancos específicos, embarcaciones hundidas, aviones estrellados, anclas y cadenas sumergidas y otros tipos de naufragios históricos, que son de interés cultural.





Cartas Náuticas Electrónicas

Tecnología al Servicio de la Navegación

T2 Hid. Oscar Morales M.

El mar siempre ha representado para el hombre un desafío irresistible. Desde los azarosos viajes de Marco Polo hasta las más recientes y organizadas travesías del tipo crucero, se ha ganado un amplio terreno en conocimientos, habilidades y técnicas de navegación.

Actualmente la tecnología de punta y los conocimientos empíricos de los legendarios navegantes, se combinan para ofrecer herramientas que agilizan las operaciones de las naves y protegen la vida de los tripulantes.

Es recurrente imágenes de marinos legendarios como Colón o Magallanes, trazando rutas en unas raídas planchas de cartón, con ilustraciones y trazos complicados. Si bien las cartas se elaboran en materiales más resistentes y su presentación se ha simplificado en gran medida, hasta ahora es indispensable recurrir a láminas de papel bastante grandes, para identificar en ellas puntos de destino o travesía.



Monitor donde se observa al detalle la carta electrónica del Puerto del Callao.

Pero esto está cambiando gracias al desarrollo de las tecnologías satelital y de telecomunicaciones.

Desde hace algunos años los navegantes cuentan con una nueva herramienta: el ECDIS (Sistema de Información y Visualización de Cartas Electrónicas). Conocido bajo el término de Carta Electrónica, existen estándares y especificaciones que precisamente, definen su naturaleza como un sistema diseñado para la navegación marítima profesional.

El ECDIS está definido como "Un sistema de información para la navegación, que permite la visualización de la información seleccionada a partir de un sistema de carta electrónica, y de información de posición, pudiendo preparar el plan de navegación y su control. Si es necesario el sistema deberá permitir presentar la información suplementaria relativa a la navegación". En estos términos, el ECDIS es la versión aceptada por la Organización Marítima Internacional para reemplazar las cartas de papel.

El ECDIS, en principio fue desarrollado para la navegación, a fin de contribuir a su seguridad, ya que permite al usuario llamar la información cartográfica y presentarla en pantalla. Así por ejemplo, un faro está representado en la carta de papel por un símbolo determinado, pero el ECDIS es capaz de presentar mayor información textual con características adicionales, como alcance lumínico, altura a la que se encuentra, infraestructura, etc. También es posible ver la foto del faro. La cantidad y calidad de la información disponible sobre objetos individuales depende en cuán actualizada, precisa y bien mantenida sea la base de datos cartográfica.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina a través del Departamento de Cartografía, realiza la producción de Cartas de Navegación Electrónicas (ENC) y de los Sistemas de Información y Visualización de Cartas de Navegación Electrónicas (ECDIS), lo que significa su adecuación al avance tecnológico y su compromiso permanente por alcanzar los estándares internacionales de calidad en ayudas a la navegación.

Esta es la contribución de la Marina de Guerra del Perú a la seguridad de la vida humana en el mar y a la navegación, en cumplimiento a las leyes nacionales y a los convenios internacionales suscritos por el Perú.



La Corriente Peruana:
Presencia y características

Ing. Gustavo Laos Cruzado

Las principales y mayores corrientes superficiales en el mundo son generadas por los vientos dominantes. En el Perú la Corriente Peruana, fluye bañando nuestras costas de Sur a Norte, circulando aguas más frías desde mayores latitudes hasta aproximadamente los 06° de Latitud Sur, donde se desvía hacia el oeste. Dicha Corriente, en realidad es todo un sistema complejo de corrientes superficiales y subsuperficiales, compuesta en superficie por la Corriente Costera Peruana y la Corriente Oceánica Peruana. La primera de ellas circula desde la línea de costa hasta aproximadamente las 80 a 100 mn, a una velocidad promedio de 10 a 20 cm/sg, es de un color verde opaco, como consecuencia de la gran abundancia de organismos marinos y principalmente del fitoplancton; en cambio, la Corriente Oceánica fluye a una velocidad entre 15 a 30 cm/sg, es de un color azul intenso, contrastando notoriamente con la Costera, a tal punto, que se hace evidente al navegante, salir de una para entrar al dominio de la otra.

Durante la época de invierno, cuando los sistemas de circulación de vientos se encuentran intensificados, las corrientes Costera y Oceánica, se intensifican también, ocasionando que un ramal de la primera de ellas pueda ingresar bordeando la costa hasta la frontera misma con el Ecuador, en el verano, dicho ramal de la Corriente Costera Peruana es remplazada por la corriente de El Niño, que avanza hacia el Sur hasta aproximadamente los 06° de Latitud Sur, donde todos los años se presenta desde fines de año, hasta el término del verano austral.

Cabe resaltar, que debido a la rotación de la Tierra de oeste a este, las corrientes en el lado oriental de los océanos, como es el caso de la Corriente Peruana y la Corriente de California en el océano

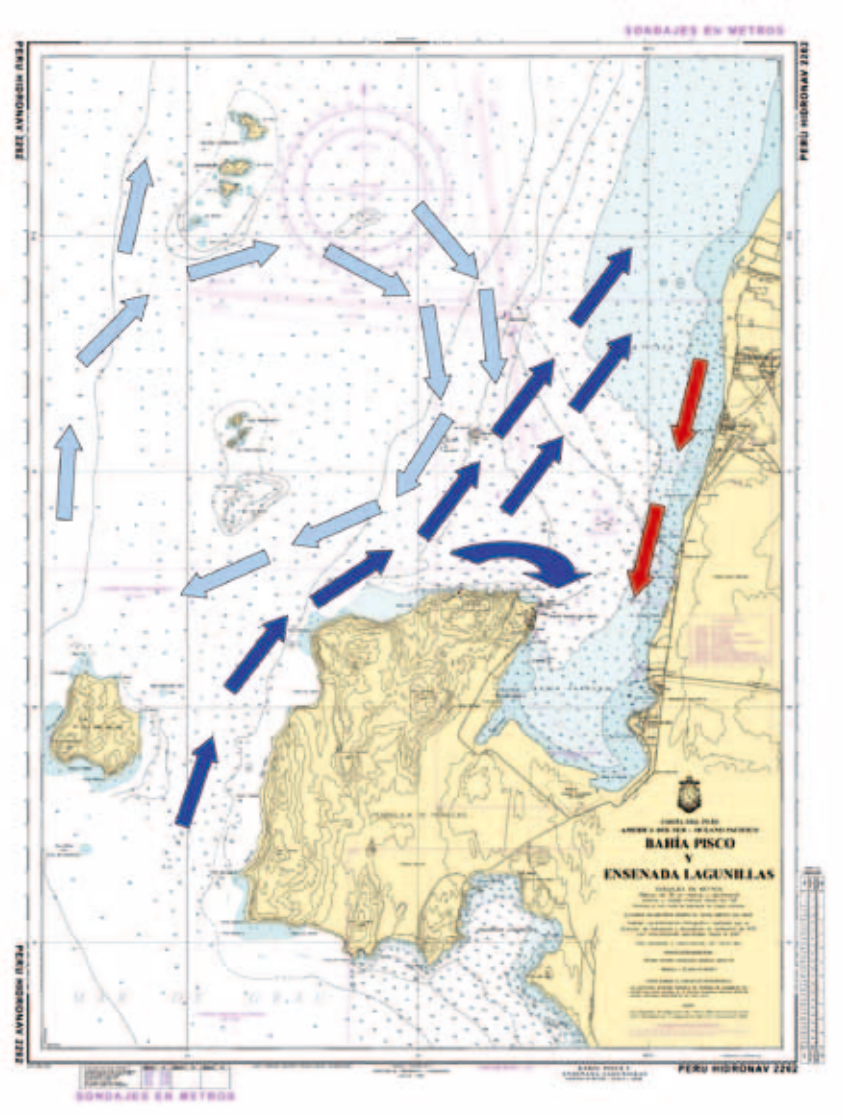


Gráfico donde se aprecia la Bahía de Pisco y Ensenada Lagunillas, nótese la diferencia en el curso de las diversas corrientes.

Pacífico, son más anchas (700 mn), menos profundas (700 m) y de relativa baja velocidad (30 cm/sg); mientras que las corrientes en el lado occidental de los océanos (Corriente de Australia y Corriente de Kuroshio) son más delgadas, más profundas (2,000 m) y mucho más veloces que las corrientes orientales (>100 cm/sg).

Por otro lado, el curso de las corrientes no es recto, sino más bien serpenteante, es decir que forma meandros durante su desplazamiento. Dichos meandros ocasionalmente se llegan a estrangular, desprendiéndose grandes remolinos o "Eddys" de varios kilómetros de diámetro, que siguen más lentamente el curso de las corrientes hasta disiparse en su recorrido. Asimismo, el efecto de fricción de la corriente con el borde costero origina muchas veces la formación de remolinos, generalmente hacia el lado norte de una península, punta o saliente, como es el caso de las bahías de Paracas y del Callao, entre muchas otras.

Dirección de Hidrografía y Navegación:

Voz oficial de Alerta de Tsunami en el Perú

Ing. Daniel Olcese Huerta

El Perú, debido a su posición geográfica, se encuentra ubicado en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, conocida como el "Círculo del Fuego o Circumpacífico", por lo cual, muchos sismos han afectado nuestro país desde siglos pasados y muchos lo harán en el futuro. De todos los sismos que han afectado al Perú, algunos han sido tan severos que han originado fenómenos conocidos como Tsunami.

Los Tsunamis son fenómenos que se originan en las profundidades de los océanos y, muchas veces de consecuencias más funestas que el sismo previo que lo generó. Basta mencionar algunos casos, para tener una idea de las irreparables pérdidas de vidas humanas que deja a su paso, por ejemplo:

- El principal puerto del Perú, el Callao, fue destruido el 20 de octubre del 1687 y el 28 de octubre de 1746, por tsunamis, los cuales ocasionaron muerte y destrucción, siendo el segundo el que más daño causó, falleciendo alrededor de 5,000 pobladores del puerto y sobreviviendo aproximadamente 200 personas.

- El 26 de diciembre del 2004, en la Isla de Sumatra ubicada en el sudeste del océano Indico, se produjo un sismo con epicentro en el mar, de magnitud 9.0 grados en la escala de Richter, generando un Tsunami que afectó las costas de los países asiáticos de Indonesia, Tailandia, Malasia, Birmania, Bangladesh, Sri Lanka, India, Islas Maldivas, e incluso a países a miles de kilómetros al oeste del epicentro como Somalia, Kenya y Tanzania (Africa), provocando un saldo trágico de más de 300,000 víctimas.



Fotografía satelital de la NASA mostrando la ciudad de Camaná luego del tsunami originado por un sismo con epicentro en el mar de 6.9 en la escala de Ritchter. Junio 2001.

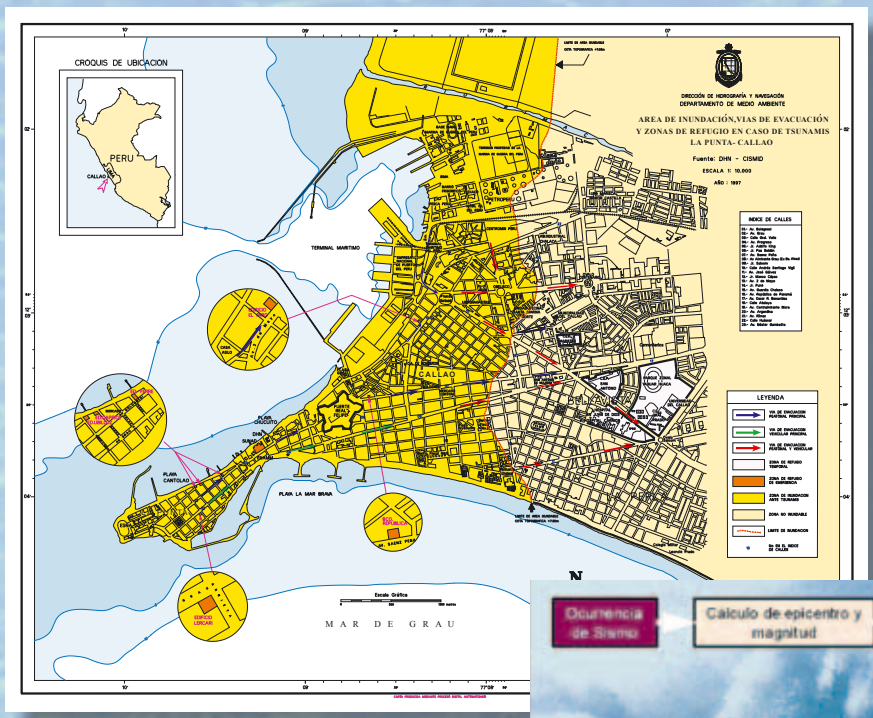
Dichas referencias históricas dejan como mensaje, que la mejor medida para afrontar un Tsunami es la prevención, por el que se debe estar alerta y preparado ante cualquier eventualidad que pueda ocurrir en caso de un terremoto costero. Mediante estudios científicos se ha podido determinar que un sismo de magnitud Ms mayor de 7°, con epicentro en el mar y profundidad focal menor de 60 Km. (sismos superficiales), podrán generar tsunamis destructivos, denominándose a aquellos sismos como, sismos tsunamigénicos.

Sistema Internacional de Alerta de Tsunami

En 1965 la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura (UNESCO) estableció el Sistema de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWS) con sede en Honolulu, Hawaii. Este sistema de alerta es administrado las 24 horas del día, durante los 365 días del año, y tiene como funciones, el monitorear la actividad sísmica y los cambios del nivel del mar, reportadas por una red extensa de instrumentos que detectan y evalúan la existencia o la generación de un tsunami y así, diseminar esta información mediante Mensajes de Observación y de Alerta a los países miembros.

En 1968 se crea el Grupo de Coordinación Internacional del Sistema de Alerta de Tsunami en el Pacífico (ICG/ITSU). La finalidad principal del grupo es asegurar, prevenir, vigilar, advertir y diseminar boletines que puedan asesorar y alertar a los países que son miembros integrantes y, que se encuentren dentro de la Cuenca del Pacífico, sobre los procedimientos publicados en el Plan Maestro de Comunicación para el Sistema de Alerta de Tsunami en el Pacífico.

El PTWS actualmente cuenta con 28 estados miembros: Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Islas Cook, Ecuador, Estados Unidos de América, Federación Rusa, Fiji, Filipinas, Francia, Guatemala, Reino Unido, Indonesia, Islas Cook, Japón, México, Nicaragua, Nueva Zelanda, Perú, República Democrática Popular de Corea, Samoa Occidental, Singapur y Tailandia.



Carta de inundación en caso de Tsunami del distrito de La Punta, Callao. Se observan las vías de evacuación y zonas de refugio.



Diagrama de flujo del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami.

El Grupo (ICG/ITSU) se reúne cada dos años para revisar los progresos y coordinar las actividades de mitigación sobre el tema de tsunamis. Los funcionarios encargados del Grupo (ICG/ITSU) se reúnen en Honolulu, Hawaii prioritariamente en enero, para discutir el estado de los artículos desarrollados en la reunión anterior, y planear la agenda para próximos encuentros.

El Perú es miembro desde 1972 y su representante nacional es la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, y asistió a las reuniones de los años 1972, 1976, 1980, 1982, 1985, 1987, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, y 2005. El año 1997 la reunión se realizó en Lima, Perú con la asistencia de 10 estados miembros.

El ICG/ITSU es una institución subsidiaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia, y la Cultura, Comisión Oceanográfica Intergubernamental (UNESCO/COI). Su propósito es recomendar y coordinar los programas más favorables a países que pertenecen a la COI, cuyas áreas costeras sean amenazadas por tsunamis.

La COI también mantiene al Centro Internacional de Información de Tsunami (ITIC) para ayudar en el trabajo del ICG/ITSU, y la identificación de mejoras al Sistema Internacional de Alerta de Tsunami del Pacífico, actualmente administrado por el PTWS.

Funcionamiento del Sistema Internacional

Los objetivos del Sistema de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWS), son detectar y localizar terremotos importantes en la Cuenca del Pacífico, determinando si estos pueden generar tsunamis, y así proporcionar una oportuna y eficaz información y alerta a la población de las localidades costeras, para prevenir y mitigar los impactos de esta clase de fenómeno.
El Sistema hace uso de 69 estaciones sísmicas, 65 estaciones mareográficas, y 101 puntos de salidas para la difusión de la información y/o boletín de alerta a través de toda la Cuenca del Pacífico. Este sistema se encuentra bajo el control de varios estados miembros del ITSU. El Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico está ubicado en Ewa Beach cerca de Honolulu, y es administrado por el Servicio Nacional Meteorológico de los Estados Unidos de América.
El sistema de alerta se funda en datos sísmicos para dar una alerta inicial rápida, y en datos sobre el nivel del mar para confirmar y monitorear el tsunami o cancelar la alerta. Los sistemas de alerta recurren igualmente a distintas vías de comunicación para recibir datos sísmicos y sobre el nivel del mar y, enviar mensajes a las autoridades competentes.

Este sistema se activa con la detección de un terremoto con epicentro en el mar, el cual debe tener una magnitud aproximada de 6.5 grados en la escala de Richter. Al ocurrir un sismo de magnitud mayor que 6.5 en el Océano Pacífico, el PTWS determina la ubicación de su epicentro, la potencialidad de que

genere un tsunami, y los posibles tiempos de arribo de este eventual fenómeno a localidades costeras de la Cuenca del Pacífico, y emite un Mensaje de Observación. La primera confirmación de que ha ocurrido con certeza un Tsunami proviene de las estaciones mareográficas cercanas a la zona del epicentro.

Al recibir esta confirmación, el PTWS envía un Mensaje de Alerta, incluyendo las alturas máximas de olas detectadas y los tiempos de arribo a otras localidades costeras, cercanas o lejanas. Esta información se va actualizando con Mensajes de Alerta subsiguientes, a medida que se monitorea el avance de las olas y su arribo a nuevas localidades.

Sistema Nacional de Alerta de Tsunami (SNAT)

La creación del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami en el Perú (SNAT) se remonta a 1970, año en que el país se integra al Sistema Internacional de Alerta de los Tsunami en el Pacífico. El Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú designa como representante oficial a la Marina de Guerra del Perú a través de la Dirección de Hidrografía y Navegación, para los fines de coordinación del sistema.

El SNAT entró en funcionamiento desde el año 1970, recibiendo la transmisión de los mensajes de alerta de Tsunami por teléfono, desde la Central de Comunicaciones de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. (CORPAC). Para mejorar las comunicaciones, en abril de 1979 se efectúa un estudio, el cual recomienda la instalación de una línea física y dos teletipos para la recepción de las alertas. En Julio de 1981, se instala una línea alterna telefónica punto a punto con CORPAC y en julio de 1982 se instalan aparatos telefónicos magnéticos y una línea punto a punto con el Instituto Geofísico del Perú y el Sistema Nacional de Defensa Civil. En los años siguientes esta Sala se mantiene a la vanguardia, modernizándose y llegando a operar el Sistema que cuenta en la actualidad.

Comunicaciones del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami

El mensaje de alerta de tsunami proviene del Centro Internacional de Alerta de Tsunami (PTWC), con sede en Honolulu, Hawai; se recibe a través del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (CORPAC) vía una Red Fija de Telecomunicaciones Aeronáuticas (AFTN). Al recibir esta alerta, ejecuta una comunicación constante con el Sistema Internacional para evaluar el posible riesgo de ocurrencia del Tsunami en nuestro litoral. Si existe el riesgo de un Tsunami, la alerta se retransmite al Instituto Nacional de Defensa Civil, para ser diseminada a la población y activar los planes de evacuación.

Para evaluar adecuadamente el riesgo de ocurrencia de un tsunami producido por un sismo de origen local, el Instituto Geofísico del Perú a través de su red sísmica nacional, informa al Sistema Nacional de Alerta de Tsunami sobre la ubicación del epicentro e intensidad de los sismos ocurridos. En caso se produjese el riesgo de un tsunami, la Dirección de Hidrografía y Navegación está conectada a través del Sistema de Comunicaciones Navales con todas las Capitanías Guardacostas del litoral, con el fin de diseminar adecuadamente las alertas a toda la costa del Perú.

La Dirección de Hidrografía y Navegación mantiene un sistema de comunicación por teléfono mediante una Red de Sistemas Integrados (RDSI) magnéticos con CORPAC y el Instituto Geofísico de Perú, asegurando el flujo de información si es que se interrumpiera el fluido eléctrico durante una emergencia.

El Sistema Nacional de Alerta de Tsunami con el fin de optimizar la prevención y mitigación de estos fenómenos en la costa peruana, viene dictando charlas de difusión y divulgación de tsunamis y elaborando cartas de inundación en estos casos.

Asimismo, utiliza el Sistema Tsunami Risk Evaluation Moment Real System (TREMORS), conjuntamente con la red sísmica nacional y una red de 10 estaciones océano-meteorológicas automáticas Sutron, una estación Milos y tres estaciones automáticas del nivel del mar Handar, administradas por el PTWS instaladas en el Callao, Isla Lobos de Afuera y Atico, las cuales registran cada 1 minuto o a intervalos menores, y transmiten sus datos cada 15 minutos por satélite al Centro Internacional de Alerta de Tsunami.

En la fecha se encuentra elaborando nuevas publicaciones educativas como folletos, revistas, material informativo digital, CD y DVD los que están disponibles en Internet. Además se está implementando un sistema de modelaje numérico de tsunami (PROYECTO TIME). Además, cuenta actualmente con 65 cartas de Inundación en caso de tsunami, de localidades asentadas en nuestro litoral, y entre ellas se han elaborado los principales puertos, caletas y balnearios.

Peligros Marinos

Oleajes Anómalos y su impacto en Zonas Costeras

Ing. Jorge Otiniano R.

Origen y Generación del Oleaje

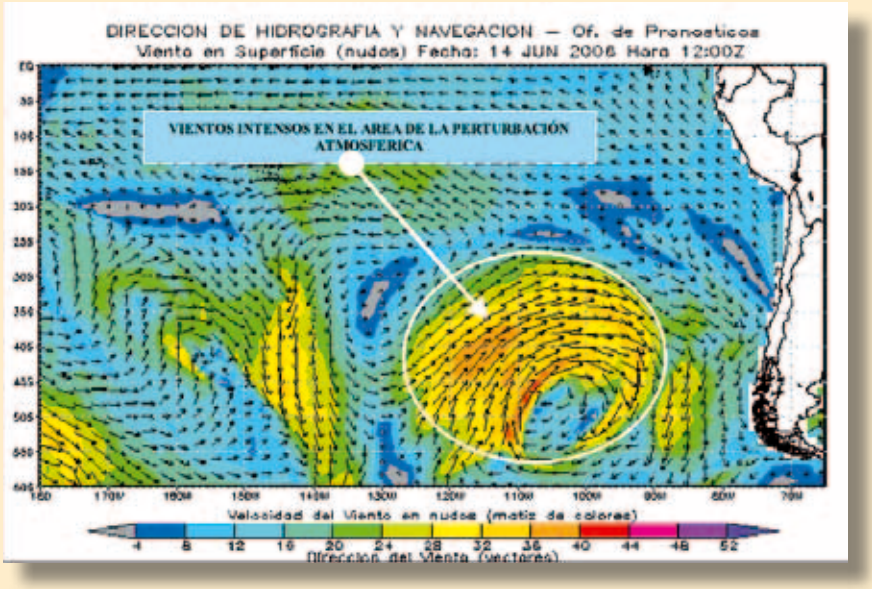
El oleaje, es el resultado de la interacción atmósfera - océano, la atmósfera como fuente de energía generadora de olas y el océano como medio de propagación de éstas, esencialmente tiene su origen en la fuerza de impacto de los vientos que actúan sobre la superficie del mar.

Normalmente el oleaje que arriba a zonas costeras de nuestro litoral, como "sea" y "swell" (refiérase a las definiciones), es generado por los vientos del "APSO" (refiérase a las definiciones), frecuentemente cuando este sistema manifiesta intensificación en los vientos, en general se presentan características de oleaje anómalo de ligera intensidad.

El oleaje moderado y de fuerte intensidad que arriba a nuestro litoral, frecuentemente en forma intempestiva con olas aglomeradas, es generado principalmente por los sistemas frontales (refiérase a las definiciones), que desarrollan sostenidos e intensos vientos (Gráf N° 01), se desplazan desde la región occidental del Océano Pacífico Sur hacia las costas centrales y sur de Chile. Estas perturbaciones atmosféricas generan en su centro alturas de olas entre 6 a 10 metros y en otros casos de 10 a 15 metros, que al propagarse hacia nuestro dominio marítimo pierden energía por diversos procesos disipativos y atenuantes, arribando a zonas costeras olas con alturas entre 2.5 a 4 metros y máximos de hasta 6 metros en la zona de rompiente (Graf.N° 02).

Estos oleajes anómalos, proveniente del hemisferio sur, se presentan generalmente o con mayor incidencia durante la época del otoño, invierno y primavera.

DEFINICIONES
Estado del mar: Condición de la superficie del mar con relación a las ondulaciones, formaciones o presencia de olas.
Oleaje: Condición del estado del mar por la manifestación de continuas olas de diversos tamaños y longitudes.
Oleaje normal: Comportamiento usual, estadístico en la condición del estado del mar.
Oleaje anómalo: Denominado también por los pobladores ribereños como "Braveza de Mar", se refiere a la condición del estado del mar cuando el conjunto de olas supera el comportamiento normal. Este oleaje anómalo puede presentarse como ligero ("mar ligeramente picado", moderado ("mar picado o movido"), fuerte ("mar muy movido) o de muy fuerte intensidad ("mar con grandes tumbos y rompiente estrepitoso" que los pobladores ribereños comúnmente denominan "Maretazo").
Mar de viento (sea): Son olas generadas por vientos locales, de poca incidencia en nuestra costa en la génesis de oleaje anómalo.
Mar de leva (swell): Son olas que se localizan lejos de la zona de generación y son las de mayor incidencia cuando se aproximan a nuestra costa.
Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO): Sistema de vientos en el Océano Pacífico Sur Oriental (APSO) que circula en el sentido antihorario de las manecillas del reloj. Estos vientos bordean nuestro litoral soplando desde el sur hacia las zonas ecuatoriales.
Sistema frontal: Perturbación atmosférica, con vientos persistentes e intensos, generando grandes olas de considerable altura sobre el mar.



Gráf. N° 01: *perturbación atmosférica con velocidades de viento sostenido superiores a 36 nudos, previo al oleaje de fuerte intensidad ocurrido en zonas costeras del litoral el 18 de junio 2006, las flechas pequeñas indican la dirección del viento. (Fuente de datos NCEP/NOAA).*



Gráf. N° 02: *Impacto del oleaje de fuerte intensidad ocurrido el 18 de junio del 2006, en la zona de San Juan de Marcona y el deterioro del muelle de Acari.*

Durante la época de verano del hemisferio sur, en el hemisferio norte (época de invierno) se presentan profundas alteraciones atmosféricas asociadas con sistemas frontales, generando intensos oleajes que logran propagarse hacia el hemisferio sur, venciendo el bloqueo y el efecto disipante que generan las corrientes, olas y vientos originado por el APSO durante la presencia del fenómeno "El Niño", el atenuante disminuye notablemente y por el contrario favorece el ingreso de oleajes anómalos en zonas costeras del litoral provenientes del hemisferio norte (Graf. N° 03).

Características del Oleaje en el Litoral Costero

El oleaje que se presenta a lo largo del litoral costero presenta características variables, debido a la configuración natural del perfil que conforman las islas, bahías, penínsulas, playas abiertas y modificaciones artificiales, como espigones, muelles y rompeolas, así como también la pendiente del fondo marino, que condiciona que las olas rompan gradualmente o abruptamente

Estadísticamente, la frecuencia anual de los oleajes anómalos que se presentan en el litoral, varían entre el 20% y 30 %; de este porcentaje, aproximadamente el 60% corresponde a los oleajes anómalos de ligera intensidad, el 25% de moderada intensidad, 12% de fuerte intensidad; mientras que los de características de muy fuerte intensidad (3%), no son frecuentes en nuestra costa.



Gráf. N° 03: *Impacto del oleaje anómalo proveniente del Hemisferio norte sobre las instalaciones de la Dirección de Hidrografía y Navegación – zona costera de Cantolao – Chuchito, febrero de 1998 (durante el evento El Niño) y enero del 2002 (durante el evento cálido).*

Las direcciones de aproximación de las olas más frecuentes son del Suroeste y Sur; sin embargo también se presenta oleajes del Noroeste y Oeste provenientes del hemisferio norte, principalmente durante el verano o cuando el APSO y el viento se debilitan durante un periodo considerable y coincidentemente se generen intensos oleajes en el hemisferio norte, que logre con facilidad extenderse hacia nuestra dominio marítimo y zonas costeras. Estos oleajes anómalos son de mayor impacto cuando coinciden con las pleamares (máximas amplitudes) y/ o con el debilitamiento de los vientos en el litoral.

La intensidad y duración del oleaje depende de la evolución, orientación y distancia de la perturbación atmosférica, principalmente la persistencia de los vientos. Generalmente los oleajes de moderada a fuerte intensidad presentan una duración entre 3 a 5 días y en otros casos hasta 15 días.

Predicción

El pronóstico del oleaje para zonas costeras de nuestro litoral requiere mantener un permanente monitoreo de las condiciones oceanográficas y atmosféricas en el Océano Pacífico, y una red de estaciones hidro-meteorológicas a lo largo del litoral, cimentado en los conocimientos teóricos básicos de la dinámica en la interfase entre el océano y la atmósfera, y del mecanismo de propagación de las ondas superficiales y sus procesos de disipación; así como también la interpretación de los modelos numéricos que ejecuta esta Institución y otras instituciones internacionales de prestigio que proporcionan a través de su Página Web-internet.

La Dirección de Hidrografía y Navegación es la Institución responsable del monitoreo y alerta permanente de la ocurrencia o probable ocurrencia de oleajes anómalos en zonas costeras de nuestro litoral, elaborando Avisos Especiales con 2 a 5 días de anticipación y un horizonte predictivo de hasta 120 horas que podrían variar con los días, debido a la complejidad de inter-dependencia en la interfase entre la atmósfera y la superficie oceánica.

Los Avisos Especiales son enviados principalmente con carácter de Urgencia al Instituto de Defensa Civil, Dirección General de Capitanías y Guardacostas, Dirección de Información de la Marina y diferentes dependencias y capitanías; así como también difundido en la Pag. Web de esta Institución:
http://www.dhn.mil.pe
http://www.naylamp.dhn.mil.pe



Nótese en la foto el tren de olas bien definido, características de estos eventos anómalos.



En la foto se observa el crecimiento de la ola en la rompiente.



Se observa el lindero hacia La Herradura con charcos de agua por el impacto y sobrepaso de la ola.

Progresión del oleaje en el extremo sur de la bahía de Miraflores (Chorrillos) durante la ocurrencia del oleaje de fuerte intensidad el 17 de junio 2006.

Cartografía Oceánica

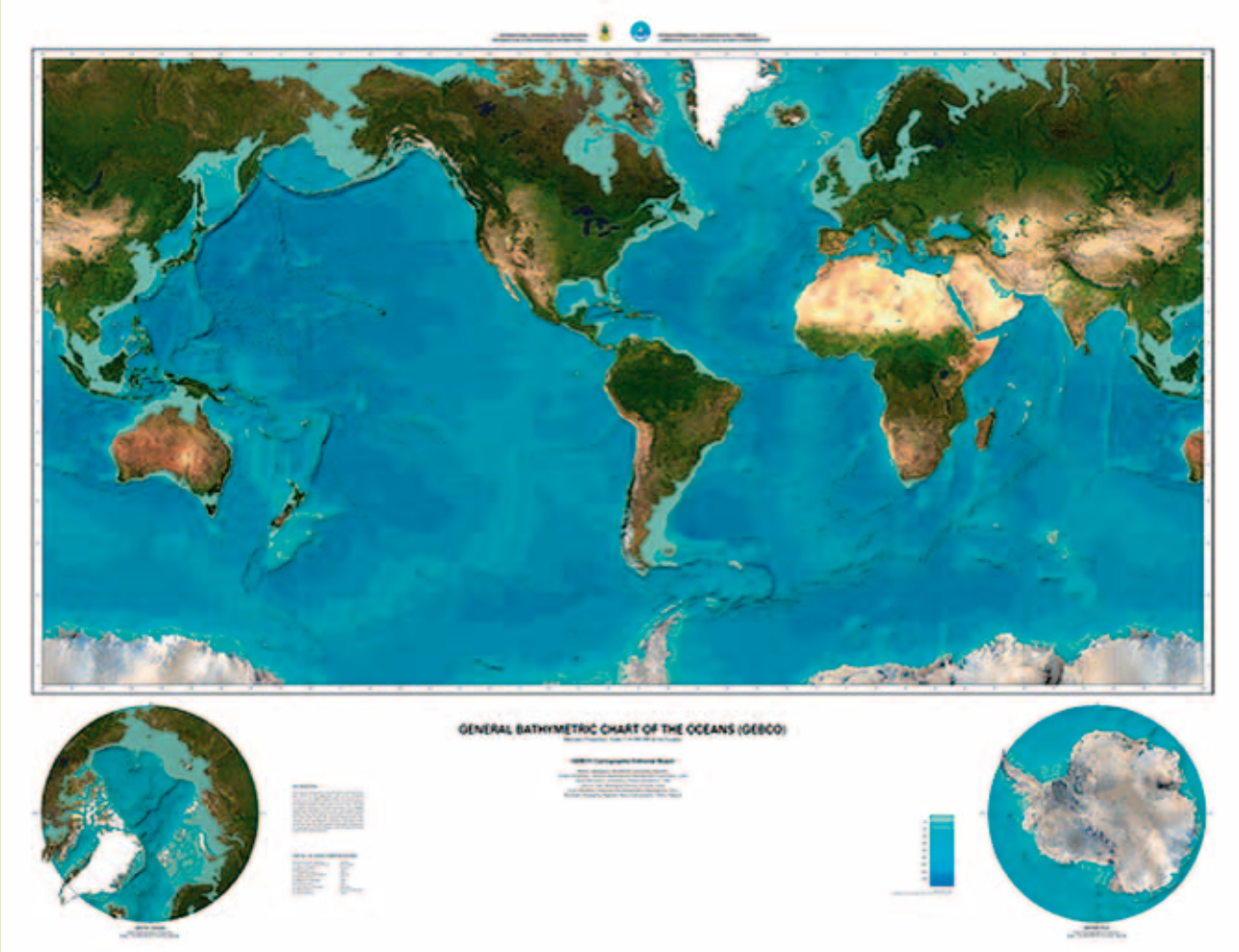
Conocer el fondo del mar, un reto impostergable

Capitán de Corbeta Hugo Montoro Cáceres

Conocido como la última frontera por conquistar para la humanidad, el fondo del mar, pese a los avances tecnológicos actuales, permanece aún como un mundo esperando ser sometido. Es posible que esta aseveración suene exagerada, sobre todo si se piensa en los enormes buques que cruzan los mares transportando más del 90% del comercio mundial, o en las aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica, como *Google Earth*, que sin sacrificar la comodidad de los hogares, permiten navegar por el mundo con una resolución tan alta como para el trabajo de algún agente secreto.

La realidad es que, a pesar de la gran dependencia que se tiene de los océanos, la humanidad sólo ha sido capaz de medir el 10% de la extensión de sus fondos y de esta cantidad, cerca del 80% de las mediciones han sido hechas en aguas someras, es decir en profundidades menores a los 200 metros, constituyéndose por lo tanto el vasto fondo marino, en una dimensión llena de interrogantes y también por qué no decirlo, llena de respuestas. Aunque suene irónico, hoy en día se posee mapas mejor elaborados de Marte o de la Luna, que de la superficie del fondo del mar.

Se dice que se piensa en imágenes, por lo tanto, es posible imaginar en uno de



esos mapas mostrando el fondo del mar.

La dificultad para conocer las características de los fondos oceánicos, radica en el medio que separa la superficie donde se desenvuelven las actividades del hombre, es decir, las masas de agua. La forma en la que actualmente se pueden medir las profundidades oceánicas, es gracias al conocimiento de la propagación del sonido en el medio acuático.

Pero para poder medir el relieve de un área determinada será necesario emplear una plataforma hasta el punto de interés y ahí es donde radica la dificultad. Se estima que para poder medir el fondo oceánico con una densidad medianamente aceptable se requieren 100 años buque, sin embargo esta cifra podría leerse como 10 años con 10 buques.

Dada la inmensidad del mar y los aspectos jurídicos, la investigación de los fondos oceánicos no puede ser asumida por un solo Estado por mucha tecnología o recursos que posea. Esta situación ha promovido la existencia de organizaciones científicas de orden internacional y cooperativa, tal es el caso de "The General Bathymetric Chart of the Oceans" (GEBCO), que reúne a científicos representantes de diversos países, con el objetivo principal de recolectar la información batimétrica por diversas plataformas científicas comerciales (buques de oportunidad).

GEBCO viene trabajando por más de cien años en el esfuerzo de conseguir el mejor conocimiento de los fondos oceánicos y difundir esa información a través de la confección de mapas batimétricos, siendo la última entrega el GEBCO Digital Atlas (GDA).

¿Por qué es importante estudiar el fondo del mar?, la respuesta a esta pregunta ha sido y es motivo de múltiples investigaciones, cabe mencionar brevemente algunas razones:
El fondo del mar ha recogido la historia de nuestro planeta desde su origen mismo. El viento se ha encargado de trasladar pequeñísimas muestras de las diferentes especies vivas y no vivas, primero a la superficie del mar, y luego al fondo. Estos sedimentos guardan como las páginas de un libro, la historia de la Tierra. Diversos proyectos científicos han extraído muestras taladrando el fondo y han permitido esbozar teorías como la deriva de placas, que en la actualidad permiten comprender el origen de los sismos y en la medida que se continué con los estudios, se mejorará la capacidad de predicción de los mismos.

La Meteorología es una de las ciencias que también ha sido mejor entendida, gracias al conocimiento de la morfología del fondo marino, en tanto, son las corrientes oceánicas las que permiten el intercambio de calor que, finalmente condiciona el clima mundial. Este movimiento de masas de agua es grandemente influenciado por la morfología de la costa y del fondo marino; por lo tanto, un mejor conocimiento del fondo marino implicará una mejora en las capacidades de modelaje.

Por otro lado, es innegable el impacto de la Internet en el proceso de globalización mundial; pero de lo que no se habla mucho es que la mayor parte de las comunicaciones de dicha red, viajan por kilómetros y kilómetros de fibra óptica, tendida en el fondo del mar, después de muy largos procesos de recolección de información batimétrica.

No podemos dejar de mencionar la importancia que actualmente tiene la aplicación del Art. 76 de la Ley del Mar que permite, si las condiciones morfológicas del fondo marino se dan, extender las Zonas Económicas Exclusivas de 200 hasta 350 millas.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, además de premunir a los navegantes de la información que requieren para una navegación segura, tiene la responsabilidad de investigar los fondos oceánicos de responsabilidad e interés nacional, para tal efecto, constantemente orienta sus esfuerzos en contar tanto con las herramientas necesarias, como con el capital humano, que le permita cumplir con eficiencia esta labor; en ese sentido, por ejemplo, se esta concluyendo con la modernización del buque hidrográfico B.A.P. Carrasco, que tendrá entre otras funciones, recolectar la información necesaria que permita el mejor conocimiento del lecho en el dominio marítimo nacional.

Cabe destacar que, respecto a la capacitación del personal, dos oficiales, bajo el auspicio de GEBCO, han sido comisionados para entrenarse en las más modernas técnicas para el proceso cartográfico, instrucción que se viene dando desde agosto del año 2004 en el Centro de Cartografía Costera y Oceánica de la Universidad de New Hampshire.

En resumen, un objetivo que deben trazarse los servicios hidrográficos es el levantamiento hidrográfico de las cartas generales y de ruta, que van a permitir contar con información de los fondos oceánicos, inclusive de la zona de alta mar.

Modelos Numéricos:

Una herramienta para el estudio de los procesos oceánicos y costeros

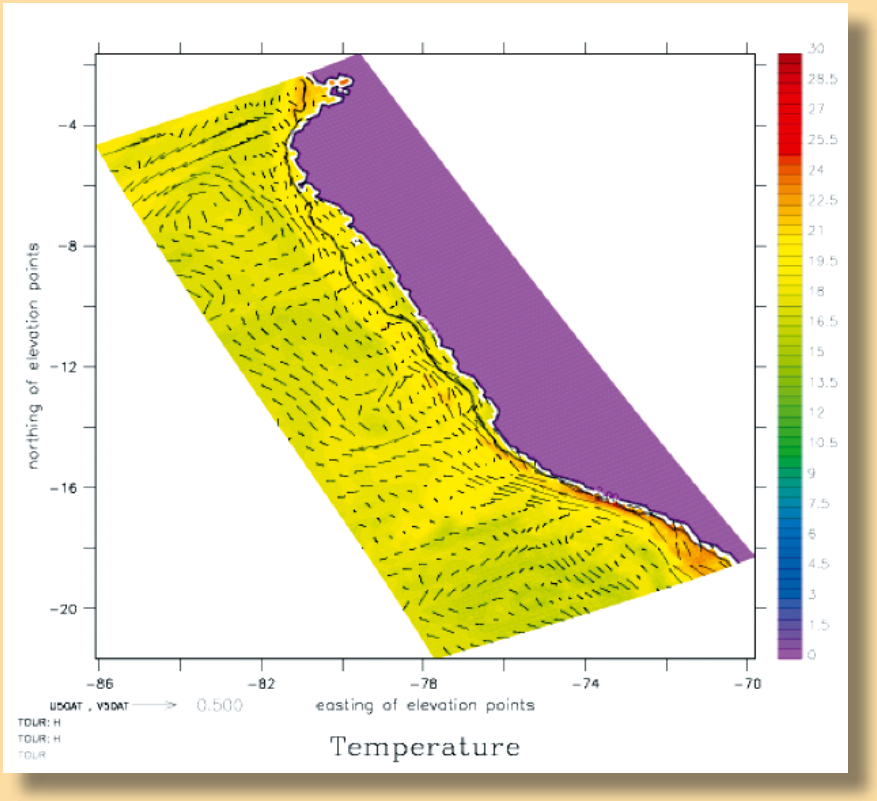
Ingeniero Emanuel Guzmán Zorrilla

En la actualidad, el estudio del océano y de las zonas costeras es de mucha importancia debido a los procesos naturales que influyen en las actividades humanas, como la pesca, el transporte, el deporte, el turismo, entre otros.

En la década pasada, era común el uso de modelos físicos a escala reducida, donde se simulaban las principales características de la zona de estudio (puerto o bahía). Sin embargo, esta técnica de estudio tenía algunas limitaciones, requería de mucho tiempo para la implementación del modelo y su puesta en operación demandaba un costo elevado.

La historia de los modelos numéricos comienza con la idea del hombre por conocer el futuro y estar preparado para ello. Los primeros intentos de simulaciones fueron realizados por meteorólogos en su intento de pronosticar el tiempo. En 1920-1922 el investigador inglés L. F. Richardson lo intentó en vano, concluyendo que esta tarea sólo podía ser realizada por miles de hombres calculando a la vez. Con el avance de las ciencias informáticas, esta tarea pudo ser posible, y comenzó a surgir un nuevo concepto que hoy conocemos como "modelos numéricos", cuya aplicación se ha extendido a casi todas las áreas de las ciencias.

De esta manera, los modelos numéricos se han convertido en una herramienta eficaz, porque permiten reproducir las principales características de la dinámica marina y costera, mediante la definición de posibles escenarios, para un mejor análisis.

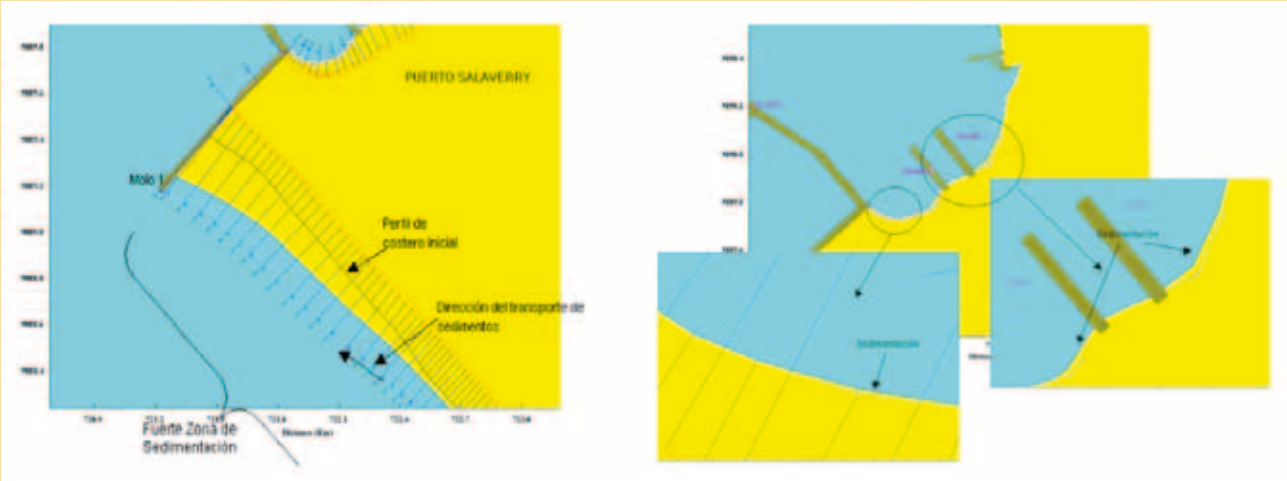


Simulación de la circulación a meso escala. Modelo POM.

El empleo de modelos numéricos presenta algunas ventajas sobre las observaciones, ya que permiten estudiar en forma aislada la influencia de cada una de las variables involucradas, por ejemplo en la circulación (viento, variación del nivel del mar, batimetría, salinidad y temperatura, entre otras). Sin embargo, es muy importante recalcar que los modelos numéricos no sustituyen a las observaciones, sino que las complementan; un cálculo por computadora no puede ser mejor que la validez de las aproximaciones hechas, al representar un sistema con datos reales.

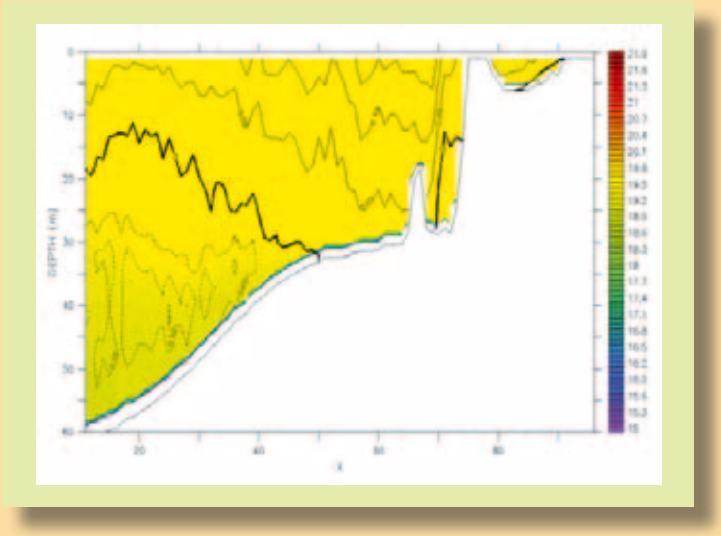
Los modelos oceánicos y costeros resuelven las ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos, como son la ecuación de continuidad, ecuación de movimiento, energía, y la conservación de las propiedades escalares (temperatura y salinidad). Estas ecuaciones en su forma completa no tienen solución analítica, por lo que se emplea técnicas de soluciones numéricas, comunmente llamadas "esquemas numéricos", que son apoyadas por las ciencias informáticas que las traduce a lenguaje de computador.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, mediante la División de Modelamiento Numérico DIMODEL – Proyecto NAYLAMP, cuenta en la actualidad con dos modelos numéricos de investigación de los procesos



Simulación del transporte de sedimentos en el puerto de Salaverry – Trujillo. Modelo UNIBEST.

oceánicos y costeros. El primero de ellos es el modelo Princeton Ocean Model (POM), con el que se realizan estudios de circulación, tanto a meso escala, como a pequeña escala. Este modelo es de dominio público y se ejecuta en plataforma UNIX o LINUX, además requiere de datos, tanto para iniciar las simulaciones, como para la validación de sus resultados. Dentro de los datos que necesita el modelo tenemos: Batimetría y perfil costero del área de estudio, datos de mareas (predicción de la marea o los componentes armónicos), estructuras térmicas y salinas, elevación del mar, velocidad y dirección del viento y las corrientes.



Simulación de la estructura térmica vertical en una sección de la Bahía Ferrol – Chimbote. Modelo POM2K.

Los principales trabajos de simulación con el modelo POM, son las simulaciones realizadas para las bahías Ferrol, Callao y la circulación en la playa La Arenilla en el distrito de La Punta. Cabe destacar la asesoría del doctor Edmo Campos, experto de la Universidad de Sao Paulo, en el modelo POM, con quien se inició el proceso de implementación de la nueva versión del modelo denominado POM2K, en reemplazo de la versión POM98.

El segundo modelo es de origen holandés y es conocido como Uniform Beach Sediment Transport (UNIBEST), que es aplicado a estudios de transporte de sedimentos en playas, permitiéndonos por ejemplo, simular la evolución natural de la línea de costa, así como los efectos que produciría la construcción de estructuras marinas en la costa. Al igual que el POM, el modelo UNIBEST necesita de datos para su correcto funcionamiento, entre ellos se tiene: Datos del perfil costero, olas (altura, dirección y periodo), batimetría, granulometría de fondo, sólidos en suspensión, las descargas fluviales (si es el caso) y la información de las características de las estructuras marinas que se encuentran en el área de estudio.

Dentro de los trabajos realizados bajo este modelo, tenemos las simulaciones en la bahía de Miraflores, Puerto de Salaverry y en la playa La Arenilla en La Punta - Callao.

Pero la implementación de un modelo numérico implica seguir todo un proceso, el cual comienza con la recopilación de los datos requeridos por el modelo, el análisis y procesamiento de los mismos, la calibración del modelo, la ejecución del modelo y finalmente, quizá el punto más importante, la validación de los resultados. En todo este proceso, es necesario el conocimiento de técnicas de procesamiento de datos, lo cual implica el dominio de la base teórica y habilidad en programación en lenguaje FORTRAN, MATLAB y el dominio del sistema operativo LINUX o UNIX, destacándose el factor humano que interviene en su ejecución y por su capacidad para adecuarse a los avances de la ciencia y la tecnología.

Para poder completar este proceso adecuadamente, es necesario la constante capacitación del personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación, la cual debe ser actualizada con los últimos avances científicos, con la finalidad de lograr una mejora institucional a nivel internacional.

Los Servicios Hidrográficos y su rol en el siglo XXI

Capitán de Navío Guillermo Hasembank Rotta

"La Asamblea de las Naciones Unidas invita a sus Estados, a cooperar en la ejecución de levantamientos hidrográficos y en la provisión de servicios náuticos, con el fin de procurar una navegación segura, lograr la mayor uniformidad de las cartas y publicaciones náuticas, así como coordinar sus actividades, a fin que la información hidrográfica y náutica sea ofrecida a escala mundial".

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), en la 53ª Sesión de la Asamblea General, en noviembre de 1998, aprobó la Resolución A 53/32 de la Orden del Día "Los Océanos y la Ley del Mar".

Generalidades

Los servicios hidrográficos de los países marítimos, como el Perú, se encuentran entre las entidades gubernamentales con una reconocida historia, habiendo sido establecidos algunos de ellos en el siglo XVIII y otros, durante los siglos XIX y XX.

En el caso del Perú, aunque existe un amplio bagaje histórico en materia cartográfica e hidrográfica, actividades que fueron desarrolladas desde la época de la Colonia y el Virreinato, no es hasta la época Republicana en que se crea oficialmente la primera Comisión Hidrográfica, el 20 de junio de 1903.

En el presente siglo XXI, los servicios hidrográficos a través de cada vez un mejor desarrollo de la cartografía náutica, contribuyen de forma significativa a la expansión del comercio marítimo mundial, al incremento del conocimiento científico de los océanos y mares y, a la mejor comprensión de los cambios climáticos que se suceden en el mundo, pronósticos de alarmas de fenómenos, así como productos y servicios varios para la Guerra Naval.

¿Qué actividades desarrolla un servicio hidrográfico?

Como se ha mencionado, los servicios hidrográficos desarrollan diversas tareas en favor de la sociedad y de los aspectos de seguridad de la navegación en el medio acuático así como a la seguridad del país; se puede señalar que sus actividades generalmente se fundamentan en dos componentes principales: La adquisición de información y el suministro de servicios de información, que en el caso del presente artículo se describirán a continuación y se han adecuado al trabajo que desarrolla la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú pero que en general, es bastante similar en todos los servicios.



Diversas publicaciones náuticas elaboradas por la Dirección de Hidrografía

Los beneficios de los trabajos hidrográficos han sido reconocidos por varios convenios internacionales, notablemente el Convenio sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar (UNCLOS), y el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED).

Desarrollo de un Sistema de Cartografía y Publicaciones Náuticas en apoyo al navegante en general

Más del 90% del comercio internacional a lo largo del mundo, es efectuado por vía marítima. Para ello, el tráfico marítimo nacional e internacional debe desarrollarse en forma confiable y segura, para lo cual, es imprescindible contar con una cartografía náutica de alta calidad y elaborada de acuerdo a los estándares internacionales.

Los servicios hidrográficos desarrollan en forma permanente un programa de levantamientos hidrográficos, que generalmente demanda trabajos en el campo, así como en oficina, que incluyen el despliegue de recursos de personal y material, resultando que los buques hidrográficos naveguen un promedio de 40 a 60 días en el área de trabajo (mar, ríos, lagos), empleando ecosondas y equipamientos de alta precisión, sistemas de posicionamiento diferencial por sistema satelital, con errores menores de un metro, programas informáticos especializados de carácter hidrográfico y cartográfico, con el objeto de recolectar información referente a las batimetrías, registro de los cambios meteorológicos, anomalías magnéticas, perfiles de temperaturas, salinidad y conductividad, muestreos de calidad de fondo y mediciones de corrientes superficiales y sub-superficiales que, finalmente, dará como producto la carta náutica.

La elaboración o actualización de una sola carta náutica podría llevar cerca

de 120 días, e interviene un equipo multidisciplinario durante todo el proceso.

La falta de coberturas de información hidrográfica y cartográfica en los océanos, mares, ríos y lagos navegables, podrían producir no sólo demoras en el tránsito de navegación, como resultado de tener que seguir otras rutas alternativas más largas, sino que también conllevan una cuota de inseguridad ante la falta de información confiable en dichas áreas y, por consiguiente, pueden generar sobrecostos significativos a la industria marítima.

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, como órgano rector de la cartografía náutica, contribuye a los objetivos de desarrollo del país, proporcionando coberturas cartográficas a diversas escalas en el litoral, ríos amazónicos y lago Titicaca, contando además con un sistema de cartas de navegación electrónicas. Edita las Publicaciones Náuticas que han sido elaboradas bajo las normas y estándares internacionales, que difunden informaciones hidrográficas, ayudas a la navegación, normas de señalización náutica, entre otros datos de interés para el navegante, complementando la información que proporcionan las cartas náuticas para asegurar una navegación segura.

Desarrollo de servicios y productos diversos para la Defensa

En general, las marinas de guerra del mundo son los clientes más importantes de la cartografía náutica, debido a que, por su modo de operación, deben organizarse para navegar y efectuar operativos multinacionales y regionales, en muchas áreas del mundo. Los diferentes tipos de operaciones navales que existen: Superficie, submarinas, antisubmarinas, anfibias y aeronavales, requieren de productos y servicios diversos en el campo de la oceanografía, acústica submarina, hidrografía, cartografía, geomática y meteorología marina. Estos productos, necesarios para la operación de las fuerzas operativas, y que demandan por parte de la Dirección de Hidrografía una dedicación practicamente exclusiva, deberán estar disponibles en todo momento, tanto en tiempo de paz como en guerra.

Delimitación y demarcación de fronteras

A través de la historia los servicios hidrográficos han jugado un papel muy importante en el proceso de delimitación y demarcación de la frontera de un país, principalmente un país como el Perú.

La Dirección de Hidrografía y Navegación es uno de los órganos de asesoramiento técnico del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el trazado y demarcación de las fronteras marítimas y terrestres, participando activamente en los trabajos de posicionamiento, levantamiento y verificación de hitos fronterizos con los países vecinos, trabajos que demandan enormes sacrificios, inclusive la propia vida, por lo inhóspito que son generalmente las zonas de fronteras.

Administración y Operación de un Sistema de Alerta de Peligros Oceánicos

Las zonas costeras del mundo están expuestas a diversos tipos de peligros hidro-metereológicos de origen marino, como son: Tsunamis, bravezas de mar, nieblas, tormentas tropicales y el fenómeno de El Niño, entre otros.

Para poder reducir los desastres, producto del impacto que pudieran ocasionar dichos peligros, los servicios hidrográficos deben contar con un sistema de personal muy calificado, que efectúe el monitoreo permanente del medio marino en base a sensores, ubicados tanto en tierra como en el mar, que permitan registrar en tiempo real, el comportamiento de las variables ambientales y, determinar si estamos ante la presencia de algún tipo de peligro marino. De esta manera, se podrá emitir oportunamente el pronóstico o la predicción del arribo o presencia de dicho peligro y contar con el tiempo suficiente para que el Sistema Nacional de Defensa Civil pueda tomar las medidas preventivas oportunas y así evitar o minimizar pérdidas de vidas humanas o materiales.



La Dirección de Hidrografía y Navegación contribuye con sus productos y servicios con diferentes sectores del país como defensa, transportes, educación, etc.

En ese sentido la Dirección de Hidrografía y Navegación es el organismo responsable de administrar y operar las siguientes alertas:

- Sistema Nacional de Alerta de Tsunami. Tiene como finalidad emitir la alerta de un tsunami de origen lejano.

- Administración de un proyecto de monitoreo del fenómeno de El Niño denominado NAYLAMP. Se trata de un programa científico marino que funciona a través de la operación de boyas oceanográficas, las mismas que son sembradas entre los 200 y 300 millas de costa peruana, por buques hidrográficos y, que permiten contar con data en tiempo real del mar. Además, el sistema opera diez estaciones ambientales a lo largo de la costa. Con la información de las boyas y estaciones se alimentan los modelos numéricos, que proporcionan las condiciones oceanográficas presentes y futuras y por ende, contribuyen con una mejor alerta del fenómeno citado.

- Sistema de Pronósticos Metereológicos Marinos. Los servicios hidrográficos contribuyen también con el turismo, la industria, el comercio marítimo, actividades pesqueras y náuticas, a través de la difusión de pronósticos meteorológicos, donde se señalan entre otros, las condiciones de mar, olas, vientos y nieblas.



Personal especializado revisando datos de modelo numérico que permite contar con pronósticos de oleajes hasta con 72 horas de alerta.

Investigación Científica del Mar

Uno de los objetivos de los servicios hidrográficos es contribuir a alcanzar el conocimiento científico del mar; este esfuerzo está orientado hacia el desarrollo de una oceanografía operacional, que permita por ejemplo, diseñar y desarrollar modelos numéricos aplicativos, que ayuden a entender el comportamiento de la dinámica costera y oceánica, así como su debida canalización, o buscar alternativas de energía en el mar, mejorar la calidad de los modelos de pronósticos de peligros de origen marino, desarrollo de instalaciones en el mar, entre otros. La Dirección de Hidrografía y Navegación programa junto a los levantamientos hidrográficos, cruceros oceanográficos, que permiten obtener información valiosa del mar. También se ha tenido un papel muy importante en el desarrollo de las expediciones científicas del Perú a la Antártica, donde además de colaborar con la parte logística, se han efectuado proyectos científicos. Es importante pensar en el futuro alianzas estratégicas con la empresa privada para desarrollar tecnología marina nacional.

La investigación científica del mar por parte de la Dirección de Hidrografía es una tarea permanente y tiene como objetivo alcanzar el conocimiento científico del Mar de Grau y de las zonas marítimas de interés para aplicaciones diversas, tanto para el desarrollo como para la guerra naval.



Los Servicios Hidrográficos deben contar con buques hidrográficos con suficiente autonomia y equipados con diversos sistemas como; el side scan sonar, unidades de aguas someras y aguas profundas, magnetómetros, sistema de recolección de muestras de aguas a diferentes profundidades (CTD, equipos muestreadores del fondo marino, ROV de operacion submarina)



Brigada de mantenimiento de faros en el litoral e instalación de boya de señalización en el mar, son tareas que cumple la Dirección de Hidrografía y Navegación como parte de la administración de sus sistemas.

Protección y gestión del medio ambiente

La contaminación marina ocasionada por colisiones, naufragios, vertimiento de petróleo, vertimiento de deshechos de tierra por colectores varios, es aún más devastadora de lo que pueda imaginarse, por las diferentes consecuencias que ello trae consigo. En el Perú, la Dirección de Hidrografía y Navegación cuenta con un programa de monitoreo permanente de la calidad del medio ambiente marino, en apoyo a la labor que desarrolla la Autoridad Marítima, para lo cual cuenta con laboratorios químicos implementados con sistemas y equipos de última generación, que le permite efectuar análisis de muestras de agua de mar y colaborar así, en la prevención y mitigación de desastres producto de este tipo de contaminación.

Estudios que contribuyen con el Manejo Integral de las Zonas Costeras, Fluviales y Lacustres

Los servicios hidrográficos en coordinación con la Autoridad Marítima contribuyen con un adecuado manejo de las zonas costeras, fluviales y lacustres, que son espacios muy sensibles y que, de no manejarse con una óptica multidisciplinaria, podrían presentar en muchos casos, problemas de contaminación, desequilibrios de la infraestructura costera y otros, que inciden directamente en la calidad de la vida humana en dichas áreas.

El empleo de la Geomática y el procesamiento e interpretación de imágenes de satélite y fotografía aérea, complementada con trabajos de campo, permite a los servicios hidrográficos, por ejemplo, tener una óptima supervisión del Borde Costero, estudio de niveles de contaminación marina, supervisión de los procesos de erosión y sedimentación, monitoreo del curso de los ríos navegables, control sobre la aparición de islas en los ríos y la contaminación en los lagos. Los servicios hidrográficos contemporáneos deben ser organismos competentes, capaces de proveer servicios de calidad a los usuarios finales, evaluando los estudios hidrográficos desarrollados por entidades privadas, como parte importante de los requisitos para la construcción de nuevos puertos y el mantenimiento y desarrollo de los existentes; operaciones de dragado para el mantenimiento de las sondas cartografiadas y para el establecimiento y mejora de canales; recuperación de terrenos desde el mar, establecimiento y control de zonas de vertederos industriales, extracción de depósitos minerales, actividades de acuicultura, transporte; proyectos de obras públicas, incluyendo la construcción de infraestructuras cerca de costa, en ríos y lagos, y su probable impacto ambiental, con miras a la protección del medio marino y su uso racional sostenido.

Organización y Administración de un Centro Nacional de Datos Oceánicos

En la era de la información, los gobiernos han comprendido que los datos espaciales oceanográficos de buena calidad y bien administrados, son un componente esencial para el desarrollo económico y comercial y, para la protección del medio ambiente marino. Por esta razón, muchos países a través de los servicios hidrográficos, están estableciendo centros nacionales de data oceanográfica. El servicio hidrográfico es una parte importante de la infraestructura de datos espaciales nacionales en el ámbito acuático, y su labor fundamental en el tiempo, ha estado enmarcada en la recolección y proceso de datos hidrográficos, oceanográficos y meteorológicos marinos, lo cual constituye su especial patrimonio y es una de sus principales

fortalezas para la confección de las cartas de navegación, así como en los estudios científico-técnicos y pronósticos del medio ambiente.

Administración de un Sistema de Señalización Náutica en apoyo al tráfico marítimo y actividades pesqueras y de recreo

En muchos países del mundo, los servicios hidrográficos tienen a su cargo el Sistema de Señalización Náutica, que comprende la instalación y mantenimiento de equipos de señales visuales y electrónicas, fijas y flotantes, para el reconocimiento de peligros, e identificación de puntos conspicuos en la costa, que contribuyen a la seguridad del tráfico marítimo, facilitando la navegación a los buques y embarcaciones en general.

Educación en ciencias del mar

Los países marítimos, a través de los servicios hidrográficos, aportan programas educativos en ciencias del mar, dirigido a diferente público objetivo; desde escolares, pasando por el poblador costero, hasta estudiantes universitarios. Esto trae consigo múltiples beneficios a la calidad de la educación de un país, e incorpora al poblador al mar como escenario de su desarrollo natural y no vivir ajenos a esa importante realidad. La Dirección de Hidrografía y Navegación, a través de sus brigadas especiales que realizan anualmente trabajos a lo largo de la costa, ríos y el lago Titicaca, difunde charlas de temas relacionados con tsunamis, la oceanografía en el Perú, fenómeno El Niño, la Antártica, entre otros.

Representación ante organismos nacionales e internacionales

Por los diferentes roles que tienen a su cargo los servicios hidrográficos, muchos de sus oficiales, personal profesional y técnicos, forman parte de una representación ante distintos organismos de carácter científico. La Dirección de Hidrografía y Navegación representa al país ante: La Organización Hidrográfica Internacional, Comisión Oceanográfica Intergubernamental, entre otros.

La presencia en los diferentes foros de carácter marítimo nacional e internacional permite a la Marina y al Perú a mantener una presencia importante que contribuye con los intereses nacionales. En muchas de estas reuniones se adoptan decisiones que tienen repercusión en sus espacios marítimos; asimismo, son importantes porque se obtienen en muchos casos una serie de beneficios tanto financieros como técnicos, como: programas que inyecten transferencia tecnológica marítima, financiamiento para asistencia de expertos en eventos de formación y capacitación, desarrollo de proyectos de investigación científica, programas de educación de ciencias del mar, cursos y seminarios en centros marítimos internacionales.

Comentarios finales

- Los servicios hidrográficos se esfuerzan para llevar a cabo con éxito su misión, y su existencia es sumamente importante para los países, ya que proporcionan servicios que contribuyen a lograr una navegación marítima segura y eficaz, y también con sus programas de trabajo contribuyen con la protección del medio ambiente marino al promover la educación en ciencias del mar del poblador en general.

- El suministro de cartas precisas y actualizadas proporciona importantes beneficios económicos y comerciales, gracias a que estas cartas hacen más fácil el comercio y otras actividades marítimas. También ayuda a evitar accidentes que pueden originar pérdidas de vidas y bienes y la contaminación del medio ambiente marítimo.

- Son las Armadas de los países las que tienen a su cargo los servicios hidrográficos, facilitando la labor de éstos, ya que se requiere una organización que esté presente a lo largo y ancho de todo el país, como es el caso la Marina de Guerra del Perú, que cuenta con un sistema integral de bases y estaciones en la costa, la amazonía y el lago Titicaca, proveyendo la logística y facilidades de infraestructuras fijas, aéreas y a flote.

- Considerando la amplitud del territorio nacional, en el mediano y largo plazo se debería contar con un servicio hidrográfico desconcentrado, tanto en el norte como en el sur del país, incluyendo Pucallpa y el lago Titicaca.

- Se debe mantener una organización que cuente con medios humanos altamente capacitados y calificados en el campo de la oceanografía, meteorología marina, cartografía náutica, hidrografía, señalización náutica, geomática, geología marina, geofísica, químicos, acústicos, electrónicos y otros afines.

- Se considera indispensable una infraestructura moderna y bien equipada, para que se pueda trabajar en cualquier espacio acuático de interés, con buques hidrográficos dotados de equipamiento de última generación, que puedan operar sobre el fondo marino hasta alcanzar en muchos casos, miles de metros de profundidad, a fin de lograr el conocimiento científico del Mar de Grau y del Pacífico Sur Oriental, ríos navegables así como el lago Titicaca.

- En el campo de las relaciones internacionales, es importante mantener la presencia en todos los foros, e inclusive, ubicar profesionales que trabajen a tiempo completo en organismos científicos internacionales marítimos de interés.

- En el campo de la guerra naval, los servicios hidrográficos cumplen un rol muy importante a través de la producción de diferentes servicios y productos elaborados con tecnología de punta y que facilitan las operaciones de guerra naval en los distintos escenarios que les toca estar presentes a las fuerzas operativas.

Geofísica Marina:

Disciplina para explorar riquezas subacuáticas

Teniente Primero Carlos Holguín Valdivia

La Geofísica estudia la dinámica de la tierra y su composición sobre la base de medidas de tipo físico, que normalmente se realiza desde la superficie del planeta. Cuando este estudio tiene que ver con áreas relativamente pequeñas y poco profundas, para obtener un fin económico inmediato, se habla de Geofísica Aplicada, y el conjunto de métodos para obtener ese fin constituyen la Prospección Geofísica.

La Geofísica Marina es una disciplina de las Ciencias de la Tierra, que estudia el fondo del mar, mediante el uso de métodos indirectos. A diferencia de los métodos directos, que consisten principalmente en recoger muestras del fondo y del subsuelo marino, los métodos indirectos se sirven de las propiedades físicas de los materiales, como por ejemplo su densidad, para estudiar los fondos oceánicos. Esa densidad se determina con el análisis de la velocidad de propagación del sonido, a través de las diferentes capas que forman el subsuelo marino.

Desarrollo de la Geofísica Marina

La investigación marina para fines militares durante la II Guerra Mundial, tuvo una importante influencia en el desarrollo de la Geofísica, ésta brindó tanto la experiencia, como algunos de los instrumentos básicos para hacer mediciones geofísicas en un medio marino hostil; éstos involucraron la construcción de algunas de las principales herramientas de los geofísicos marinos: El Magnetómetro Sensible, el Hidrófono y otros dispositivos, con la capacidad de producir frecuentes explosiones marinas.
Las fuentes de sonido y cables remolcados que producen los campos magnéticos de alta intensidad, se diseñaron para barrer las minas magnéticas y acústicas, causándoles un deterioro a distancia segura.

Aplicaciones de la Geofísica Marina

Los avances en la Geofísica Marina han estado estrechamente relacionados a la disponibilidad de los buques y otras plataformas para expandir la base observacional, probando nuevos instrumentos para realizar experimentos.

Los instrumentos diseñados para medir los cambios espaciales en los campos magnéticos y de gravedad de la Tierra, el flujo de calor y la estructura sísmica, han proporcionado una nueva y profunda percepción de la naturaleza del lecho marino, sus recursos y los procesos responsables de conservar los márgenes continentales y las cuencas oceánicas. Para obtener las mediciones de una construcción detallada, deberán permanecer en el fondo del mar, remolcados justo sobre éste o colocados mediante las perforaciones.

Los sonares de alta resolución y las técnicas sísmicas, han representado un papel importante al localizar posibles peligros que podrían interrumpir o destruir las instalaciones en el lecho marino y, provocar una fuerte contaminación en esta amplia gama de profundidades de agua.

Los peligros geológicos incluyen bolsillos pocos profundos de sedimentos, ricos en gas, canales erosionales y fallas recientes.

Con el fin de acelerar las operaciones de campo y extender la exploración a aguas más profundas, se puso mucho énfasis en el desarrollo de métodos para producir los perfiles sísmicos desde un buque en movimiento. Es esta área donde se han llevado a cabo algunos de los principales avances con respecto a la Geofísica Marina, al proporcionar la estructura sísmica, primero en dos dimensiones y más recientemente, en tres dimensiones.

Estas mediciones no sólo ayudan a satisfacer nuestra curiosidad natural sobre la constitución y actividades de nuestro planeta, sino que tiene muchas aplicaciones prácticas, éstas pueden emplearse para explorar y explotar algunos de los recursos minerales de los cuales depende la sociedad industrial moderna.

Con la actual tecnología podemos, hoy en día, medir la aceleración debido a la atracción gravitacional de la Tierra, el campo geomagnético, los cambios de presión en la columna de agua después de una explosión o sismo; en el lecho marino, la proporción en la cual pasa el calor por éste, los potenciales eléctricos en él, las corrientes eléctricas que fluyen por él y su radioactividad.

Los métodos ofrecen una forma de obtener información detallada, acerca de las condiciones del suelo y rocas del subsuelo.

Esta capacidad de caracterizar rápidamente las condiciones del subsuelo sin perturbar el sitio, ofrece el beneficio de costos más bajos y de menos riesgo, dando mejor entendimiento general de las condiciones complejas del mismo. Es necesario, a menudo, utilizar más de un método para lograr obtener la información deseada.

Para poder aplicar un método geofísico en una prospección, es necesario



Instalación de transductor del perfilador sísmico en el extremo del mástil, se aprecia la pasada del cable por el interior del mástil.



Maniobra de arriado del mástil del transductor del perfilador sísmico. Se aprecia que fue diseñado para apartarse del costado y evitar que el sensor golpee el casco durante la entrada al agua.

que se presenten dos condiciones importantes:

- Existan contrastes significativos, anomalías que se pueden detectar y medir.
- Dichos estos contrastes, se puedan correlacionar con la geología del subsuelo.

Las mismas técnicas podrán usarse para encontrar rutas seguras para los cables de telecomunicación y para investigar las estructuras no-geológicas, como los restos de los buques y los lugares arqueológicos. Las propuestas para colocar los deshechos altamente radioactivos de las estaciones de energía nuclear, las unidades de propulsión, así como las armas nucleares debajo del lecho en las profundidades del mar, han estimulado el desarrollo de instrumentos y técnicas geofísicas de alta resolución, para examinar las propiedades físicas y de estabilidad ambiental del lecho marino. La falta de nombramiento de las plataformas de petróleo y sus posibles disposiciones en el mar, ha promovido similares investigaciones.

Un requisito para el uso eficaz de los métodos geofísicos, es la presencia de diferencias mensurables entre las propiedades físicas del depósito mineral y las rocas presentes.

La selección de los métodos más convenientes para un área de interés, donde se presume la presencia de un depósito mineral, se funda en todos los datos ya disponibles como los geológicos y físicos, en el consumo de tiempo y en los costos y, depende del avance del proyecto.
Las exploraciones se denominan en general, de acuerdo a la propiedad que se mide (propiedades eléctricas, gravitatorias, magnéticas, sísmicas, térmicas o radiactivas).

Importancia de la Geofísica Marina

La exploración geofísica, comúnmente llamada Geofísica Aplicada o de Prospección, busca la localización de acumulaciones de petróleo, de gas natural, de agua subterránea y de otros minerales con importancia económica. En la actualidad, dichos levantamientos no se han desarrollado en gran cantidad y con el detalle necesario, a pesar de su gran relevancia en el diseño de ingeniería, así como en el dimensionamiento y clasificación de los recursos minerales existentes en el lecho marino y subsuelo marino.

La exploración geofísica costera es de amplio uso en los países desarrollados, debido a la creciente explotación del suelo y subsuelo marino para el aprovechamiento de los recursos marinos, renovables y no renovables, y para las aplicaciones de ingeniería costera. Los resultados obtenidos de estos levantamientos permiten el desarrollo de proyectos tecnológicos marinos de gran envergadura, tales como la construcción de mega puertos, tendido de cables de fibra óptica, prospección y explotación de yacimientos minerales, gas y petróleo.

A través de estos levantamientos, se busca como objetivo primordial, el establecer una estrategia de exploración geofísica marina, para la caracterización y explotación potencial de los recursos marinos no renovables y su aplicación en la evaluación de materiales (subsuelo y rocas), en el servicio de la ingeniería costera, para el diseño de fundaciones y estructuras (sísmica de pozos y la identificación de elementos de inestabilidad), localización y evaluación de fallas, evaluación de otros riesgos geológicos como el sísmico y la estabilidad de pendientes, determinación de la profundidad del subsuelo y caracterización de sus zonas, estudio de las características físicas del subsuelo, etc.

Este objetivo se realizará mediante la descripción y análisis de las diferentes metodologías de exploración, que se



Tecles para tesado de alambres que afianzan los transductores



Alambres que pasan por debajo del buque, desde la banda de estribor a la banda de babor y hacen trabajar los mástiles de los transductores hacia el casco.



Consola principal del sistema de perfilación sísmica.

utilizan para la caracterización del lecho marino y subsuelo marino, con el fin de proponer el uso de la nueva tecnología en el área costera del Perú.

Métodos de exploración Geofísica Costera

Batimetría

Los métodos acústicos constituyen nuestros principales medios para la realización de mapas de la topografía del lecho marino. Basándonos en esto, la elaboración de mapas de alta resolución de la morfología del lecho marino, se considera esencial en las investigaciones geofísicas, especialmente desde que el énfasis ya no está puesto en la exploración de reconocimiento extenso, sino en estudios intensivos de áreas locales. La batimetría detallada nos permite encontrar elementos específicos de la topografía o regresar a las posiciones de las observaciones previas.

Estos métodos acústicos se realizan con sonares convencionales, multihaz y de rebusca lateral, usados con mucha frecuencia para realizar investigaciones de la plataforma continental. Estas incluyen: la cartografía de la geología de la roca de lecho, la evaluación de recursos minerales del lecho marino, y la detección de daños geológicos.

Métodos eléctricos y electromagnéticos

Las mediciones de los campos eléctricos en el mar, brindan información acerca de la estructura geológica, puesto que muchas características son propiedades eléctricas que son sumamente diferentes a la de sus alrededores. Cuando las regiones anómalas son pequeñas en volumen, profundamente enterradas o están relacionadas con contrastes insignificantes en densidad, velocidad sísmica o magnetización; las observaciones eléctricas pueden brindar sólo los medios para detectar su presencia y estimar sus dimensiones.

Las dificultades para medir las propiedades eléctricas del interior de la tierra, cuando esta cubierta por una capa de agua de mar altamente conductora, se han reconocido hace tiempo, pero pese a todo, no ha desalentado la creación del diseño de instrumentos o experimentos de campo y muchos avances en los análisis de datos. Algunas técnicas involucran la medición manual de los potenciales de ocurrencia, corrientes y campos electromagnéticos. Otros, son diseñados para registrar los efectos superficiales cuando se presentan las corrientes y campos electromagnéticos en el lecho marino, mediante medios artificiales. Algunos se emplean en investigaciones de perforaciones.

Sísmica de reflexión

Un método eficiente para investigar la estructura geológica en el mar, el más ampliamente usado en la técnica geofísica en la exploración comercial, se basa en el registro de las ondas sísmicas reflejadas desde abajo del fondo marino**.** Remolcando tanto la fuente como el receptor detrás de un buque y generando explosiones en intervalos frecuentes, se formará un perfil detallado de los reflectores del subfondo, al trazar las amplitudes de los desplazamientos sísmicos frente al tiempo.

La exploración sísmica en el mar se realiza empleando lo siguiente:

1. Una fuente de energía sísmica;
2. Un medio para detectar las ondas elásticas que se desplazan por la columna de agua o en el lecho de mar;
3. Un método de registro y visualización de ondas sísmicas en forma de fácil interpretación.

La elección de la fuente está dirigida por la resolución y penetración sísmica necesaria. Las ondas sísmicas se detectan mediante las variaciones de la presión que producen en la columna de agua y por los movimientos de la tierra en el lecho de mar. La primera se registra con hidrófonos. Usualmente, los hidrófonos se colocan en grupos que pueden sujetarse, ser flotantes o remolcados. Los geófonos constan de un conjunto magnético de ensamblaje de bobinas movibles, que responden a los desplazamientos del lecho de mar. Estos están enlazados a los registradores del fondo marino y, también pueden bajarse a las perforaciones para experimentos sísmicos especializados.

El lago Titicaca y su relación con el fenómeno El Niño

Capitán de Corbeta (r) Jaime Valdez Huamán

Tratar el tema del lago Titicaca desde el punto de vista hidrográfico y de navegación, implica hacer una descripción de sus características geográficas/ geomorfológicas, así como tratar los factores meteorológicos que afectan sus niveles y específicamente la navegación en el mismo, entre ellos la relación del fenómeno El Niño con la cuenca de dicho lago.

El presente artículo busca mostrar la información Hidrográfica del Lago y además explicar la relación que tiene con el Fenómeno El Niño, para lo cual se ha recurrido a estudios efectuados por entidades científicas internacionales, a lo que se ha sumado el conocimiento y experiencia adquirida en la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.

El lago Titicaca se encuentra localizado al centro de la cuenca del mismo nombre. Es una gran masa de agua que ocupa una depresión en el extremo norte de la meseta del Collao, abarcando territorios de Perú y Bolivia, es el mayor de Sudamérica, su superficie total es de 8,300 Km^2, con una extensión de 176 Km. de largo y de 50 Km. de ancho; es el lago navegable más alto del mundo (3,808.00 metros sobre el nivel del mar) donde se producen olas debido a su gran extensión. Gracias a su presencia el clima del altiplano a orillas del lago, es moderado.

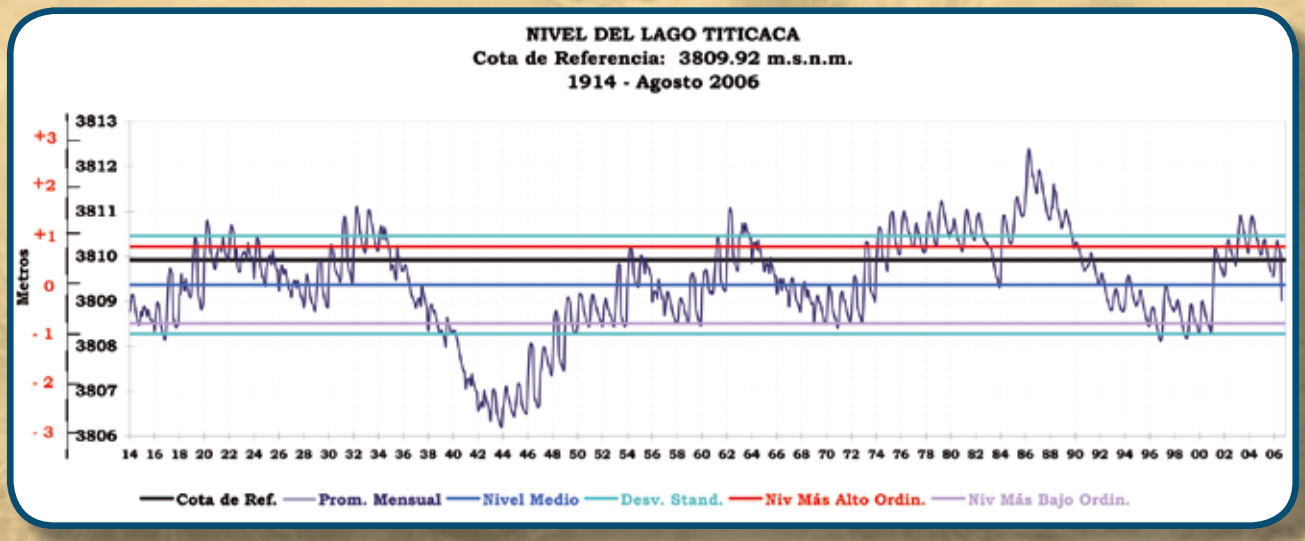
Sobre su origen existen varias teorías, una de ellas nos indica que es tectónico, ligado con la orogenia andina; formaba parte de un antiguo gran lago miocénico denominado por I. Robert Bwoman lago Ballivián, el mismo que abarcaba una gran extensión de la meseta, e incluía a los actuales lagos Titicaca y Poopo. Este lago Ballivián persistió hasta el Pleistoceno, pero la aridez creciente, así como el retroceso de los hielos, originó una gran disminución de sus aguas que fueron decreciendo hasta desaparecer como tal, dejando dos sectores de su antigua cubeta, formando los lagos Titicaca en el norte y el lago Poopo en el sur. Vestigios del antiguo Ballivián son los depósitos lacustres que actualmente se observan en la zona del lago Titicaca, muy por encima de su nivel actual.

Los niveles de la superficie del lago son variables. Durante los años secos desciende de 0.40 a 1.20 metros. En casos extremos, como la sequía de los años 1935-1946, el nivel descendió 3.72 metros por debajo del "0" de la Regla (3,808.272 msnm hasta los 3,804.552 msnm), y durante el año húmedo de 1986, el nivel del lago se incrementó, 2.61 metros sobre el "0" de la Regla, hasta los 3,810.882 msnm.

La época de lluvias de Verano (Diciembre-Febrero) es virtualmente la única fuente de recursos de agua en el altiplano.

Los niveles más altos del nivel del lago se registran en los meses de febrero a abril, y los más bajos, de octubre a diciembre. La dirección de las olas predominante es desde el Este, con oscilaciones de significación hacia el Nor-este y el Oeste en algunos casos, con una altura de ola de 1.60 metros aproximadamente.

La Carta Hidronav - 650 del lago Titicaca describe los mayores sondajes en el centro del lago, con un veril de mayores profundidades (284 m) alrededor de la



Registro histórico de niveles del lago Titicaca.



isla Soto; del mismo modo, en la parte occidental del mismo se observan bajas pendientes con áreas de totora y en su lado oriental se observan perfiles de fuerte gradiente.

De acuerdo a un convenio suscrito entre Perú y Bolivia, sobre el aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca, en 1976, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú y el Servicio Hidrográfico Naval Boliviano efectuaron un levantamiento de acuerdo a un plan cartográfico lacustre:

a) Una Carta general a escala 1/250,000
b) Cinco cartas de ruta a escala 1/100,000
c) Dos portulanos, Puno y Guaqui a escala 1/20,000

Sus aguas son de color azul cuando sobrepasan los 25 metros, y verdoso en las bahías poco profundas, donde el lecho está recubierto con plantas acuáticas. La temperatura promedio del lago grande es de 13.3^0 C. y en invierno 12.7^0 C., mientras que la temperatura promedio del lago pequeño es de 15.3^0 C y, en invierno, 10.5^0 C. La Salinidad tiene una concentración de 1.0 g/l de ClNa, con un contenido de Cal de 1.7 %.

Relación del lago Titicaca con el fenómeno El Niño

La relación entre la Cuenca del lago Titicaca y el fenómeno de El Niño, se da como producto de la interacción Océano-Atmósfera, donde dicho fenómeno corresponde a la componente oceánica y la Oscilación Sur a la componente atmosférica, la cual alcanza al altiplano, llegando así a El Niño Oscilación Sur (ENOS).

El Niño Oscilación Sur (ENOS) se manifiesta en la atmósfera como una oscilación entre una fase negativa (asociada a eventos El Niño), y una fase positiva (asociada a eventos La Niña) de la Oscilación Sur (OS).

La Oscilación Sur (OS) es una fluctuación interanual de 2 sistemas de presión a gran escala y de tendencia opuesta. El sistema de baja presión atmosférica superficial esta ubicado sobre el lado Oeste del Océano Pacífico Sur (Indonesia - Australia); y el sistema de alta presión atmosférica superficial, (anticiclón del Pacífico Sur) está ubicado sobre el lado Este del océano Pacífico Sur. Una forma de medir la Oscilación Sur es mediante el Índice de Oscilación Sur (IOS) que es calculado de las fluctuaciones estacionales y mensuales en la presión atmosférica, vale decir, midiendo la anomalía de la diferencia de presión media mensual entre Tahití en la Polinesia Francesa y Darwin en el norte central de Australia, basado en una fórmula.

Valores sostenidos negativos de IOS frecuentemente indican episodios de El Niño. Estos valores negativos son usualmente acompañados por un sostenido calentamiento del Océano Pacífico tropical Este, un decrecimiento de la fuerza de los Vientos Alisios, y una reducción en las lluvias sobre el este y norte Australiano.

Valores positivos de IOS están asociados con fuertes Vientos Alisios y calentamiento de la temperatura del mar al norte de Australia, popularmente conocido como evento La Niña. Las aguas en el Océano Pacífico Tropical este y central se tornan fríos durante este periodo.

El Indice de Oscilación Sur IOS es un indicador de la presencia de un evento ENOS. Los valores negativos del IOS indican el predominio de una presión atmosférica baja en Tahití y una alta en Darwin, asociándose esto a un calentamiento oceánico (El Niño). Asimismo, los valores positivos del IOS se asocian a un enfriamiento oceánico (La Niña).

La Relación del IOS y la circulación atmosférica sobre el altiplano durante los complejos periodos de la temporada de lluvia y sequía, y durante los indicadores de las fases de la Oscilación Sur, ya han sido investigados usando data diaria de radiosonda, la cual fue colectada en Antofagasta (Chile), Salta (Argentina), Lima (Perú) y La Paz (Bolivia) durante 1998, así como data de precipitación diaria de la frontera boliviano/chilena entre 18 grados y 19 grados, y predicciones mensuales de datos reanalizados del National Center for Environmental Prediction, entre 1960 y 1998.

En el Verano (diciembre, enero, febrero) la atmósfera durante los periodos de lluvias se caracterizó por anomalías del viento del Este en la tropósfera intermedia y alta sobre el altiplano, resultando en un aumento del influjo de la humedad en el interior del continente, cerca de la superficie del altiplano. El área de mayor presión atmosférica en el altiplano se intensificó y se desplazó hacia el Sur. Por otro lado, los vientos del Oeste usualmente predominan durante los periodos de verano secos, impidiendo el transporte de la humedad del Este para alcanzar el altiplano Oeste. Si se establecen tres condiciones de SOI, ALTOS (SOI>1), BAJOS (SOI< -2) y BAJOS +1 (diciembre, enero y febrero) siguiendo un episodio BAJO y (SOI >-1), podemos concluir que la precipitación tiende a ser deficiente sobre el altiplano Oeste, durante veranos de índices bajos y sobre el promedio durante veranos ALTOS y BAJOS +1, pero la relación es débil y estadísticamente insignificante. Los veranos BAJOS exhiben de manera general anomalías en la circulación atmosférica similares que los periodos SECOS y puede ser considerado como una extensión del periodo SECO o como un verano con un aumento de ocurrencia de episodios SECOS. Veranos ALTOS y en menor grado BAJO+1, son distinguidos en gran medida por características opuestas, mostrando una más pronunciada ALTA presión localizada significativamente más al Sur, y vientos anómalos del Este sobre el altiplano. En invierno (junio, julio, agosto) los eventos de precipitación son raros; éstos son asociados con un aumento de los componentes de viento Norte y Oeste, reducción de presión y temperatura, y aumento de humedad específica, sobre todo el altiplano. Las anomalías de la circulación atmosférica durante periodos de BAJA presión, son menos pronunciadas en el invierno (junio, julio, agosto) que en verano, pero generalmente presenta cambios similares (aumento de temperatura y una expansión vertical de la tropósfera). Sin embargo, la significancia de estas anomalías, especialmente con respecto al patrón de vientos, varía dependiendo de la estación usada y el nivel de presión. Consecuentemente, la precipitación durante el invierno austral no presenta relación con los extremos de la Oscilación Sur.

Por otro lado la variabilidad interanual (mayor a un año y menor de 10) del promedio estacional zonal de viento, explica aproximadamente la mitad de la variación de la convección de verano sobre el Altiplano a través de un patrón; vientos del Este/ Humedad – vientos del Oeste/ Sequía, con el correspondiente impacto estacional sobre los niveles del lago Titicaca.

Los ALTOS índices de verano están caracterizados por patrones atmosféricos generales opuestos, mayormente también típicos para periodos de verano secos. La circulación atmosférica durante el verano a continuación de un evento El Niño (BAJO+1) muestra algunas similitudes con la situación de ALTO índice, sin embargo las anomalías son estadísticamente insignificantes, cuando es comparada con el promedio continuo (del banco de data).

En general, las anomalías de circulación en Invierno sobre el Altiplano, muestran una pequeña relación con la Oscilación Sur, a diferencia de lo que se presumía y más parece ser determinado por otros factores, tales como son la penetración de sistemas frontales extra tropicales e, interrupciones del sistema de baja Presión, no directamente relacionados con el ENSO.

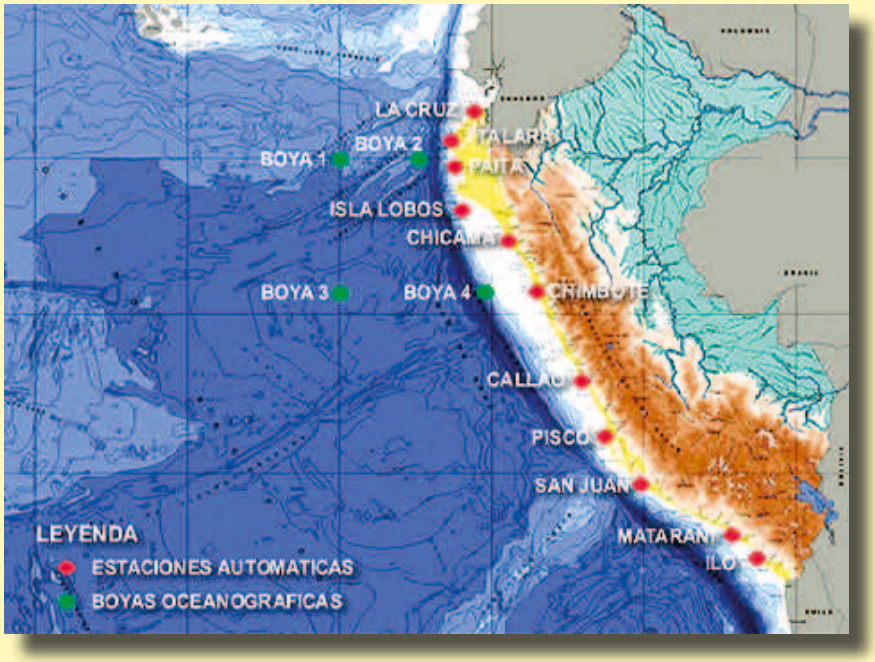
Otros factores, además de las condiciones de la superficie del Océano Pacífico, aparentemente juegan un papel crucial en la precipitación en la cuenca del lago Titicaca, por lo que lo más probable es que las condiciones que se presentan en el Altiplano, pueden ser atribuidas más al Océano Atlántico, que a la temperatura superficial del Océano Pacífico.



Labor educativa y de prevención durante visita a estaciones oceanográficas en el sur

Teniente Primero Renzo Whittembury Bianchi

La misión de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú es administrar, operar e investigar las actividades relacionadas con las ciencias del ambiente en el ámbito acuático, con el fin de contribuir al desarrollo nacional, brindar apoyo y seguridad en la navegación a las Fuerzas Navales y a los navegantes en general y, contribuir al cumplimiento de los objetivos institucionales.



Una de las actividades que realiza dicha Dirección Hidrográfica es el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas del litoral, para lo cual tiene instalada una red de estaciones océano-meteorológicas automáticas y convencionales en los principales puertos del Perú, las mismas que requieren de un adecuado mantenimiento preventivo constante, por parte de los observadores destacados en las Capitanías Guardacostas, y un mantenimiento completo correctivo semestral. Dicha tarea está a cargo del personal técnico del Departamento de Medio Ambiente, con el fin de lograr la debida operatividad de los equipos, su estado de presentación y asegurar la correcta recepción y toma de datos.

El Departamento de Medio Ambiente a través de la División de Meteorología y Modelamiento Numérico, analiza diariamente el comportamiento de los datos recibidos de las estaciones oceanográficas, tanto automáticas como convencionales, así como de los observadores. Asimismo, cuenta con una data histórica almacenada, con la cual realiza estudios específicos sobre el comportamiento de las diferentes variables, tanto atmosféricas como oceanográficas en una zona geográfica determinada.

Visita a estaciones oceanográficas

Del 1 al 26 de abril, una brigada al mando del Jefe de las Divisiones de Meteorología y Geofísica, del Departamento de Medio Ambiente, Teniente Renzo Whittembury Bianchi, realizó una visita a las estaciones oceanográficas, del litoral sur instaladas en los puertos y las caletas de Pisco, San Juan de Marcona, Atico, Matarani, Mollendo e Ilo, con el fin de realizar trabajos de recorrido y mantenimiento de sus equipos e infraestructura.

Recorrido y mantenimiento

La brigada, en las estaciones visitadas, realizó trabajos de inventario e inspección del material e instrumental, efectuó trabajos de mantenimiento de equipos y pintado de instalaciones; en algunos casos, reemplazo de instrumental y en otros, recorrido completo de instalaciones.

Charlas educativas y de prevención

Otras acciones efectuadas fueron la difusión de las actividades que desarrolla la organización, el dictado de charlas educativas referidas al estudio de la Oceanografía en el país, el proyecto NAYLAMP aplicado al mejoramiento de la capacidad de pronóstico y evaluación del fenómeno El Niño, así como charlas de prevención ante la ocurrencia de un tsunami, en coordinación con autoridades locales.

Fotogrametría y Teledetección

Fotos e imágenes satelitales para una Cartografía de alta resolución

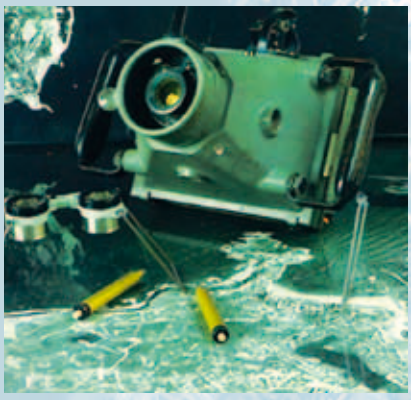
TS2 Hid. Luis Huamán Amasifuén



El hombre siempre ha tratado de representar el espacio geográfico que lo rodea y, ha sido la Cartografía la mejor forma de hacerlo. Se conoce que los pueblos primitivos han tenido cierta forma de cartografía rudimentaria, la cual ha ido desarrollándose gradualmente hasta nuestros días, gracias a inventos como el papel, la imprenta, las técnicas de fotogrametría, los ordenadores, etc., aplicándose en la actualidad la Percepción Remota o Teledetección, en base a imágenes de satélite de baja y alta resolución, las cuales se pueden superponer, combinar o fusionar con fotografías aéreas u otras imágenes satelitales, para un resultado más óptimo.

La Fotogrametría y su aplicación

La Fotogrametría es el conjunto de métodos y procedimientos, mediante el cual se puede deducir a partir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo. El levantamiento fotogramétrico se realiza con cámaras especiales instaladas en aviones acondicionados para este fin. Las aplicaciones de la Fotogrametría



se realizan desde hace varias décadas, tal como se hizo en la demarcación de la frontera Perú – Ecuador (1947). Sin embargo, a pesar de las altas resoluciones que se consiguen con las imágenes de satélite, la precisión que se logra con las fotografías aéreas hasta la actualidad, es insuperable.

Las aplicaciones de la Fotogrametría, no sólo son para fines cartográficos, sino también, es una eficaz ayuda en medicina legal y criminalista, en escultura y arquitectura, meteorología, astronomía, geología, hidráulica, entre otras ciencias.

La Teledetección o Percepción Remota

La Teledetección o Percepción Remota, es la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra.

La Teledetección es una técnica que ha ido evolucionando aceleradamente durante las últimas décadas con el advenimiento de la tecnología satelital, sus orígenes se ubican con el inicio de las actividades aeronáuticas a principios del siglo XX, paralelamente con el desarrollo de las actividades espaciales.

Otra técnica que se ha desarrollado en los últimos años y cuya evolución es notable, es la superposición de imágenes satelitales sobre los modelos digitales de elevación (DEM), elaborados a partir de restituciones fotogramétricas, técnica que nos permite actualizar la información o hacer análisis multitemporales del paisaje en perspectiva 3D. Por otro lado, tenemos la fusión de datos, debido a que se desea mejorar la resolución espacial de las imágenes multiespectrales, con la imagen pancromática, obteniendo una imagen a colores con mayor discriminación de los objetos presentes en la superficie terrestre. Este hecho ha llevado a desarrollar técnicas de fusión, cuyo común denominador es la mejora de ciertas características de los datos de teledetección como su resolución, visualización, etc., que permitan obtener una tercera imagen con mejores características y de alta calidad, que facilita la actualización cartográfica, análisis multitemporales de zonas de interés, desarrollo del Sistema de Información Geográfica Costera del Perú (SIG) y de otros ámbitos.

Actualmente la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, a través del Departamento de Geomática, viene elaborando restituciones fotogramétricas y ortofotomapas, a partir de fotografías aéreas del litoral peruano, tomadas entre los años 1999 y 2001, principalmente para actualizar las Cartas Náuticas y como parte de la información a integrar en el desarrollo del Sistema de Información Geográfica (SIG). Por otro lado, desde hace algunos años, se viene efectuando el análisis multitemporal de la variación del cauce de los ríos Amazonas (Iquitos) y Ucayali (Pucallpa), en base a imágenes de satélite por radar, información que es muy valiosa en la detección de cambios geográficos que pudieran causar un impacto ambiental y, por ende económico y social en los centros poblados y ciudades de su entorno.

In memoriam:

Señor Mario Gironda Palomino profesional y amigo ejemplar

El 19 de julio 2006, la Dirección de Hidrografía y Navegación y la Marina de Guerra del Perú, perdió a uno de sus profesionales más queridos y destacados, como fue el señor Mario César Gironda Palomino, cartógrafo, artista, amigo y maestro.

El señor Mario Gironda nació el 15 de marzo de 1930 en la ciudad de Lima; a los 25 años ingresó a laborar en la Marina de Guerra, en la Dirección de Hidrografía y Navegación, en la que sería su primera y única dependencia, donde sirvió con vocación ejemplar durante 51 años.

Durante su trayectoria profesional se destacó por sus connotadas cualidades personales y profesionales, cumpliendo con profesionalismo, voluntad e iniciativa todas las importantes tareas que la Dirección Hidrográfica le confió, obteniendo diversos reconocimientos como el de la Comandancia General de la Escuadra en 1958, la Comandancia General de la Marina en 1978, la Dirección de Administración de Personal en 1991, además de haber sido merecedor de variadas condecoraciones, como la Condecoración en el "Grado de Caballero" en 1975, en el "Grado de Oficial" en 1980 y en el "Grado de Comendador" en 1985.

Don Mario, como se le conoció, se inició como dibujante cartográfico, ciencia y arte que fue perfeccionando a través del esfuerzo, estudio y dedicación, llegando a obtener el Diploma de Especialista en Dibujo Cartográfico. Más tarde, en 1971, logró su perfeccionamiento en las técnicas cartográficas, mediante estudios calificados en Cartografía







Avanzada, en la Escuela de las Américas de la Agencia Cartográfica para fines de Defensa de los Estados Unidos de América (Defense Mapping Agency), en la ciudad de Panamá. En 1977 participó exitosamente en el curso de Gerencia Cartográfica.

Además de las funciones netamente técnicas, Mario Gironda desarrolló su espíritu artístico que fue orientado al campo náutico y naval, empleando con buen criterio y sobrias combinaciones, las formas gráficas, los colores y textos, los cuales han quedado impregnadas en la mayoría de los diseños de los escudos, insignias, emblemas y logotipos producidos para la Marina de Guerra. Es autor de la remodelación del actual escudo de la Marina, así como de las insignias de la calificación de Superficie y Comando de Buque, así como el actual escudo de la Dirección de Hidrografía y Navegación, entre otros.

Sin duda alguna, don Mario fue un caballero, admirador de la música clásica, puntual, responsable, leal, respetuoso y hogareño, comprometido con su profesión e identificado totalmente con la institución, cualidades que le ganaron el respeto y admiración de quiénes le conocieron.

Su penosa partida deja un profundo vacío entre sus compañeros y amigos, quienes siempre le recordarán como un extraordinario profesional, artista, compañero y gran amigo, que dedicó 51 años de servicios ininterrumpidos en la Institución, demostrando su generosa entrega al trabajo, inspirado en la más pura lealtad y vocación de servicio.

Don Mario Gironda,
¡descansa en paz!

103 Aniversario de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú



El 20 de junio la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina cumplió 103 años desde que la Comisión Hidrográfica fuera creada en el año 1903.

Participación en la 39 Reunión del Consejo Ejecutivo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI)-UNESCO

Del 20 al 28 junio se realizó en la ciudad de Paris, Francia, la 39 Reunión del Consejo Ejecutivo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), en la que participaron representantes de 40 países, entre ellos el Perú, con una delegación presidida por el Subdirector de la Dirección de Hidrografía y Navegación, Capitán de Navío Guillermo Hasembank Rotta, e integrada por el Contralmirante (r) Héctor Soldi Soldi (Cancillería), el Capitán de Navío James Thomberry (Agregado Naval del Perú en Francia), el Capitán de Fragata David Portilla y Alfredo Picasso Oyague (Delegación del Perú-UNESCO).

Durante su desarrollo se trataron temas como: Participación de la COI en el Año Internacional Polar (2007-2008), Año Internacional de la Tierra (2007-2009), Sistema Mundial de Observación de los Océanos (I-GOOS), Sistemas de alarmas y mitigación de tsunamis en las diferentes cuencas oceánicas, Establecimiento de un sistema de alarma mundial de peligros marinos, Estudios de cambios climáticos, Avance en las ciencias oceánicas, Avances en programas de formación y capacitación en ciencias del mar, entre otros.



Contralmirante (r) Héctor Soldi Soldi y Capitán de Navío Guillermo Hasembank Rotta durante el desarrollo de la reunión

Cabe destacar la designación como vicepresidente del programa I-GOOS para América Latina del Contralmirante (r), Héctor Soldi Soldi, cargo que permitirá al Perú contar con una presencia importante en este importante organismo técnico internacional marítimo.

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO es un organismo especializado de las Naciones Unidas con experiencia en ciencia marina y servicios, cuyo objetivo es promocionar la cooperación internacional y coordinar programas relacionados con la investigación de los recursos oceánicos y de las zonas costeras; así como aplicar su conocimiento en la mejora de la gestión, el desarrollo sostenible, la protección del medio marino y el proceso de toma de decisiones de sus estados miembros.

Curso de Sismología y Simulación Numérica de Tsunamis–PROYECTO TIME

La Dirección General de Hidrografía y Navegación, representada por el ingeniero Daniel Olcese Huerta, participó en el curso de Sismología y Simulación Numérica de Tsunamis–PROYECTO TIME, realizado del 09 al 22 de julio, en el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador – INOCAR, en la ciudad de Guayaquil.

El citado curso fue dictado por la Directora y Asistenta de Investigación de la Red Sísmica de Puerto Rico y catedrática de la Universidad Mayaguez de dicho país, doctora Christa Von Hillebrandt-Andrade y por el profesor en Ciencias Físicas y Oceanografía y profesor del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), México, Modesto Ortiz Figueroa.

El curso fue auspiciado por el International Tsunami Information Center (ITIC) y por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

El curso constó de dos fases, en la primera se describió la física de los tsunamis, desde el punto de vista sismológico y se determinó las fuentes que los originan; asimismo, se trató el sistema de monitoreo sismográfico y mareográfico. En la segunda fase se aplicó un modelo numérico, el cual determinó la forma inicial del tsunami usando el modelo de *Manshina y Smyle*, suponiendo una deformación instantánea de la superficie del océano igual a la deformación vertical del lecho marino.

Proponen creación de Sistema Regional de Alerta de Tsunami

El reconocido oceanógrafo y profesor del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CISESE), baja California, México, doctor Modesto Ortiz Figueroa, ofreció una conferencia magistral titulada "Tsunami: Su ciencia y tecnología", realizada el 25 de julio.

La conferencia tuvo como objetivo contribuir a la prevención y mitigación de los efectos que podría ocasionar un Tsunami en las costas del Perú.

Cabe destacar la propuesta del CISESE para la operación de un Sistema Regional de Alerta de Tsunami, mediante la detección temprana y la simulación numérica. Durante su desarrollo también se trató los diferentes eventos tsunamigénicos acontecidos en los últimos años, comparando el sistema vertical de las boyas de alerta temprana "Dart" y su costo, versus el prototipo del Sistema del Observatorio de Tsunamis operando en Internet en tiempo real, instalado en el puerto de Sauzal, Baja California, desde setiembre del 2004.

La Dirección de Hidrografía y Navegación inicia el camino para la obtención del certificado ISO 9000:2000 y el ISO: 14001:2004

La Dirección de Hidrografía y Navegación como parte de sus objetivos considerados plan estratégico y considerando que el servicio que proporciona es el de brindar seguridad para el navegante en general, ha iniciado las gestiones para poder acreditar el proceso técnico que permite producir y comercializar la carta náutica, por lo que ya está trabajando para obtener el ISO 9,000:2000. Asimismo, por el sendero de la búsqueda de la calidad, se ha considerado importante que esta organización cuente con un Sistema de Gestión Ambiental, que permita evidenciar y proyectar nuestro compromiso con la ciudadanía respecto al cuidado del medio ambiente, mitigación de la contaminación y el uso racional de los recursos; para lo cual también se estaría implementando un Sistema de Gestión Ambiental bajo los estándares de la norma ISO 14001:2004.



Hidro noticias

Buques hidrográficos realizaron levantamientos hidro-oceanográficos en Chimbote, Tumbes y Piura

Como parte de las actividades oceanográficas del presente año, se realizaron levantamientos hidrográficos del Portulano HIDRONAV N° 2123 de la Bahía Ferrol en Chimbote y de la Carta de Recalada HIDRONAV N° 112 "Punta Sal a Punta Pariñas" en Tumbes y Piura, respectivamente.

El levantamiento hidrográfico en Chimbote se realizó a bordo del Buque Hidrográfico AEH-174 "Macha" y consistió en trabajos de posicionamiento en tierra, de batimetría costera, así como de topografía del área. Dicha información servirá para la confección de la respectiva carta náutica a cargo de los departamentos de Geomática y Cartografía.

El levantamiento hidrográfico en Tumbes y Piura se efectuó a bordo de la embarcación hidrográfica B.A.P. "Melo" (AH-176) y consistió en la realización de medición de profundidades, desde el veril de los 10 metros hasta una profundidad de los 3000 metros, el posicionamiento de los sondajes se determinó utilizando el sistema DGPS Pathfinder Power (Trimble) con corrección diferencial métrica. Asimismo, la medición de profundidades se realizó con la Ecosonda Monohaz Odom MKIII, la grabación fue transferida al sistema de recolección automática de datos Hypack Max, instalado a bordo de la unidad. Igualmente, el post proceso a bordo, se efectuó mediante el empleo del programa de edición Hypack Max.

Contribución con la educación universitaria



Dr. Valdir Innocentini

La Dirección de Hidrografía y Navegación en coordinación con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos presentó al experto en modelación numérica, doctor Valdir Innocentini, investigador del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) del Brasil, quien ofreció una conferencia dirigida a los estudiantes de dicha casa de estudios superiores, como parte de su contribución a la educación universitaria.

El evento fue realizado el 2 de agosto en el auditorio de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, de la citada universidad, ante la presencia de directores, catedráticos y alumnos de postgrado. El tema desarrollado fue "El sistema de monitoreo y estudios de procesos costeros orientado a la investigación de los problemas de erosión y sedimentación en zonas costeras".

El doctor Innocentini viene asesorando a la citada Dirección Hidrográfica, en la simulación de pronóstico de olas.

Nueva oficina para venta de publicaciones

La Dirección de Hidrografía y Navegación, organismo rector de la cartografía náutica en el Perú, con el fin de brindar un mejor servicio al usuario, ha abierto una nueva oficina para la venta de publicaciones náuticas, en las instalaciones de la Capitanía Guardacosta Marítima del Callao.

De esta manera, las empresas pesqueras y los navegantes en general, aprovechando los trámites ha realizar ante la Autoridad Marítima local, podrán adquirir cartas náuticas, cartas electrónicas, Tabla de Mareas, Derrotero de la Costa del Perú (norte, centro y sur), Derroteros de la Amazonía, Almanaque Náutico, Lista de Faros, Catálogo de Cartas, entre otras publicaciones y productos, que son de gran ayuda a la navegación.

La apertura de dicha oficina para venta, es posible gracias a coordinaciones efectuadas entre la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú.



Diversas publicaciones que produce la Dirección de Hidrografía y Navegación

Avances en la Simulación Numérica con el anidamiento de Modelos Numéricos

La Dirección de Hidrografía y Navegación contó con la visita, entre el 31 de julio y el 4 de agosto, del investigador del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) del Brasil, doctor Valdir Innocentini, quien realizó una asesoría en temas de investigación numérica.

Como resultado de su labor, se ha logrado la implementación del Modelo de Olas SWAN para la bahía de Chimbote, considerando requerimientos muy específicos, el cual fue el complemento técnico a los trabajos que realizó la Dirección de Hidrografía y Navegación en la bahía El Ferrol, con la selección de dos dominios de trabajo. El primer dominio tiene baja resolución y extrae las condiciones de frontera del modelo WWATCH III, el segundo dominio tiene una mayor resolución y comprende el área dentro de dicha bahía, teniendo como condición de frontera, los cálculos realizados en el dominio anterior. Estos resultados sirven como datos de entrada al modelo de transporte de sedimentos UNIBEST.

Para iniciar el proceso anterior de los dominios, previamente se procesaron los datos de batimetría de la Carta Digital GEBCO y de la batimetría proporcionada por dicha Dirección Hidrográfica para Chimbote, a fin de realizar una grilla que integre las dos batimetrías anteriores, a una resolución de 0.02 grados.

Paralelamente, se viene tratando una base de datos en viento y olas, con la finalidad de realizar un Atlas de estas variables para el Mar de Grau, así como estudiar casos importantes de oleajes acontecidos. El doctor Innocentini proporcionó esta base de datos que corresponde a la climatología de Olas para todo los océanos desde 1997 hasta marzo del 2006, además de programas de extracción desarrollados en lenguaje Fortran y Shell.



Capitán de Corbeta Ingeniero Carlos Daniel Di Franco

Oficial de la Armada Argentina realiza Pasantía Técnica

La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú recibió la visita del Capitán de Corbeta Ingeniero Carlos Daniel Di Franco, de la Armada Argentina, quien realizó una pasantía técnica del 25 al 29 de septiembre.

La pasantía técnica estuvo centrada en los temas de Proceso Cartográfico, Carta Náutica Electrónica, Base de Datos Espaciales y Sistema de Información Geográfica, la misma que se realizó como parte de los acuerdos alcanzados en la XV Reunión de Estados Mayores entre las Armadas Peruana y Argentina.

Nuevos productos de ayuda a la navegación

Con el fin de contribuir con la seguridad de la navegación, la Dirección de Hidrografía y Navegación ha puesto a la venta nuevos productos. Uno de ellos es el Identificador de Estrellas, de gran ayuda a la navegación tradicional, basada en la observación a las estrellas y a los planetas, con el fin de encontrar la posición del navegante. Otro producto es la Carta de Bolsillo, en esta nueva presentación en miniatura están disponibles los portulanos de los puertos de Paita, Callao y Pisco, se trata de un impreso en material impermeable, resistente a la humedad, de 42 x 30 centímetros de tamaño aproximadamente y de fácil doblez para ser llevado en el bolsillo. Asimismo, está puesto a disposición de los navegantes en general el Derrotero Electrónico, presentado en formato de Disco Compacto que tiene opciones de búsqueda rápida, e incluye fotografías, gráficos, videos, e información de interés para el usuario.



Levantamiento hidrográfico del río Putumayo, a bordo del B.A.P. "Stiglich"

El Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, a bordo del B.A.P. Stiglich, ejecutó entre el 25 de julio al 8 de setiembre el levantamiento hidrográfico del río Putumayo y sus principales afluentes, desde su desembocadura en el río Amazonas hasta la Guarnición Militar de Güeppí; así como el levantamiento hidrográfico del sector Iquitos – Santa Rosa, en el río Amazonas.

Durante la navegación, la brigada hidrográfica tuvo que afrontar dificultades propias de la zona, como el descenso del nivel de agua con el riesgo de ocasionar varaduras temporales, presencia de palos incrustados en el fondo del río, a ello se sumó la presencia de insectos atraídos por las luces de seguridad del buque, en medio de la oscuridad de la noche, donde el silencio era interrumpido por los gruñidos de animales salvajes.



Vista del Río Putumayo durante la navegación de la brigada hidrográfica.

Los trabajos de monitoreo del nivel del agua registraron en algunos lugares, profundidades de hasta 90 cm. desde el casco, llegando a medir un descenso de hasta 70 cm. en 12 horas. Otro indicador del descenso de las aguas fue la presencia de islas nuevas.

La presencia del buque hidrográfico por los poblados ribereños, fue recibida con beneplácito debido a la asistencia material y humanitaria que reciben de la Marina de Guerra. En muchos de ellos se brindó atenciones médicas y corte de pelo. En los poblados más importantes fue instalado un letrero con su nombre respectivo, tarea que contó con la participación de los propios lugareños.

B.A.P. "Stiglich" a partir de este año cuenta con un sistema moderno para levantamientos de los ríos de nuestra selva

El B.A.P. *Stiglich* del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, cuenta con un nuevo radar, se trata del radar JRC modelo JMA 6000 series, que se emplea para el levantamiento batimétrico en la cuenca fluvial, al que se le suma, el giro compás Sperry Master SR 130.

El nuevo radar fue instalado en noviembre del presente año, y va a permitir que los trabajos de posicionamiento y recolección de datos de profundidades, se realicen con mayor precisión, ya que este equipo cuenta con varias terminales de interfase, siendo una de ellas una computadora, que va grabando la información presentada por el radar en su pantalla, en formato digital, teniendo una capacidad de memoria de 30 días continuos de grabación.

Otro equipo, con el cual se puede interfasar el radar, es con la carta electrónica, que con la ayuda del software Navi Sailor, se podrá superponer ambas imágenes, tanto del radar como de dicha carta, y así corregir las variaciones morfológicas que ha sufrido la ribera del río, en tiempo real.

El software Navi Sailor graba toda la información en la computadora del radar, y con la captura de imágenes, permite armar un mosaico para su posterior proceso y digitalización. De esta manera los archivos digitales capturados son procesados directamente en microcomputadoras, evitando errores de dibujo.



El Práctico en el puente de Comando teniendo la ayuda para la navegación el repetidor del Hypack Max y el repetidor del radar.

Hidro Noticias

Sistema de Base de Datos hidrográfica, reto del presente y futuro

La Dirección de Hidrografía y Navegación cuenta con muchos registros de data ambiental marina, producto de décadas de permanente esfuerzo en desarrollar investigación científica del mar a través de diferentes cruceros a bordo de nuestras Unidades Hidrográficas y gracias a una red de sensores desplegada en islas y a lo largo de la costa peruana. Este año, en el marco del plan estratégico, se ha adquirido el sistema informático denominado ARC SDE así como el IMS de la firma ESRI los cuales junto con nuestra BASE DE DATOS ORACLE lo que pone a la Dirección de Hidrografía y Navegación a la vanguardia de las arquitecturas empleadas a nivel mundial para desarrollo en bases de datos ambientales, y configuran así una plataforma tecnológica que va a permitir organizar y estructurar toda la data espacial y no espacial en forma lógica y automatizada. Al haberse dado este salto informático, entre los muchos beneficios obtenidos, se va a tener la capacidad de elaborar desarrollos y aplicaciones vía internet e intranet que va a permitir a la organización contar con información ordenada y automatizada de muchos años para poder desarollar en forma eficiente y eficaz las diferentes tareas que demanda desarrollar las ciencias del mar.

Dirección de Hidrografía y la NOAA de los Estados Unidos firman Acuerdo de Cooperación

Con el fin de estandarizar los procedimientos para el estudio de problemas comunes, así como promover los objetivos de la Organización Hidrográfica Internacional, el director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, Contralmirante Oleg Kriljenko Arnillas y el jefe de la Office of Coast Survey, del National Ocean Service, de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), de los Estados Unidos de Norteamérica, Capitán Steven R. Barnum, firmaron el 20 de Noviembre los términos de referencia de un acuerdo de cooperación mutua. Ambas organizaciones orientan esfuerzos hacia el logro de la eficiencia en operaciones hidrográficas y cartográficas, a través de intercambios de personal e información basada en experiencias, alcances y desafíos.

Situación actual y perspectivas del Fenómeno EL NIÑO

De acuerdo con el Comité Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), respecto a las condiciones océano-atmosféricas, biológico-pesqueras e hidrológicas, actualmente se está produciendo un episodio de El Niño en la cuenca del Pacífico tropical. Las condiciones climáticas que prevalecen desde que se realizaron las últimas evaluaciones, muestran tendencias a intensificarse y se prevé que la onda Kelvin arribe a la costa ecuatorial sudamericana entre fines de diciembre a la primera quincena de enero y se espera un incremento de la temperatura superficial del mar y la temperatura del aire, principalmente en la costa norte del Perú. Se prevé que el presente episodio El Niño dure por lo menos hasta el primer trimestre del 2007.

Asimismo, dentro de las perspectivas del ENFEN, continúa la fuerte similitud con el evento 1986-1987, sobre todo en el campo de anomalías de la temperatura superficial del mar del Pacífico ecuatorial central y con la temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial oriental. Los eventos de 1969 y 1992 continúan apareciendo dentro de una posible gama de evolución futura.



Sabía Ud que?...



- *... La Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú cuenta con un total de 54 faros a lo largo del litoral peruano, 5 en el lago Titicaca y 7 en los diferentes ríos de la Amazonía; y que el faro "La Marina" en Miraflores, fue inicialmente instalado en Punta Coles, en las costas de Ilo…*

- *…El faro más alto del mundo tiene 106 metros de altura, y está ubicado en Yokohama, Japón. Los barcos lo pueden avistar a 32 kilómetros de distancia...*

- *… Para que se produzca un Tsunami se deben presentar tres condiciones: Primero, que el epicentro del sismo se encuentre en el océano; segundo, que éste no exceda los 60 kilómetros de profundidad y tercero, que la magnitud del mismo sea de 7º en la escala de Richter o más. Sin embargo, aún de presentarse estas tres condiciones, la ocurrencia de Tsunami no es 100% segura. Uno de los indicios más certeros de su ocurrencia es el retiro del mar, luego de presentarse un sismo…*

- *… La marea alta se repite cada 12 horas con 25 minutos, en cualquier punto del planeta. Ese tiempo es la mitad del que emplea la Luna para regresar a su posición inicial (en dar una vuelta a la Tierra). Esto se debe a que la Luna ejerce una fuerza de atracción sobre el agua de los océanos que están en el lado donde dicho satélite está ubicado, alejando el agua de la Tierra; pero también ejerce una fuerza sobre la Tierra, alejándola del agua del lado opuesto. El Sol también produce mareas, pero son aproximadamente un tercio más pequeñas que las producidas por la Luna…*

- *… El río Amazonas cuenta con alrededor de 500 afluentes y tiene un transporte de caudal sólido que varía de acuerdo a la estación, entre 150,000 a 5'000,000 TN/DIA. Su caudal líquido medio es 219,000m²/s y llega a ser el responsable de una quinta parte de toda el agua vertida a los océanos. Asimismo y aunque no hay un claro consenso sobre cuál es el más largo, el Nilo o el Amazonas, recientes estudios afirman que es éste último quien debe llevarse el título de ser el río más largo…*

- *…El tiempo de supervivencia de un hombre adulto, de contextura regular, completamente vestido y con chaleco salvavidas, en el agua fría (5º grados centígrados), es de una hora. Un hombre en movimiento (nadando), sumergido en agua fría, aumenta la proporción de perdida de calor en 40 %, debido a que el flujo de calor interior se dirige a los músculos, donde más rápidamente se disipa…*

- *…El océano tiene una profundidad media de 3,730 metros. El Pacífico es el océano de mayor profundidad, con una media de 3,940 metros. El punto conocido de mayor profundidad está en la fosa de Las Marianas, cerca de la isla de Guam. La fosa está a 11,033 metros bajo el nivel del mar. El Atlántico es el océano más bajo, con cerca de 3,700 metros de profundidad promedio; su extremo conocido de mayor profundidad, se ubica en la fosa de Puerto Rico, a 8,648 metros de la superficie del mar. El océano Indico hace un promedio de 3,840 metros de profundidad y su punto conocido más profundo es de 7,125 metros debajo del nivel del mar en la fosa de Java…*

- *…El Triángulo de las Bermudas, también es conocido como el Triángulo del Diablo o como el Limbo de los Perdidos. Área geográfica de 3'900,000 kilómetros cuadrados, entre las islas Bermudas, Puerto Rico y Melbourne (Florida), está situado de 55°W a 85°W y de 30°N a 40°N. El misterio que se cierne sobre él se remonta a mediados del siglo XIX y desde entonces, un total de más de cincuenta barcos y veinte aviones han desaparecido en el triángulo sin dejar rastros. Los análisis menos fantasiosos apuntan a que las fuertes corrientes y la profundidad de las aguas, podrían explicar la ausencia de restos, subrayando que varias de las desapariciones atribuidas al Triángulo de las Bermudas, en realidad, ocurrieron a 600 kilómetros de distancia. Además, naves civiles y militares atraviesan la región todos los días sin contratiempos. En cuanto se perfeccionen las técnicas de inmersión en aguas profundas es probable que se recuperen la mayoría de los barcos perdidos, aunque también es probable que el misterio del Triángulo de las Bermudas permanezca durante mucho tiempo aún en la imaginación…*

- *…El Mar Muerto como es conocido, no es un mar estrictamente hablando, es el lago más bajo del mundo. El agua llega desde el río Jordán y otros riachuelos. Por tanto, sólo pierde agua por evaporación y cuando el agua se evapora por la acción del sol, deja atrás sales y minerales, dando lugar a la formación de un lago con un contenido de sal del 28%, ¡Ocho veces más salado que la misma agua de mar!. A consecuencia de su tan elevada cantidad de sal, hay gran ausencia de plantas y peces. De ahí es donde surge su gran título de Mar Muerto, ya que no contiene vida alguna…*

- *… El lugar más frío de la tierra, se encuentra en Vostok, en la Antártica, donde la temperatura puede llegar a -88° bajo cero, el lugar más caliente es Al Aziziyah, Libia, con temperaturas que alcanzan los 58° centígrados; el lugar más seco de la tierra es el desierto de Atacama, en Chile, donde pueden pasar años sin que llueva una sola vez, mientras que el lugar más lluvioso es Cherrapunji, en la India donde todos los días llueve…*

- *…La Isla de Pascua navega hacia América a una velocidad de 9 centímetros por año...*

