

# INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

1964 - 2014



*50 años de Mar y Ciencia*

# INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

1964 - 2014



*50 años de Mar y Ciencia*



## 50 AÑOS DE MAR Y CIENCIA

© Instituto del Mar del Perú (IMARPE).  
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n, casilla postal 22, Callao, Perú  
Teléfono (511) 208-8650, fax (511) 429-9811  
C. electrónico [imarpe@imarpe.gob.pe](mailto:imarpe@imarpe.gob.pe)  
[www.imarpe.gob.pe](http://www.imarpe.gob.pe)

Coordinación de la edición: Jorge Ortiz Sotelo  
Diseño y diagramación: Sara Tejada Montoya  
Diseño de carátula: IMARPE  
Corrección: Lorena Toledo Valdez  
Fotografía: IMARPE, excepto donde se indique lo contrario.

ISBN: 978-612-46834-0-4  
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-16268.  
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial del contenido de este libro, en cualquier forma, sin autorización del editor.

Primera edición  
Tiraje: 1000 ejemplares  
Lima, diciembre 2014

Impresión a cargo de PUNTO & GRAFÍA S.A.C.  
Av. Del Río 113, Pueblo Libre, Lima, Perú  
Telef. Central (511) 332-2328  
[www.puntoygrafia.com.pe](http://www.puntoygrafia.com.pe)

# CONTENIDO

Presentación .....	9
Prólogo .....	12
Antecedentes .....	14
La creación .....	26
El mar peruano y su dinámica .....	34
Recursos pelágicos .....	60
Recursos demersales y litorales .....	70
Acuicultura .....	92
Hidroacústica, sensoramiento remoto y artes de pesca .....	102
La Antártida .....	118
Cooperación técnica .....	128
Publicaciones y biblioteca .....	140
Naves .....	147
Instalaciones .....	156
Hacia el triángulo interior .....	164
Mar y ciencia .....	170
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño .....	182
El futuro .....	190
Vida institucional .....	200
Presidentes .....	202
Directores .....	203
Científicos destacados .....	204
El capital humano .....	209
Himno .....	215

# PRESENTACIÓN

---



Piero Ghezzi Solís,  
Ministro de la Producción

Nuestro país tiene el privilegio de poseer uno de los mares más ricos del mundo. A lo largo de nuestra historia, este ha contribuido con proveer a los peruanos de recursos esenciales para su subsistencia

Esa rica historia proyectada hacia el futuro es la que plasma esta valiosa obra *50 años de mar y ciencia*, que registra los momentos más relevantes de la presencia del Instituto del Mar del Perú (Imarpe) en la escena nacional, la cual marca un antes y un después en el conocimiento y aprovechamiento de nuestro preciado mar y de los recursos que en él habitan.

La explotación de nuestros recursos del mar pasó por diversas etapas. Inicialmente fue desordenada con un impacto muy negativo sobre el delicado ecosistema marino. Esto se vivió, por ejemplo, en la llamada “era del guano”. También hace algunas décadas con la sobreexplotación de la anchoveta.

A principios del siglo XX, se creó la Compañía Administradora del Guano (hoy Proabonos), para evitar que estas situaciones se repitan. Igualmente, hace medio siglo se creó el Imarpe. Ambas instituciones, con orientaciones propias y cambios importantes en el tiempo, han permitido que los recursos marinos sean explotados de manera más racional.

Esta obra nos interna en la fascinante dinámica del mar peruano mostrándonos su gran riqueza y variabilidad. Nos da luces sobre las investigaciones que realiza el Imarpe en nuestro mar y detalla los efectos de la variabilidad ambiental. También, el conocimiento del impacto de fenómenos como El Niño, La Niña y otros de menor escala.

Asimismo, hace referencia a las prospecciones cualitativas denominadas “Operaciones Eureka”, tan vigentes en estos tiempos, y se rememoran las evaluaciones de los recursos pesqueros, iniciadas en la década de 1960.

Durante los últimos años hemos asistido a la modernización y consolidación institucional del Imarpe. Durante su amplia existencia dependió de diversos ministerios, cada uno de los cuales apoyó su labor en grado variado. Desde 2002, es un organismo técnico especializado del Ministerio de la Producción, subsector Pesquería.

Su desarrollo reciente ha ido de la mano con una mayor intensificación en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Gracias a estas herramientas y al avance tecnológico satelital, el Imarpe logra obtener valiosa información de parámetros físicos y biológicos, además de ampliar sus conocimientos sobre la temperatura superficial de mar, las corrientes, vientos, concentración fito planctónica y salinidad.

Tampoco podía faltar la importante información de investigación que se realiza en la Antártida, dirigida a desarrollar y mejorar los conocimientos de las condiciones físicas, químicas y biológicas del Océano Antártico.

En la relación entre mar y ciencia juegan un rol crucial las embarcaciones como el BIC *Humboldt* y el BIC *José Olaya Balandra*. Ahora se suma el renovado BIC *Luis Flores Portugal* (“Don Lucho”), presentado en Chimbote. Estos buques, a cargo de un equipo experimentado de científicos y profesionales de la institución, cumplen con la misión

de incrementar el valioso conocimiento sobre el océano y sus recursos vivos.

El Ministerio de la Producción ha puesto particular interés en apoyar la labor del Imarpe. Esta decisión refleja la política del gobierno de fomento a la investigación científica en el país y la necesidad de lograr una adecuada explotación de nuestros recursos, renovables y no renovables. Este respaldo ha revestido diversas formas. Una de ellas es la asignación de mayores recursos para mejorar sus capacidades, tanto a nivel de infraestructura como talento humano.

Y es que como todos sabemos, los estudios e investigaciones que realiza el Imarpe, sirven de base y fundamentan las principales decisiones que adopta el Ministerio de la Producción. Políticas públicas que se construyen sin escuchar al órgano científico ya son parte del pasado. Por ello, es muy importante continuar fortaleciéndolo.

Actualmente, su gran labor técnica y científica es un ejemplo de lo que una institución puede hacer para mejorar el conocimiento y la adecuada explotación de nuestros recursos marinos. Hoy, sin duda, el Imarpe posee un alto grado de credibilidad y respeto a nivel científico en el Perú y en el exterior.

El Ministerio de la Producción se aúna a los festejos con ocasión de las Bodas de Oro institucionales y hace presente su saludo y reconocimiento a todos los que, de una u otra forma, participaron y contribuyeron en la creación y funcionamiento de esta importante institución.

Felices Bodas de Oro Imarpe.

## PRÓLOGO

---

La milenaria relación entre el hombre y el mar en el espacio peruano ha sido evidenciada por testimonios arqueológicos hallados en Caral, Bandurria y Áspero, que se remontan a más de 5000 años; y en Quebrada de los Burros, en Tacna, con restos datados hace 8000 años. Ello confirma que “el Perú es la cuna de la segunda de las seis civilizaciones que ha dado la humanidad en la antigüedad, y la única que debe su propiedad generatriz al mar”. En esta relación, el IMARPE ha ocupado un espacio temporal muy reducido, pero la importancia que ha tenido sobre el manejo de los recursos marinos es sustantiva.



*Contralmirante Germán Vásquez-Solís  
Presidente del IMARPE*

Con ocasión del cincuenta aniversario de su establecimiento, se consideró oportuno hacer un esfuerzo por esbozar su historia institucional, pues en ella encontraremos no solo valiosa información, sino que además, al ver el esfuerzo desplegado por quienes nos precedieron en la labor de investigar científicamente el mar peruano, hallaremos una fuente de inspiración que nos permitirá continuar con su trabajo, proponiendo también medidas de manejo que contribuyan a la explotación sostenible de sus recursos.

El desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación son un interés permanente del actual

gobierno, lo que se ha evidenciado con un incremento sustantivo en las asignaciones presupuestales a las instituciones de investigación científica. Esto no solo ha permitido que el IMARPE pueda realizar más y mejores investigaciones, sino que también mejore su equipamiento científico para apoyar dicha labor. Algo de ello veremos en las páginas siguientes.

Para la redacción de este libro comprometimos a varios de nuestros científicos, y contamos también con el apoyo del reconocido historiador marítimo Jorge Ortiz Sotelo, quien aportó algunos capítulos y también coordinó la edición. El resultado de esa labor es el magnífico volumen que hoy ponemos a disposición de los lectores.

Los primeros capítulos referidos a los antecedentes y la génesis del IMARPE, seguidos por otros donde se explica, de manera sencilla, la labor que cada dirección general lleva a cabo. Tras ello se reseñan otros esfuerzos y componentes del Instituto, en ámbitos como la Antártida, la cooperación técnica, publicaciones, biblioteca, naves, instalaciones y la participación institucional en el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. Cierra esta sección, un ensayo sobre el futuro del IMARPE, planteando los retos que deberá enfrentar en las próximas décadas. Viene luego una sección dedicada a la vida institucional, con listados de presidentes y directores, así como un homenaje a los científicos más destacados que han laborado con nosotros. La sección concluye con la lista de los actuales colaboradores del IMARPE, pues siendo ellos su capital más valioso, se consideró indispensable que aparecieran en este trabajo.

Por todo ello, nos sentimos muy satisfechos de haber culminado de manera satisfactoria este trabajo, demostrando una vez más que cuando el IMARPE se propone algo, lo cumple.

Diciembre del 2014

# Antecedentes

Jorge Ortiz

Tanto la pesca como el empleo del guano han sido actividades llevadas a cabo desde tiempos ancestrales a lo largo del área andina. Las culturas costeras desarrollaron embarcaciones para poder acceder a esos recursos y eventualmente expandir su área de influencia, usando para ello los vientos y corrientes prevalecientes. Estos conocimientos fueron ampliados durante la colonia, cuando el Callao se convirtió en el principal puerto de la costa oeste americana, conllevando el desarrollo de la navegación, tanto costera como de altura, y también de la cartografía.

Bajo el impulso de la Ilustración se formaron colecciones etnográficas y de historia natural. En el caso peruano, han llegado a nuestros tiempos al menos tres colecciones de láminas en las que se aprecian diversos tipos de animales acuáticos. Fueron elaboradas entre 1780 y 1799 por encargo del obispo de Trujillo Baltazar Jaime Martínez de Compañón y de José Ignacio de Lecuanda, así como por los dibujantes y naturalistas de la expedición del brigadier Alejandro Malaspina.

La monumental colección de láminas de Martínez de Compañón fue fruto de sus visitas pastorales a la diócesis de Trujillo, y está organizada en nueve volúmenes, uno de los cuales está dedicado a los



*Caral evidencia la temprana relación del hombre peruano con el mar.*

“pezes de todas especies, anfibios y testáceos”. Las láminas representan cetáceos (12), peces escamosos (65), peces no escamosos (53), cartilaginosos (9) y testáceos (36), e incluyen 3 tipos de red, una de ellas destinada a corales.

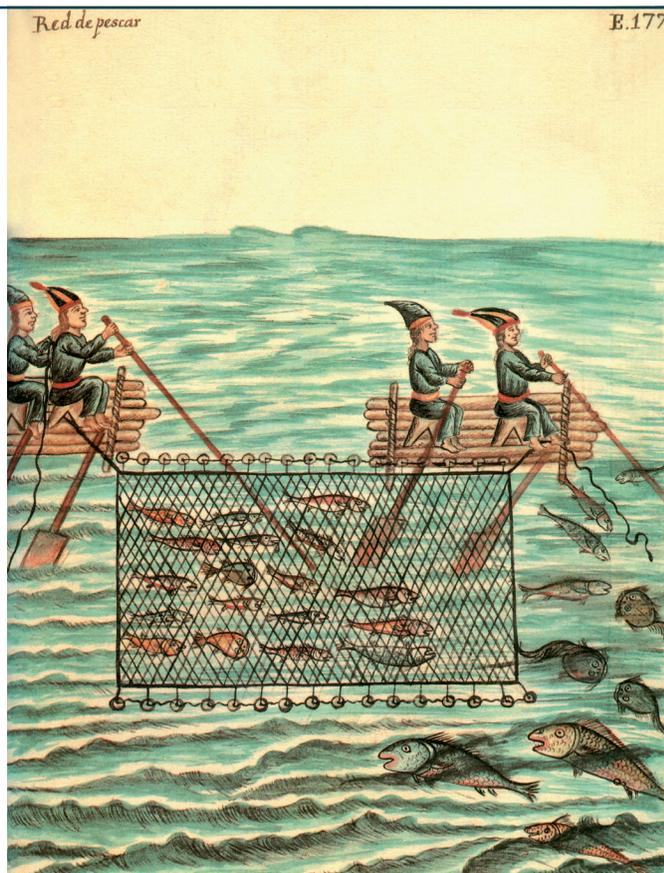
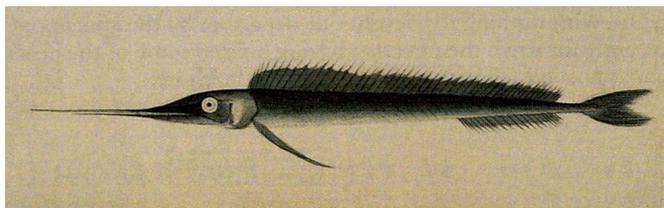
En 1799 Lequanda logró componer un Cuadro del Perú, que cuenta con una 300 representaciones de indígenas, animales y plantas de todo el virreinato. En ese conjunto se encuentran 25 peces, 19 de mar y 6 de río, además de un manatí, una foca, una nutria y un pingüino.

La gran expedición científica española dirigida por el brigadier Alejandro Malaspina permaneció en el Callao durante varios meses en 1790 y en 1793. El virrey Francisco Gil de Taboada apoyó sus labores y dispuso que los “naturales de los pueblos de la costa”, del Cercado, Chancay, Cañete e Ica, entreguen a la expedición peces y mariscos sin quitarles órgano alguno para que puedan estudiarlos. Algunos de los dibujos que se han conservado corresponden a animales marinos peruanos, aunque es muy escasa la información que los acompaña.

Algún tiempo después, en agosto de 1802, llegó al país el joven científico alemán Alexander von Humboldt. En su recorrido de Trujillo a Lima recogió muestras de fauna marina e hizo observaciones sobre las mareas y el oleaje, pero su aporte más significativo estuvo en la teoría que esbozó sobre el sistema de corrientes marinas y su influencia en el clima peruano. Fue el primero en tratar de explicar las bajas temperaturas que encontró en Trujillo, en el Callao y durante su travesía desde este puerto a Guayaquil a bordo de la corbeta *Castor*.

Los datos que reunió fueron complementados por los trabajos del capitán de navío Luis Isidore Duperry, en la *Coquille* (1822-1823), el te-

Pez espada, por José Cardero, Expedición Malaspina.



Pescadores de Trujillo (Martínez de Compañón).

niente de navío danés Dirckinck von Homfeldt, en la *l'Aigrette* (1824-25), y el doctor Franz J. F. Meyen en la *Prinzess Louise* (1831), pudiendo elaborar una teoría más compleja. En síntesis, su contribución al conocimiento del Sistema de Corrientes del Perú comprende tres puntos: a) el uso de isotermas, b) demostró que la temperatura del agua marina era inferior a la del aire, y c) determinó el afloramiento costero.

Durante las décadas siguientes varias expediciones científicas recorrieron el Pacífico sudamericano, destacando entre ellas las británicas del *Beagle* (1835) y el *Challenger* (1875), las norteamericanas de Charles Wilkes (1839) y del vapor *Hassler* (1872), la de la fragata austriaca *Novara* (1859) y las francesas de *La Bonité* y *Venus* (1836).

Los esfuerzos nacionales por conocer mejor nuestro mar, más allá de las corrientes y vientos superficiales necesarios para navegar, se centraron en el guano y en las aves guaneras. Pero no faltaron algunos intentos por explotar otros recursos marinos, como el llevado a cabo por el francés Louis Raoul Martinot, quien en la década de 1870 estableció un criadero de ostras en La Punta, formado por estanques de agua salada, de unos 300 metros de largo y un ancho irregular que llegaba hasta los 45 metros, separados del mar por muros de canto rodado. El agua se renovaba constantemente y en los estanques colocaba con regularidad unos 50 o 60 sacos de ostras traídas de Guayaquil, Tumbes y Paíta, con las que abastecía la demanda de Lima y algunos lugares cercanos. La Guerra del Pacífico arruinó el negocio y destruyó las pozas. Más que un criadero fue un simple depósito, pues si bien es dudoso que las ostras se reprodujeran en esas condiciones, si era posible que aumentaran de tamaño.

Entre 1850 y 1890 Antonio Raimondi hizo diversas observaciones marítimas y analizó la composición química del mar en seis puntos del li-



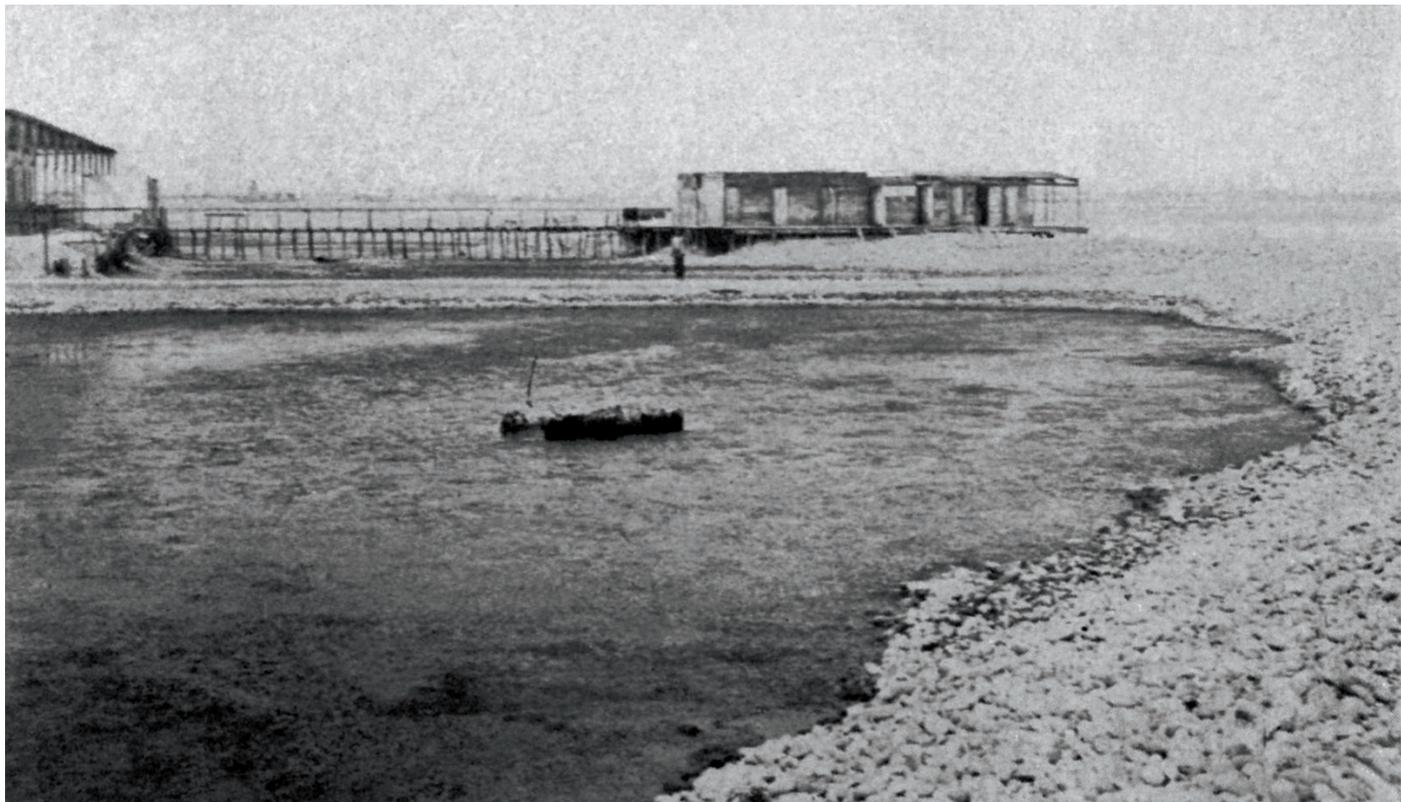
Alexander von Humboldt.



Dibujo de la expedición Hassler, Callao 26/5/1872.

toral. Estas observaciones fueron sistematizadas luego de su muerte por el doctor Luis Carranza y el capitán de navío Camilo Carrillo, activos impulsores de la Sociedad Geográfica de Lima. Establecida en 1888, dicha institución comenzó a funcionar tres años después, contando entre sus comisiones técnicas una dedicada a la hidrografía oceánica, a la que se le asignó la tarea de estudiar todos los aspectos referidos al ecosistema marítimo. Su labor se vio alentada por el fuerte fenómeno El Niño que tuvo lugar ese mismo año, motivando que en mayo de 1892 su presidente, el ya mencionado Camilo Carrillo, planteara la necesidad de estudiar científicamente la corriente peruana para comprender los fenómenos oceánicos que afectan tanto el clima como la pesca.

Varios trabajos sobre las corrientes peruanas, El Niño, la Corriente Antártica y la geología costera



Restos de los criaderos de ostras, La Punta, 1906 (Coker).

aparecieron en la primera década de existencia de la Sociedad Geográfica bajo las firmas del propio Carrillo, Luis Carranza, Federico Alfonso Pezet, José Balta y Ricardo Rey Basadre. Todo ello contribuyó a que en junio de 1903 se creara la Comisión Hidrográfica, bajo la presidencia del contralmirante Melitón Carvajal. Si bien su mandato se refería esencialmente a temas cartográficos, fue el punto de partida para los estudios sistemáticos de nuestro mar por parte de la Armada, labor que hoy lleva a cabo la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

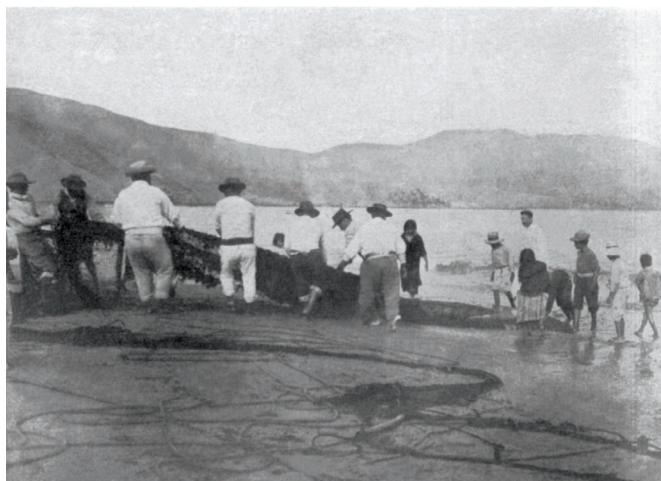
Por la misma época, hacia noviembre de 1904, llegó al Callao el *Albatross*, buque norteamericano de investigación oceanográfica, en una expedición dirigida por el notable zoólogo Alexander Agassiz.

Para entonces ya llevaba algunos años de funcionamiento el Ministerio de Fomento, creado en 1895, que entre otras cosas debía velar por el desarrollo de la industria nacional. Dos actividades industriales estaban vinculadas a los recursos marítimos, la agricultura, asociada al abastecimiento de guano por parte de la Peruvian Corporation y de diversos proveedores informales; y la pesca, cuya importancia económica era ínfima.

Para que estudiara nuestro ecosistema marino, reuniera una colección científica y elaborara un informe proponiendo medidas adecuadas para el desarrollo de la ostricultura y de la pesquería, en octubre de 1906 el Ministerio de Fomento contrató al biólogo norteamericano Robert E. Coker, de la Comisión de Pesca norteamericana. Para cumplir su comisión, durante 1907 Coker recorrió buena parte de la costa y también viajó al lago Titicaca, pudiendo elaborar un minucioso informe y reunir una importante colección de recursos marinos con más de 500 ejemplares. La publicación de varios informes suyos en revistas



Capitán de navío Camilo Carrillo, presidente de la Comisión Hidrográfica de la Sociedad Geográfica de Lima.



Imágenes del informe de Coker, 1908, de arriba abajo:  
Recojo de chinchorro en Ancón. Recibiendo bonitos,  
Callao. Secando peces en islas Lobos.

científicas internacionales despertó el interés de otros científicos extranjeros y en las siguientes décadas se organizaron varias expediciones destinadas a conocer las especies marinas, fluviales y lacustres peruanas, muchas de las cuales resultaban nuevas para la ciencia.

Una de las recomendaciones de Coker fue establecer una oficina de pesquerías, a cuyo cargo estaría tanto la investigación del ecosistema marítimo como el control de las actividades económicas vinculadas al mismo. Lamentablemente, esta propuesta debió esperar varios años antes que se pusiera en práctica.

Lo que entonces se consideró más importante fue racionalizar la explotación del guano, para lo cual en 1909 se creó la Compañía Administradora del Guano.

A fines de ese año se produjo un evento frío La Niña, causando gran mortandad en las aves guaneras. Esto llevó a que tanto la recién establecida compañía encomendara al joven ingeniero agrónomo José Antonio Lavalle y García buscar una explicación a lo que estaba sucediendo. Los estudios de Lavalle, que propuso la creación y luego estuvo a cargo de la Sección Técnica de la Compañía, destacaron la complejidad del ecosistema marino, que vincula a las aves con los lobos y peces, todos los cuales son afectados por los cambios de temperatura del mar.

Había pues necesidad de estudiar el ecosistema en conjunto para poder beneficiarse de parte de él, y tanto la Compañía Administradora del Guano como la Peruvian Corporation lo comprendieron de esa manera, y en los años siguientes especialistas en diversos aspectos de ese ecosistema fueron contratados o apoyados en sus investigaciones por estas empresas. Entre ellos destacaron los ornitólogos H. O. Forbes y Robert Cushman



Murphy, y el oceanógrafo Erwin Schweigger, así como las expediciones oceanográficas del *Carnegie* (1929), el *William Scoresby* (1931) y el *Velero III* (1934-1935 y 1938).

Los aportes de estos especialistas fueron apareciendo con regularidad en el *Boletín de la Compañía Administradora del Guano*, que comenzó a circular en 1925, y despertaron el interés de otros miembros de la pequeña comunidad científica peruana. Entre ellos se encontraban los ingenieros Fernando Fuchs Carrera y Emmanuel Pozzi Escot, que desde diversos foros plantearon la necesidad de llevar a cabo estudios científicos del mar. Este último fue más específico, señalando en 1938 la necesidad de crear:

*un laboratorio de Oceanografía Peruana. Ciencia nueva entre nosotros llamada a estudiar tan importante parte del territorio nacional, nuestro océano, que nos puede colmar de riquezas. Muchas veces es un organismo científico modesto el que abre los horizontes a enormes industrias futuras.*

Al margen de sus aportes científicos, el oceanógrafo alemán Erwin Schweigger, nacionalizado peruano, tuvo un papel crucial en el establecimiento de la industria de harina de pescado en el país, aunque fue precedido por S. Nakashima. En abril de 1923 este técnico japonés fue autorizado a realizar estudios para:

*desarrollar la pesca en las zonas de actual explotación, para el descubrimiento de nuevas zonas abundantes en peces y conchas de perla, y para el establecimiento de las industrias de manufactura de salazón, conservas, aceites marítimos, etc.*

Nakashima instaló y operó una planta piloto para producir pescado en conserva, y como parte de ese proceso produjo también harina y aceite de pescado. En su informe, *Fábrica de fertilizantes y aceites marinos*, sugirió emplear “peces inferiores

para los que no se encuentra mercado, como por ejemplo, anchoveta, machete u otras clases”. Al parecer, también efectuó pruebas de pesca con red de arrastre, encontrándolas inadecuadas.

El aporte de Schweigger al surgimiento de la industria pesquera peruana se basó en un cálculo relativamente simple. Para producir una tonelada de guano se requerían 32 toneladas de anchoveta, mientras que solo se necesitaban 5 para una tonelada de harina de pescado, pudiendo ser igualmente utilizada como abono. Su propuesta encontró acogida y en 1940 se envió a Estados Unidos al ingeniero Luis Gamarra Dulanto, jefe de la Sección Técnica de la Compañía del Guano, para que realice “estudios para el establecimiento de la industria de fabricación de abono de pescado y extracción de aceite en el Perú”.

En su Mensaje a la Nación, el 28 de julio de aquel año el presidente Manuel Prado precisó que dicho esfuerzo se haría “mediante el aprovechamiento de la anchoveta, en condiciones tales que no resulte perjudicial a la alimentación de las aves guaneras”, y que el producto contaría con un amplio mercado “debido a su alto contenido de nitrógeno y fósforo, que lo hacen similar en su composición química al guano”, pudiendo además obtenerse aceite de pescado, “de gran valor alimenticio por su contenido vitamínico”.

El viaje de Gamarra se llevó a cabo en momentos en que la Segunda Guerra Mundial había disturbado seriamente las rutas usuales de comercio, interrumpiendo las cadenas de suministro alimenticio y generando crecientes necesidades proteicas en diversas partes del planeta. Este debió ser uno de los factores que llevaron al gobierno norteamericano a interesarse en apoyar la iniciativa peruana por mejorar su actividad pesquera y producir harina de pescado, siendo así que se obtuvo la cooperación de la Oficina de Pesque-



*Ingeniero Luis Gamarra Dulanto, jefe de la Sección Técnica de la Compañía Administradora del Guano.*



Erwin Schweigiger.

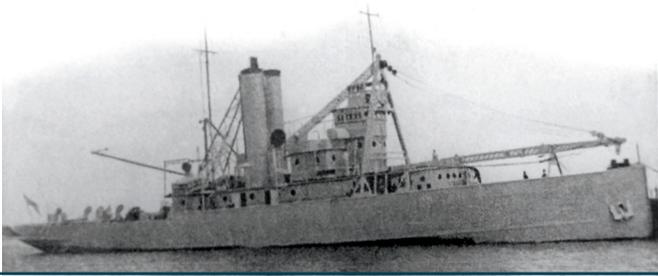
ría del Departamento del Interior para “formular un programa para la organización, explotación y administración de la pesquería peruana”. Una comisión técnica, presidida por el economista Reginald H. Fiedler, e integrada por el ingeniero pesquero Milton J. Lobell y el tecnólogo Norman D. Jarvis, fue contratada por el gobierno peruano, arribando a nuestro país a principios de 1941 en el *Pacific Queen*, barco especialmente construido para explorar las pesquerías.

La misión trabajó entre enero y setiembre de aquel año, y sus recomendaciones ratificaron la convicción del gobierno peruano de la conveniencia de desarrollar la industria de fertilizantes, creando un organismo que se dedicara a la pesca de anchoveta, en forma razonable para no afectar a las aves guaneras, a transformarla en harina y a comercializarla.

En base a ello, a mediados de 1941 se estableció el Departamento de Pesquería en la Compañía del Guano, y se adquirió el *Pacific Queen*. Asimismo, se compraron en Estados Unidos aparejos de pesca para bonito y para anchoveta, así como una planta con capacidad para producir 50.000 toneladas anuales de harina de pescado.

Mientras llegaba y se instalaba la planta harinera en Chucuito, el *Pacific Queen* fue destinado a la pesca de bonito, que se vendía localmente. Pero era obvio que una sola embarcación era insuficiente para establecer una industria anchovetera, por lo que el capitán de corbeta Rafael Torrico fue enviado a Estados Unidos por la Compañía del Guano para adquirir otras naves.

La instalación de la planta anchovetera se fue dilatando por diversos motivos y finalmente, en 1955, fue vendida a Marcos Ghio, sin haber llegado a producir harina.



Schweigger realizó sus primeros viajes de observación en la barca *Thellus* y a partir de 1939 en el B.A.P. *Guardián Ríos*.

De todos los que contribuyeron al estudio científico del mar antes de la creación de IMARPE quizá el más notable sea Schweigger. Su labor abarcó varios aspectos, fuera del tema de la harina de pescado que acabamos de referir. En 1940, luego de dos años de trabajos a lo largo de la costa, en los que llevó a cabo 50 viajes y totalizó 143 días de campo, presentó un informe señalando haber construido seis pequeños estanques para formar una “colección de la fauna marina del litoral del Perú y criar animales poco conocidos o larvas desconocidas”. Lamentablemente, dicho laboratorio marino tuvo corta vida.

En su mismo informe señala que en 1938 había efectuado algunos viajes de observación en la barca *Thellus* y que a mediados del siguiente año se le acercó el capitán de corbeta Rafael Torrico González, comandante del B.A.P. *Guardián Ríos*, para manifestarle “que la Marina de Guerra estaría lista a poner a la disposición de los estudios oceanográficos e ictiológicos” a su buque. Con aprobación de la Compañía, se instaló en el *Guardián Ríos* un guinche oceanográfico y el 20 de julio de 1939, luego de una prueba en la mar, inició el primer crucero oceanográfico peruano destinado a “estudiar la distribución de las temperaturas al suroeste del Callao”. En agosto y setiembre se llevaron a cabo nuevos cruceros, tanto hacia el oeste del Callao como hasta Talara, donde detectaron una corriente cálida proveniente del norte, indicando el inicio de un evento El Niño. El uso de la *Thellus* y del *Guardián Ríos*, así como de otras embarcaciones de la Compañía del Guano, llevaron a Schweigger a proponer que una nave se destine exclusivamente a los estudios oceanográficos, biológicos y pesqueros.

Para 1945 la pesca industrial ya había comenzado en el Perú. Además del *Pacific Queen*, otros tres barcos a motor eran empleados en la pesca del bonito y el atún de aleta amarilla, el *Alfa* y *Beta*

de Industrial Pesquera, y el *Jefe* de la Compañía Nacional de Pesca. Se registraba más de un centenar de lanchas a motor y 29 fábricas dedicadas a elaborar conservas con bonito y atún, empleando sus desperdicios para fabricar harina.

En 1946 la Sociedad Geográfica de Lima, que había mantenido activa su comisión oceanográfica, consideró conveniente organizar unas jornadas oceanográficas. El evento tuvo lugar del 9 al 18 de mayo, en el Museo de Historia Natural, la Facultad de Ciencias Económicas de San Marcos, la Escuela Naval y el Colegio de la Inmaculada, tomando parte en el mismo los principales investigadores locales. Recogiendo la idea planteada por José Antonio de Lavalle y Erwin Schweigger, el presidente de la comisión organizadora, Carlos Morales Macedo, señaló que la principal conclusión de dicho evento era la necesidad de contar con un instituto oceanográfico, y que

*interpretando una antigua aspiración de la Sociedad Geográfica de Lima, se ha elevado al Supremo Gobierno un memorial solicitando la creación de un Instituto de Oceanografía que en el Perú realice la labor de orientar, estimular y centralizar el estudio del mar desde sus diferentes puntos de vista de la fisiografía, la biología, y el aprovechamiento de sus recursos económicos.*

No hubo una respuesta inmediata a esta propuesta, y hubo que esperar hasta 1949 para que se creara la Dirección de Pesca y Caza en el Ministerio de Agricultura.

Al año siguiente, el Ministerio de Marina decidió enviar al capitán de corbeta José Félix Barandiarán Pagador a estudiar Oceanografía en el Instituto Scripps, de la Universidad de California, iniciándose así una larga vinculación entre dicha entidad científica y el Perú. Ya graduado, en 1951 Barandiarán participó en la expedición Northern Holi-



Inauguración de las Jornadas Oceanográficas organizadas por la Sociedad Geográfica de Lima, 9/5/1946.

day, que con el *Horizon* exploró el Pacífico Norte, desde Hawái al golfo de Alaska. No sabemos hasta qué punto influyó Barandiarán en la preparación de la siguiente expedición del Instituto Scripps, pero en 1952 el *Horizon* llevó a cabo la expedición Shellback, bajo la dirección de W. S. Wooster, con la que colaboró el B.A.P. *Bondy* al efectuar observaciones oceanográficas entre Talara y el Callao. Asimismo, el ornitólogo Enrique Ávila, de la Compañía del Guano, y el biólogo Felipe Ancieta, de la Dirección de Pesca y Caza, se embarcaron en el *Horizon* hasta el Callao, siendo reemplazados en este puerto por los biólogos Mario Barreda y Antonio Landa, de la Compañía del Guano.

El *Horizon* y el B.A.P. *Bondy* participaron en la expedición del Instituto Scripps de 1952.



Ese mismo año el laboratorio oceanográfico Bingham, de la Universidad de Yale, organizó la expedición Yasa destinada a “estudiar en forma científica las posibilidades de la pesca deportiva en aguas sudamericanas, así como los factores hidrobiológicos que la rigen”. Las cuatro naves que la formaban –el yate *Vagrant*, para alojamiento de los pescadores deportivos, el pesquero de arrastre *Marise*, con laboratorio y equipamiento oceanográfico, y los pequeños yates *Mañana* y *Suzanna*, empleados para la pesca–, llegaron a nuestras costas en marzo de 1953, embarcándose el capitán de corbeta Barandiarán en el *Marisé* como observador.

Estas actividades debieron motivar al entonces jefe de Estado Mayor de la Marina, contralmirante Guillermo Tirado Lamb, a proponer la creación de un organismo que coordinara el esfuerzo nacional por investigar científicamente el mar.

Ese, a mi entender, fue el punto de partida del actual Instituto del Mar del Perú.

# La creación

Jorge Ortiz



*Contralmirante Guillermo Tirado. En 1952 propuso la creación del Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas.*

La industria pesquera peruana se inició con la producción de conservas durante la II Guerra Mundial, pero la demanda decayó drásticamente al concluir dicho conflicto. Esto llevó a que en 1946 los empresarios pesqueros conformaran el Comité de Pesca de la Sociedad Nacional de Industrias, que en 1952 se convirtió en la Sociedad Nacional de Pesquería. El creciente interés por proteger nuestros recursos pesqueros llevó a que en agosto de 1947 el presidente José Luis Bustamante y Rivero proclamara la soberanía y jurisdicción peruana hasta 200 millas de sus costas y a que en agosto de 1952, junto con Ecuador y Chile, se creara la Comisión Permanente del Pacífico Sur para coordinar y fomentar nuestras políticas marítimas buscando la conservación y uso responsable de los recursos naturales y su ambiente en beneficio del desarrollo integral y sustentable de sus pueblos.

Fue en este contexto que tanto el Instituto Scripps de Oceanografía, como el programa de cooperación norteamericano Punto Cuatro y la Comisión Interamericana del Atún, manifestaron su interés por colaborar con el gobierno peruano en el manejo de sus recursos marinos, proponiendo el establecimiento de un organismo que coordinara dicho esfuerzo.

Sobre la base de esas propuestas, el 15 de setiembre de 1952 el contralmirante Guillermo Tirado Lamb, jefe del Estado Mayor General de Marina, propuso al ministro de Marina que la Compañía Administradora del Guano, la Dirección de Pesquería, la Marina de Guerra y la Sociedad Nacional de Pesquería, conformaran el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, entidad que tendría a su cargo tal tipo de labores y representaría al Perú en la Comisión Permanente del Pacífico Sur.

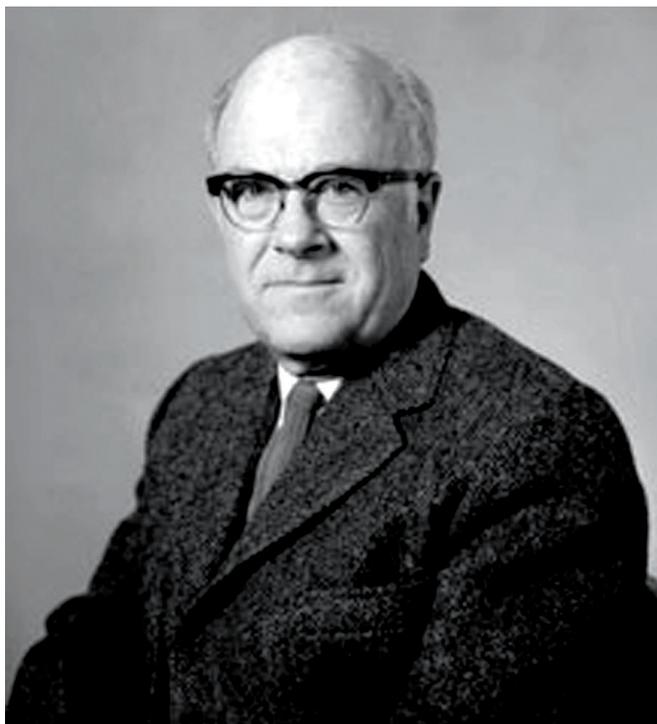
La propuesta fue aprobada y el 24 de noviembre de 1954 se creó el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, con la misión de “coordinar e intensificar los estudios hidrobiológicos con miras al mayor aprovechamiento y control de los recursos naturales”.

La presidencia del Consejo fue asumida por el contralmirante Luis Edgardo Llosa González Pavón, contando con un comité científico asesor formado por representantes del Departamento de Oceanografía de la Marina, del Departamento de Investigación Pesquera de la Dirección de Pesquería, del Departamento Técnico de la Compañía del Guano y del Punto Cuatro norteamericano. La Marina destinaría un cazasubmarino (*CS-4*) para trabajos de oceanografía física, mientras que la Compañía del Guano haría lo propio con un buque para operar cerca a costa. Los biólogos serían de la Dirección de Pesquería, la Sociedad Nacional de Pesquería aportaría recursos económicos, y tanto el Punto Cuatro como el Instituto Scripps brindarían equipos y asesoría técnica.

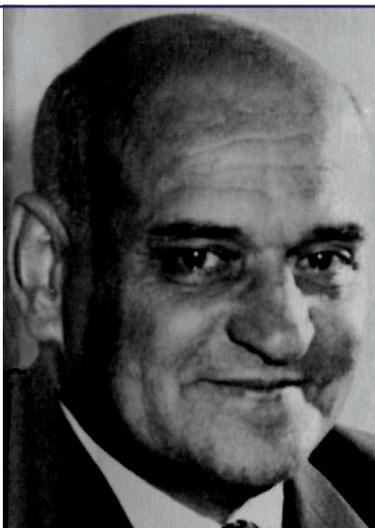
El Consejo obtuvo fondos adicionales en enero de 1956, provenientes de los permisos de pesca y matrículas a naves extranjeras. El manejo de estos recursos fue facilitado en enero de 1957, al otorgársele personería jurídica.



Laboratorio de Hidrobiología de la Dirección de Pesquería y Caza.



Warren S. Wooster (arriba), primer director de investigación del Consejo. Fue sucedido por Zacarías Popovici (derecha).



El directorio sesionó inicialmente en el local de la Sociedad Nacional de Pesquería y eventualmente se trasladó a la Dirección de Pesquería y Caza, en el piso 18 del entonces Ministerio de Educación.

A mediados de 1957 contrató a sus primeros científicos, el doctor Abdías Izaguirre de la Cruz y el oceanógrafo norteamericano Warren S. Wooster. El primero fue enviado a recolectar información estadística entre Coishco y Huarney, mientras que el segundo asumió la dirección de las investigaciones. El plan de trabajo propuesto por Wooster consideró programas de estadística pesquera, estudios biológicos y estudios sobre el ambiente. El primer crucero hidrobiológico fue el llevado a cabo de fines de febrero a mediados de marzo de 1958, a bordo del B.A.P. *Bondy*. Wooster y el recién incorporado biólogo pesquero rumano Zacarías Popovici tomaron parte en el mismo, realizando estudios entre el Callao y Talara.

En los años siguientes el *Bondy* siguió siendo usado para los cruceros de la Comisión, pero tenía limitaciones tanto para alojar a los científicos como para instalar laboratorios y equipos. Desde fines de 1957 la documentación refiere al *Explorador* como una nave que serviría de mejor manera a los propósitos de investigación, pero por diversos motivos solo estaría disponible en 1963.

En mayo de 1958 Wooster regresó al Instituto Scripps, quedando Popovici al frente de los programas de investigación y de un equipo inicial formado por los biólogos Isaac Vásquez, Raúl Hidalgo Reyes, Pedro Talledo Lavalle y Carlos Canales, en el Programa Estadístico; a los que se sumaban el químico Óscar Guillén Guillén y el ayudante de oceanógrafo Luis Torres Brousset. Además, se envió a Leon Kostritsky, de la Dirección de Pesquería y Caza, Óscar Guillén Guillén y Manuel Vegas Vélez a seguir cursos

de especialización en Chile, Estados Unidos y Alemania; se dio facilidades a los estudiantes de la Universidad de Arequipa para que se especialicen en problemas del mar; y se embarcó a Guillén, Hidalgo, Talledo y Abelardo Vildoso en la expedición del yate *Vema*, de la Universidad de Columbia.

Estos iniciales programas científicos dejaron en claro la necesidad de contar con laboratorios especializados y, ya desde 1958, se comenzó a barajar la idea de crear un instituto peruano de ciencias marinas que reuniera a los especialistas en el estudio de los problemas del mar, “poniendo en manifiesto su laboriosidad y su genio creativo”.

En abril de ese año se llevó a cabo un programa de investigación de ballenas, coordinado con Chile y Ecuador, en el marco de la Comisión Permanente para la Conservación y Explotación de los Recursos Marinos del Pacífico Sur. El programa fue apoyado por la FAO, entidad con la que se iniciaron negociaciones para iniciar un programa de cooperación que llevara al establecimiento de un instituto de investigaciones de recursos marinos. En agosto de 1959 una misión preparatoria del Fondo de Cooperación de Naciones Unidas vino al Perú para evaluar esta propuesta y elaboró un proyecto para el Servicio Asesor de Investigación y Fomento de las Riquezas del Mar, que fue aprobado en diciembre del mismo año. La FAO quedó como organismo ejecutor, y el Consejo como agencia coordinadora y representante peruana. El plan de operaciones fue suscrito en Lima el 21 de abril de 1960, debiendo ejecutarse en cuatro años, aunque se amplió en dos años más para que los expertos de FAO continuasen apoyando.



*El Explorador, primera nave de investigación pesquera.*

Dicho convenio dio origen al Instituto de Investigaciones de Recursos Marinos, predecesor del Instituto del Mar.

Presidente Manuel Prado firmando el libro de visitantes del IREMAR, 19/12/1960.



Local del IREMAR, en La Punta.

## El Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos, IREMAR

El flamante instituto comenzó a funcionar en julio de 1960, bajo la presidencia del vicealmirante Miguel Chávez Goytizolo y con los científicos que habían apoyado al Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas. Pero el proyecto propiamente dicho estuvo dirigido por el biólogo noruego Trygve Sparre, quien llegó al país en setiembre de 1960. Los programas que debía poner en marcha eran de Oceanografía, Biología, Biología de Ballenas, Economía Pesquera y Técnica Pesquera, para lo cual se logró reclutar a un importante grupo de científicos de muy variada procedencia, entre ellos el biólogo islandés Hermann Einarsson, el especialista en ballenas británico Robert Clarke y el economista pesquero Wilbert F. Doucet.

Entre otros puntos, el proyecto consideraba dotar al Instituto de un local apropiado, el mismo que debía estar listo en marzo de 1962. Inicialmente se consideró un edificio de unos 1400 metros cuadrados, que se levantaría en un lote de 4417 metros cuadrados en Chucuito. Por razones presupuestales la construcción del edificio se fue dilatando, por lo que los científicos y laboratorios debieron funcionar en locales alquilados en La Punta, ubicados en las calles Sáenz Peña 393 y Bolognesi 24. Eventualmente se requirió más espacio, y durante algún tiempo los laboratorios de química y de análisis tecnológicos funcionaron en el local de la Compañía Administradora del Guano, que em 1962 pasó a ser la Corporación Nacional de Fertilizantes. Tras varias modificaciones, en junio de este último año se contrató a la firma de ingenieros Arana-Orrego-Torres para diseñar un edificio de seis pisos con un acuario adyacente, y la obra se inició en 1964.

Además de la sede central, el Instituto llegó a contar con algunos laboratorios a lo largo de la

costa. En la planta ballenera de Tierra Colorada, Paita, funcionó desde 1959 uno destinado a la investigación de esos cetáceos, y en 1963 se instaló otro para estudios de biología y pesca. En Chimbote se contó con un laboratorio de biología pesquera y un centro de recolección de estadística pesquera, siendo probable que haya sido el mismo que venía funcionando al menos desde 1954 para la Compañía Administradora del Guano. En La Puntilla, Pisco, se instaló en 1960 otro laboratorio destinado al estudio de la ballena y cuatro años después se hizo lo propio con uno de biología marina en un edificio de la Corporación Nacional de Fertilizantes, en Pisco. Finalmente, con apoyo de algunas empresas pesqueras, en 1963 se instaló un laboratorio de biología marina en Ilo.

En cuanto al fomento de la pesca de consumo, en 1963 se eligió la caleta de San José para iniciar un proyecto piloto, que incluyó construir un pequeño terminal pesquero y una estación experimental, con financiamiento y mano de obra de los pescadores locales. Como parte de ese esfuerzo se les capacitó en el manipuleo del pescado a bordo y después de su desembarque.

El proyecto también consideró dotar al Instituto con un buque de investigaciones oceánico y una lancha para operaciones costeras, pero solo en 1963 se pudo disponer del B.A.P. *Unanue* y del *Explorador*, “ambos provistos con equipos para trabajos oceanográficos y de pesca experimental”. Hasta entonces los cruceros hidrobiológicos eran realizados en el B.A.P. *Bondy*, aunque la mayor parte de la data sobre anchoveta era recogida por embarcaciones comerciales.

El *Unanue*, un ex remolcador de la armada norteamericana, fue transferido al gobierno peruano y entregado al Instituto el 15 de marzo de 1962. Luego de diversas modificaciones para convertir-

El IREMAR estuvo dirigido por el biólogo noruego Trygve Sparre.



Equipo científico del IREMAR. En el recuadro Wilbert Doucet.

lo en buque oceanográfico salió a su primer cruce-ro el 20 de febrero de 1964. Tenía 760 toneladas y 3500 millas de autonomía. El *Explorador* también sufrió diversas adecuaciones y solo estuvo listo para prestar servicios como buque auxiliar de investigación pesquera en setiembre de 1963. Tenía 75 toneladas y 2000 millas de autonomía, pero no era muy buena plataforma por su pobre estabilidad.

Además del apoyo de varias entidades nacionales, el Instituto desarrolló un intenso programa de divulgación, particularmente en universidades, facilitando la práctica de estudiantes en sus laboratorios. Asimismo, se intensificó la cooperación con el Instituto Scripps, la Comisión Interamericana del Atún, la Universidad de Duke y varias otras instituciones del exterior. Catorce profesionales del Instituto fueron enviados a capacitarse en el extranjero, y también se organizó un número de cursos breves sobre pesca y uso de equipos de sonido y mejores métodos de pesca.

El IREMAR llegó a contar con 65 colaboradores, entre ellos 9 expertos de la FAO y 22 científicos peruanos. Sus labores incluyeron 15 cruceros oceanográficos y la participación de sus científicos en cruceros de instituciones de otros países.

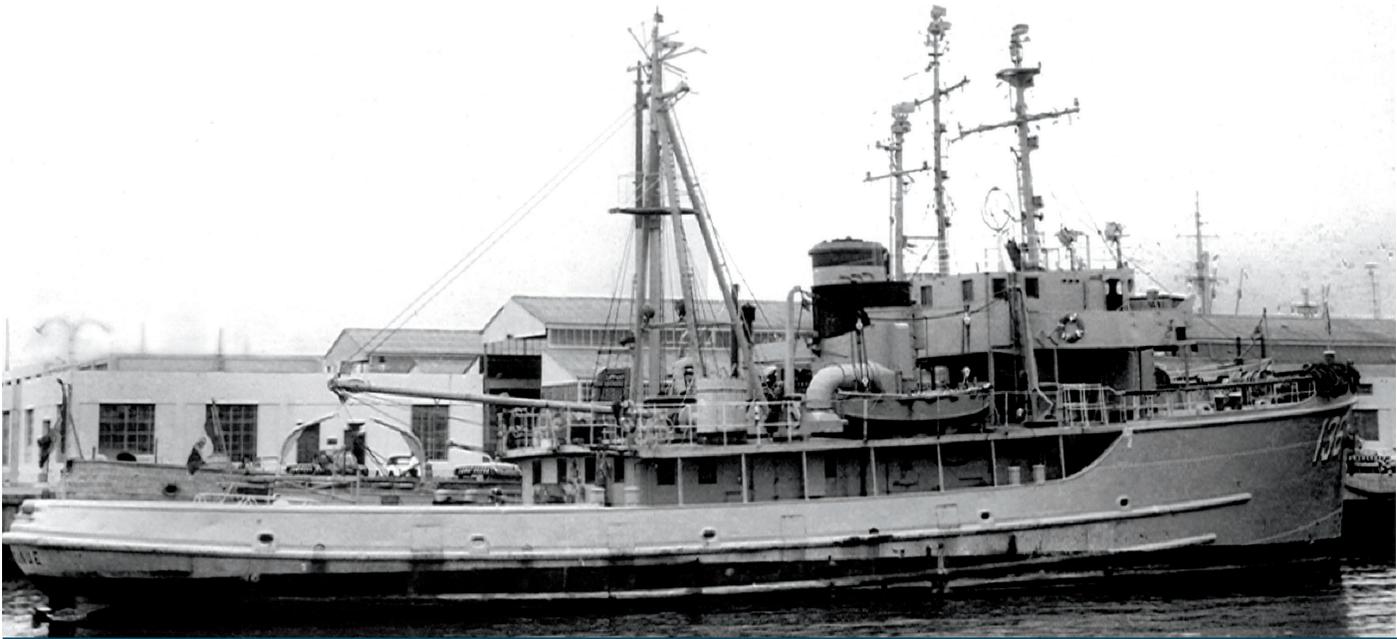
Su programa de difusión incluyó dos tipos de publicación: informes, con análisis de datos, y boletines, con trabajos de sus investigadores. Comprensiblemente, buena parte de esos trabajos se centraron en la anchoveta. Ello permitió un mejor conocimiento de ese recurso y esto, eventualmente, generó fricciones con algunos industriales pesqueros.

Para facilitar su labor, la biblioteca del Consejo fue transferida al Instituto, sentando las bases del actual centro de documentación del IMARPE.

*Pesando anchovetas en el laboratorio de biología.*



*Crucero en el Unanue.*



B.A.P. Unanue.

## La creación

Pese a los retrasos en lo referido al local y al buque oceanográfico, en 1963 el trabajo del IREMAR estaba bien encaminado. Había que dar el paso siguiente para que el proyecto se convirtiera en una institución plenamente peruana. Fue por ello que el 6 de setiembre de 1963 se emitió el decreto supremo n° 21 creando el Instituto del Mar del Perú, dándole como finalidad primaria el llevar a cabo el estudio permanente de los recursos marinos, así como de las Ciencias Físicas del Océano, la Hidroquímica, la Oceanografía Geológica y Meteorológica Marina. El IMARPE estaría bajo la supervisión del Ministerio de Marina, por intermedio del Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, organismo que debía continuar jugando un papel central en la gestión presupuestal de la flamante institución así como en las contrataciones de científicos y expertos extranjeros.

El IMARPE comenzó a funcionar al término del Plan de Operaciones convenido con la FAO y el Fondo Especial de Naciones Unidas, lo que tuvo lugar el 1° de julio de 1964.

# El mar peruano y su dinámica

Dimitri Gutiérrez

Carmen Grados, Michelle Graco, Luis Vásquez, Federico Velazco, Sonia Sánchez, Patricia Ayón, Jorge Tam, Octavio Morón, Roberto Flores, Carlos Quispe y Luis Pizarro.

El litoral peruano y su mar adyacente se encuentran ubicados en la región del Pacífico Tropical Sudeste (PTSE) donde la interacción de diversos procesos atmosféricos y oceánicos genera una excepcional productividad biológica de su capa superficial y una marcada deficiencia de oxígeno de su capa sub-superficial (fig. 1). Asimismo, al formar parte de la cuenca oceánica más grande del planeta y estar próximo a la línea ecuatorial, está muy expuesto a la variabilidad climática de distintas escalas y al cambio climático. En esta contribución brindaremos un sumario del conocimiento actual de la oceanografía del mar peruano, así como los retos actuales para la investigación y el papel del IMARPE en este contexto.

## La oceanografía del mar peruano

### Marco geológico litoral y submarino

En el contexto de la tectónica global, el margen continental peruano es parte de la Placa Sudamericana. La subducción de la Placa de Nazca causa una gran deformación en la capa superficial de la corteza continental, dando origen, en gran medida, a los principales elementos morfoestructurales de la zona litoral y submarina. Además del tectonismo y otros procesos endógenos, como el magmatismo, existen procesos exógenos como la sedimentación

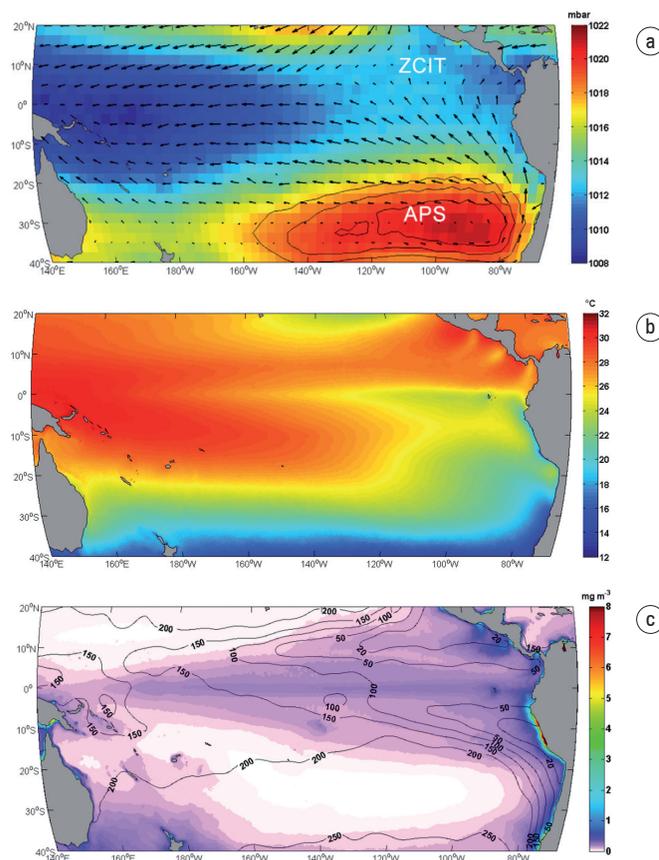
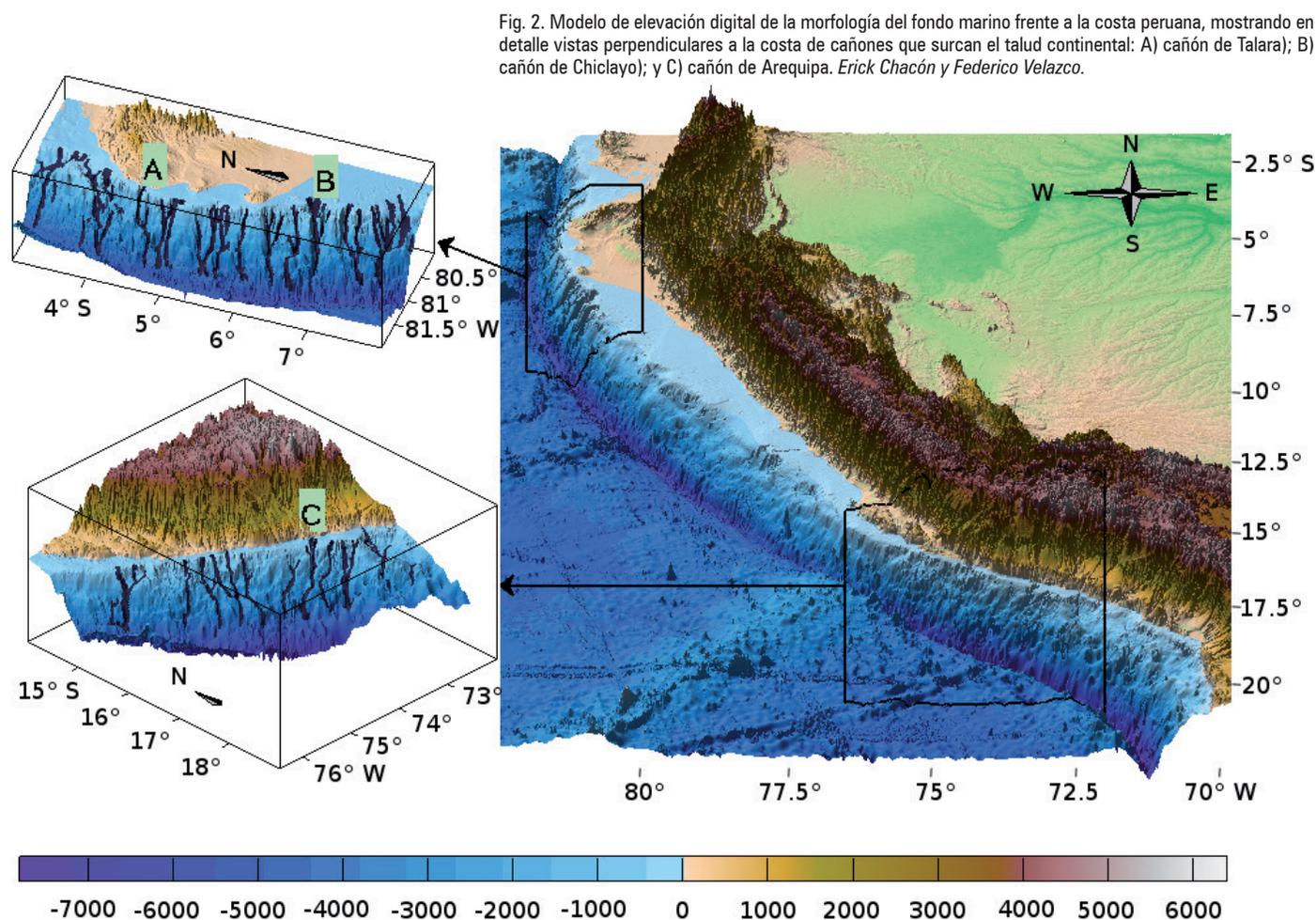


Fig. 1. Campos de variables atmosféricas y oceánicas en el Océano Pacífico (20°N - 45°S). (a) Promedio anual del 2008, de la presión al nivel del mar (mbar) y vectores de velocidad del viento (m/s), calculados a partir de datos de re-análisis NCEP. Se observa la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), donde confluyen los vientos alisios de ambos hemisferios; (b) Climatología de la TSM, mostrando las aguas frías de la costa peruana debido al afloramiento, según el satélite MODIS (2002-2014); y (c) Climatologías de Clorofila-a (colores, MODIS) y oxígeno disuelto a 150 m de profundidad (contornos, en mmol L<sup>-1</sup>), según el World Ocean Atlas (2013), evidenciando la mínima de oxígeno en el Pacífico Oriental y la alta productividad de las aguas costeras peruanas. David Correa, Adolfo Chamorro y Luis Pizarro.



y la erosión que también contribuyen a la geomorfología particular del margen continental.

Las principales unidades geomorfológicas costeras son: la Cordillera de la Costa (rocas del Precambriano y del Paleozoico), el Borde Litoral (playas y acantilados rocosos) y los Valles (desembocadura de ríos). En la zona submarina se encuentran la Plataforma Continental, de variable amplitud; el Talud Continental, de elevada pendiente, que se enlaza a su vez con la Fosa Marina, cuyo eje delinea el contacto entre las placas tectónicas. También están presentes los llamados Altos Estructurales: el Alto borde de la Plataforma (prolongación submarina de la Cordillera de la Costa) y la Cordillera del

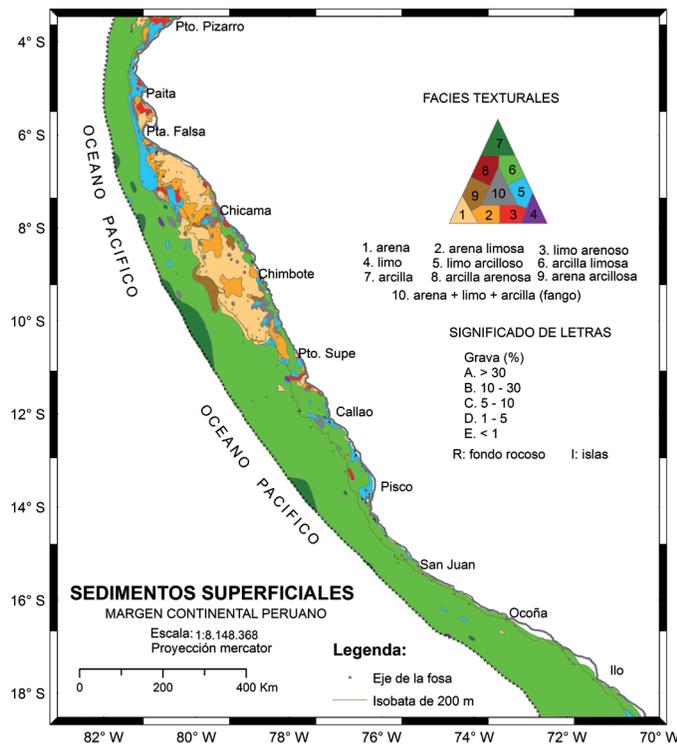


Fig. 3. Facies texturales frente al litoral peruano desde Puerto Pizarro hasta el sur de Ilo (adaptado de Delgado, C. et al. 1987. Bol. Inst. Mar Perú. 11(5): 178-190).

Talud Superior (que delimita el Talud Continental superior del Talud medio e inferior). Además, el margen continental presenta al menos 25 cañones y canales submarinos, la mayoría de ellos inexplorados. Adyacente a la Fosa Marina se encuentra la Placa de Nazca, con relieves suaves, aislados montes y extensas dorsales (fig. 2).

Las características geomorfológicas y la circulación subsuperficial influyen en los procesos de transporte, erosión y sedimentación de partículas. En la Plataforma Continental existen dos grandes provincias sedimentológicas ubicadas al norte y sur de los 10°30' S. La Provincia Norte es conformada predominantemente por sedimentos arenosos y limo arcillosos, y la Provincia Sur lo es principalmente por sedimentos de arcilla limosa (fig. 3).

En la primera, los sedimentos del borde externo de la amplia plataforma son de origen autigénico, como fosforitas y fangos diatomáceos en proporciones variables. En la plataforma media hay sedimentos de origen biogénico (arenas de foraminíferos y fango diatomáceo con alto contenido orgánico); en tanto que en la plataforma interna predominan sedimentos de origen terrígeno (minerales) y arenas biogénicas (caparazones de moluscos) con bajo contenido orgánico. En la Provincia Sur la composición de los sedimentos es principalmente biogénica (diatomácea). Frente a la costa central (11-14°S), la combinación de alta productividad, aguda deficiencia de oxígeno del agua de fondo y baja dilución por el aporte terrígeno, resultan en la preservación de la historia del afloramiento en sedimentos laminados que se revela mediante indicadores geoquímicos y paleo-biológicos.

### Interacción océano-atmósfera y afloramiento costero

La circulación atmosférica y el clima del PTSE están controlados por cuatro grandes factores: a) la Cordillera de los Andes, que establece condicio-

nes áridas a semi-áridas en la vertiente occidental desde los 3°S hasta los 30°S, especialmente en la zona costera de Perú y norte de Chile; b) la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), cuyo núcleo se ubica frente a la costa norte y centro de Chile, y produce los vientos alisios del sureste; c) la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), de baja presión, donde confluyen los vientos alisios de ambos hemisferios y ascienden masas de aire, con altas tasas de evaporación y precipitación; y d) la celda de Walker, que consiste en la circulación atmosférica zonal sobre la franja ecuatorial, determinada por la diferencia de presiones entre los lados oriental y occidental del Pacífico Ecuatorial y los vientos alisios hacia occidente.

Por otra parte, la subsidencia a gran escala y las temperaturas frías del PTSE controlan una capa de inversión térmica de poca altitud y el desarrollo de la cubierta de nubes estrato-cúmulo que caracterizan la franja marino-costera al sur de los 6°S. El aire húmedo en contacto con las aguas frías circula y se mezcla intensamente a través de la capa del borde marino, alimentando la cobertura nubosa. Debido a la estabilidad de las condiciones atmosféricas por el APS y a la inversión térmica, la costa peruana recibe escasa precipitación y gran parte de ella está usualmente nublada, fría y húmeda, particularmente durante el invierno, cuando los alisios del sureste son más intensos y las temperaturas superficiales del mar (TSM) son más bajas. Al norte de los 5°S las condiciones atmosféricas están más relacionadas al desplazamiento estacional de la ZCIT, lo que ocasiona mayores precipitaciones en el verano.

El campo de vientos paralelo a la costa, generado por el APS y el gradiente de presiones con el continente, exhibe su mayor intensidad frente a Pisco-San Juan, aumentando con la distancia a la línea de costa (fig. 4). Los vientos son más intensos durante el invierno y la primavera, cuando el APS se aproxima a la costa; y su dirección sigue la

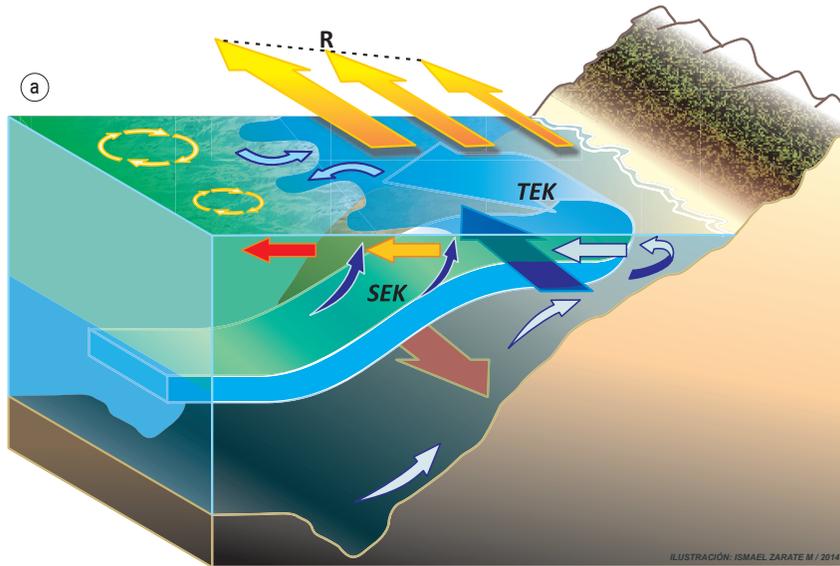
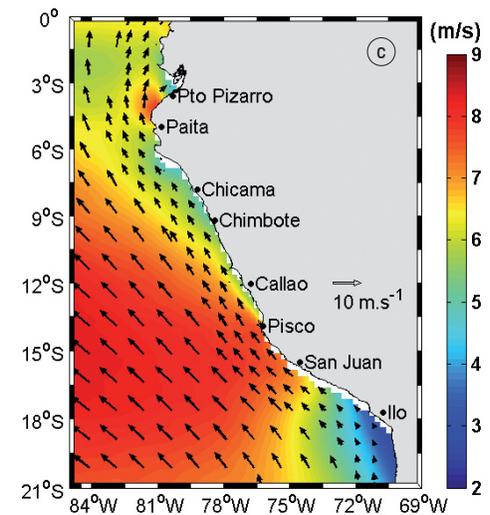
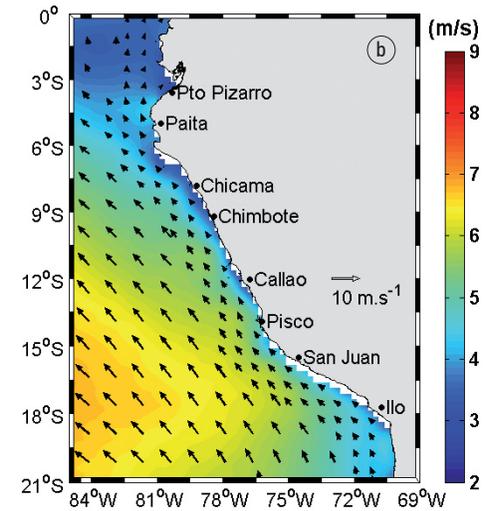


Fig. 4. (a) Diagrama conceptual de la circulación asociada al sistema de afloramiento costero peruano. Los vientos cercanos a la costa inducen el transporte Ekman (TEK), perpendicular a la dirección de los vientos y al afloramiento. Un gradiente positivo de la intensidad del viento hacia fuera de la costa (rotacional del viento, R) induce la 'succión Ekman' (SEK), que consiste en la elevación de la termoclina a la superficie, permitiendo un bombeo de nutrientes más eficiente, que se extiende a mayor distancia de la costa. Además, los vientos inducen el arrastre superficial de la corriente costera, compensado por una corriente subsuperficial con dirección al sur. (b) y (c) Climatología híbrida entre los datos de viento diario de los satélites QuikSCAT y ASCAT (1999-2014), con la variación espacial de los vientos a lo largo y frente a la costa peruana para (b) verano (enero-marzo, EFM); y (c) invierno (julio-setiembre, JAS). Luis Vásquez y David Correa.

configuración de la misma desde el extremo sur del Perú hasta  $\sim 4^{\circ}30'S$ , donde la línea de costa toma dirección Noreste.

La acción tangencial de los vientos paralelos a la costa sobre la superficie marina y la influencia de la rotación terrestre (fuerza de Coriolis) provocan la divergencia de las aguas superficiales hacia mar adentro, cuyo transporte integrado es perpendicular a la costa (transporte Ekman). Este transporte es reemplazado por el ascenso de aguas subsuperficiales, dando lugar al proceso de afloramiento costero. Las aguas que afloran son más frías y generalmente ricas en nutrientes. Pero además, el aumento de la velocidad del viento con la distancia a la costa induce el ascenso de las capas subsuperficiales frías de la columna de agua (succión Ekman). Mientras que el transporte Ekman propiamente dicho se presenta muy cerca de la costa, la succión Ekman alcanza mayor distancia, dependiendo de la extensión de la



gradiente de los vientos (fig. 4a). El principal centro de afloramiento costero se ubica entre Pisco y San Juan (14-16°S) y otros centros importantes se ubican a 11-12°S, 7-8°S y 4-6°S.

### Masas de agua y circulación marina

Las masas de agua son cuerpos con una historia de formación común, que en el PTSE reflejan los grandes procesos de intercambio de calor y agua con la atmósfera tropical y el continente sudamericano. Las siguientes masas de agua son reconocidas en la capa superficial: Tropicales (ATS), Ecuatoriales (AES) y Subtropicales (ASS). En niveles intermedios se encuentran las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), también denominadas Aguas Centrales del Pacífico –ricas en nutrientes y CO<sub>2</sub>, y pobres en oxígeno disuelto–; así como las Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA), mientras que a mayores profundidades se encuentran las Aguas Antárticas Intermedias (AAI) y las Aguas de Fondo de origen Antártico.

Las propiedades termohalinas exhiben claros patrones en espacio y en tiempo. En general, las TSM se elevan hacia el Ecuador y hacia el Oeste, dando lugar a gradientes zonales y latitudinales (fig. 5). Entre febrero y marzo se registran las máximas temperaturas, alcanzando valores de 25 a 26°C por fuera de las 150 millas y al norte de los 14°S, mientras que las temperaturas mínimas se ubican en el lado costero al sur de esa latitud, con valores de 17 a 18°C. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de agosto y setiembre, debido a la intensificación de los vientos y del afloramiento costero, resultando en valores de 19°C hacia las 150 millas al norte de los 10°S, y a mayor distancia de la costa al sur de esta latitud, mientras que dentro de las 50 millas los niveles de TSM presentan valores entre 13 y 17°C.

En cuanto a la salinidad, el mar peruano presenta concentraciones de 33,2 a 35,6 UPS en verano,

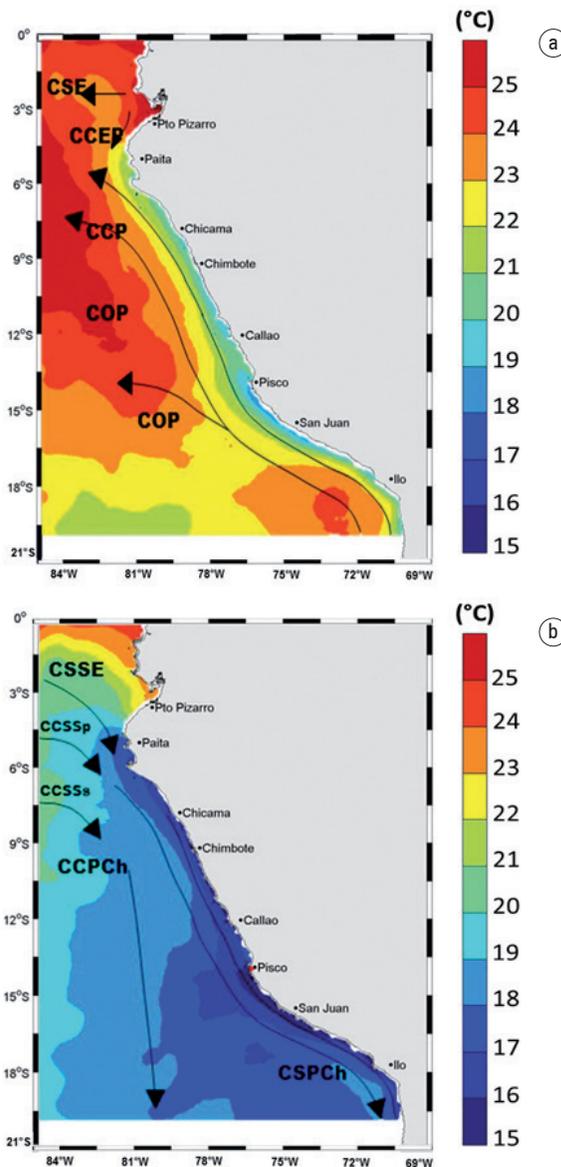


Fig. 5. Climatología de la distribución horizontal de la temperatura del agua (°C) en la superficie del mar y circulación dominante frente al Perú. (a) Temperatura superficial del mar en el verano (EFM) y circulación en la capa superficial. (b) Temperatura superficial en invierno (JAS) y circulación en subsuperficie. La temperatura se presenta en escala de colores y las flechas indican la orientación de los flujos dominantes, cuyas siglas corresponden a los descritos en el texto (y según Chaigneau et al. 2013. *J. Geophys. Res. Oceans*, 118, doi:10.1002/jgrc.20328). Fuente: base histórica de IMARPE (Laboratorio de Hidrofísica), 1960-2008. Carmen Grados.

y de 33,8 a 35,4 UPS en invierno, reflejando la influencia de las ASS que se extienden fuera del dominio del afloramiento costero frente a gran parte del litoral, así como de las ATS al norte de los 4°S y las AES al norte de los 5°S. En el verano, las ASS se aproximan a la costa, mientras que las ATS y AES se proyectan al sur hasta alcanzar esta última los 6°S, replegando hacia la costa y hacia el sur a las aguas del afloramiento costero. Este tipo de agua, llamado Aguas Costeras Frías (ACF) llega a extenderse hasta 50-60 millas en el invierno, pero en el verano no sobrepasa las 20-30 millas (fig. 6).

La circulación marina en el PTSE es de gran complejidad y se caracteriza por la presencia de corrientes zonales en la franja ecuatorial (hacia el Este y el Oeste). A nivel superficial, la Corriente Sur Ecuatorial (CSE) transporta las aguas más frías del PTSE hacia el Pacífico Central. En la capa subsuperficial (100-300 m) la Corriente Submarina Ecuatorial (CSSE), también conocida como Corriente de Cromwell, transporta grandes volúmenes de agua hacia la costa sudamericana, con velocidades que pueden alcanzar los  $100 \text{ cm s}^{-1}$ . La circulación superficial desde la costa peruana hacia el Ecuador está compuesta por la Corriente Costera Peruana (CCP) y la Corriente Oceánica Peruana (COP), controladas principalmente por el esfuerzo del viento. Asimismo, con dirección hacia el sur, lejos de la costa, fluye la Contra-Corriente Peruano-Chilena (CCPCh). En el extremo norte existe, además, un flujo superficial hacia el sur, la Corriente Costera Ecuatoriana-Peruana (CCEP, fig. 5a). En la capa subsuperficial costera se presenta la Corriente Subsuperficial Perú-Chile (CSPCh) que fluye hacia el sur a lo largo del talud superior y la plataforma continental (figs. 5b y 7). Esta corriente es alimentada por la CSSE, la Contracorriente Subsuperficial primaria (CCSSp) y la Contracorriente Subsuperficial secundaria (CCSSs), estas dos últimas también conocidas como ‘jets de Tsuchiya’.

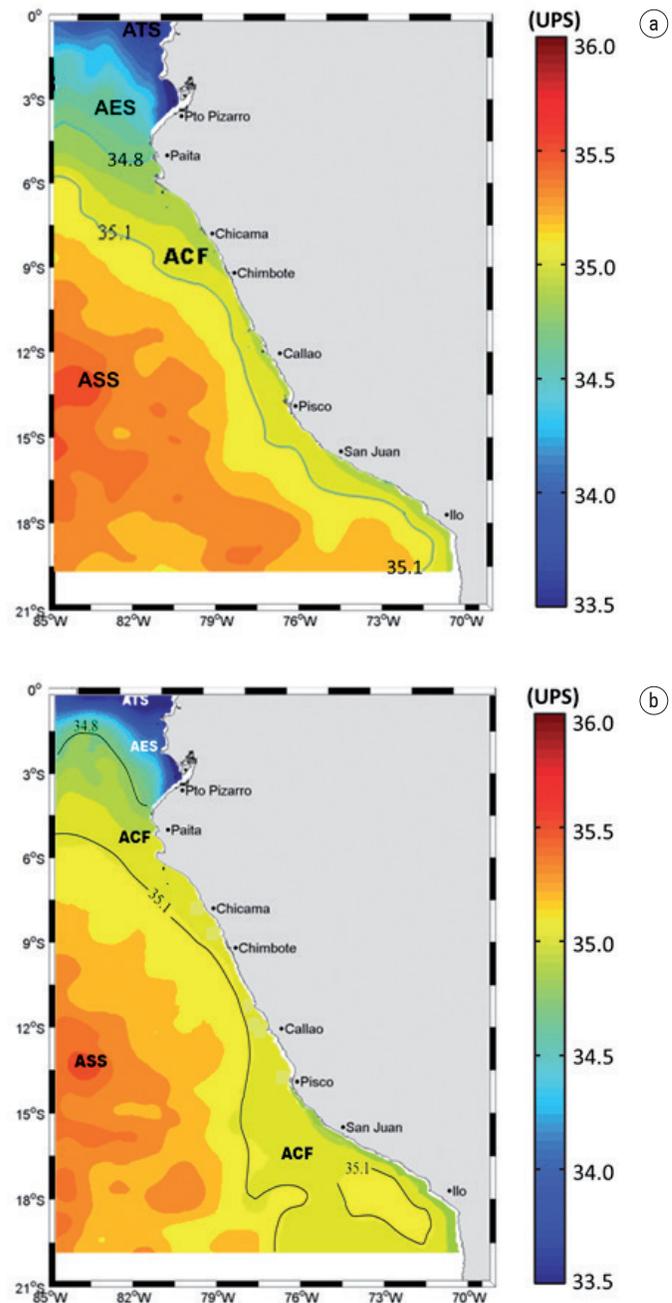


Fig. 6. Climatología de la distribución horizontal de la salinidad del agua (UPS) en la superficie del mar. (a) en verano (EFM); (b) en invierno (JAS). La salinidad se presenta cada 0.1 PSU, en colores. Se muestra la distribución de las masas de agua superficiales en ambas estaciones del año: Aguas Tropicales Superficiales (ATS), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), así como de las Aguas Costeras Frías (ACF). La división entre las distintas masas de agua se presenta con una línea sólida de color negro y el valor mínimo característico. Fuente: base histórica de IMARPE (Laboratorio de Hidrofísica), 1960-2008. Carmen Grados.

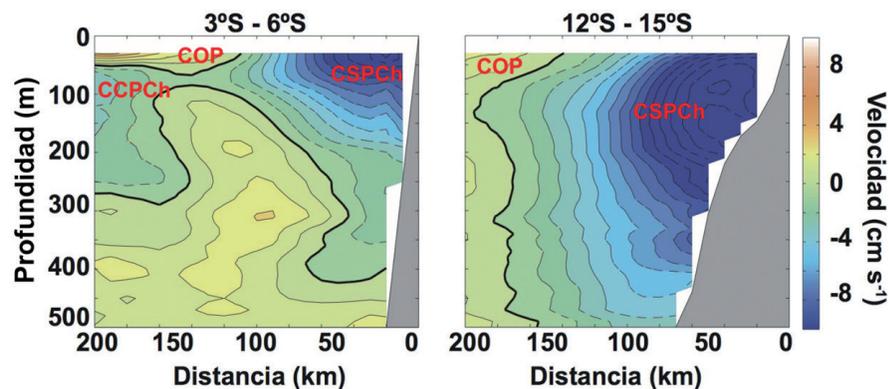
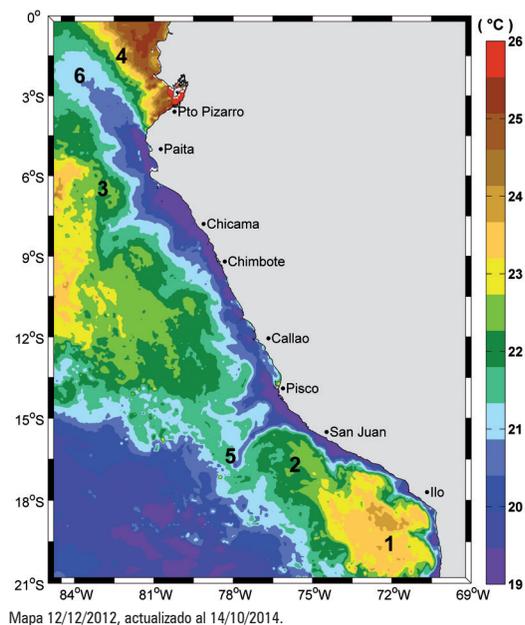


Fig. 7. Corrientes marinas promedio, obtenidas con el correntómetro ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) frente al Perú entre los 3°S y 6°S y entre los 12°S y 15°S, hasta los 200 km de distancia de la costa y 500 m de profundidad (2008-2012): Corriente Océanica Peruana (COP), hacia el norte, con signo (+); y Corrientes Subsuperficiales hacia el sur, con signo (-): Corriente Subsuperficial Peruana Chilena (CSPCh) y Contracorriente Peruana Chilena (CCPCh). *Alexis Chaigneau, Noel Domínguez y Roberto Flores.*



Mapa 12/12/2012, actualizado al 14/10/2014.

Fig. 8. Distribución de la TSM a partir del análisis global diario de nivel 4 (L4), desarrollado por el proyecto Multi-sensor Ultra-high Resolution (MUR), en base a datos satelitales del GHRSSST, del 30/12/2012 (PODAAC-JPL-NASA). Estructuras oceánicas de mesoescala: 1) Bolsón permanente de agua cálida en el Codo Peruano-Chileno, 2) Remolino Anticiclónico frente a San Juan, 3) Remolino Ciclónico frente a Chimbote, 4) Frente Térmico, 5) Filamento frente a Malabrigo y 6) Lengua de agua fría. *Daniel Quispe y Luis Vásquez.*

Además de estos flujos de carácter permanente o semi-permanente, existen procesos de mesoescala que intervienen muchas veces en el enriquecimiento y transporte de nutrientes y otras propiedades. El afloramiento costero es uno de ellos, al responder a la activación y relajación de los vientos costeros. Otros procesos son los frentes de convergencia de aguas con características termohalinas diferentes, que generan vórtices o remolinos en la capa superficial, así como la proyección de filamentos hacia mar adentro (fig. 8). Las corrientes superficiales tienden a ser afectadas por la presencia de giros antihorarios (anticiclónicos), que se observan con mayor frecuencia frente a Chimbote y al sur de San Juan. A escala temporal, la variación de los flujos se asocia a la dinámica del afloramiento costero y del frente térmico con las aguas oceánicas, así como al paso de las ondas Kelvin atrapadas a la costa, originadas en el Ecuador. Los giros anticiclónicos propician la retención de las aguas costeras y su posible transporte a regiones distantes de la costa.

### Características y procesos biogeoquímicos

El PTSE presenta condiciones biogeoquímicas únicas y complejas, que resultan de la interacción entre el afloramiento costero y una intensa Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO) de amplio grosor, cuyo borde superior es muy somero, llegando a intersectar la zona eufótica y la plataforma continental (fig. 9).

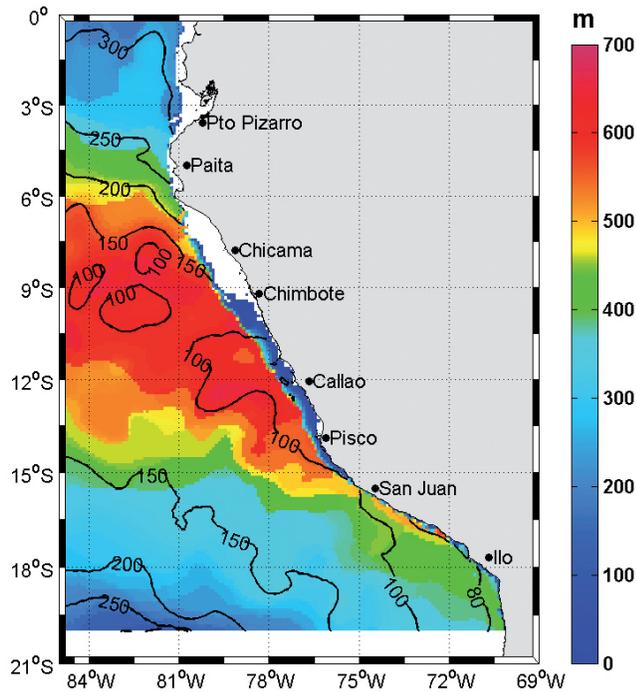


Fig. 9. Climatología de la distribución anual de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO,  $[O_2] < 20 \mu\text{mol L}^{-1}$ ). En color se representa el espesor que alcanza (m) de acuerdo a la barra de color de la derecha. En iso-líneas se representa la profundidad del borde superior de la ZMO en intervalos de 50 m. Los datos provienen de la base histórica de IMARPE, colectados por el Laboratorio de Hidroquímica de 1960 al 2008. La gráfica muestra variaciones latitudinales y costa-mar afuera de la ZMO que alcanza su mayor espesor en la zona central (hasta 700 m), siendo más somera igualmente en esta área y a medida que se acerca a la costa. Frente a Chicama y hacia el norte, cerca de la costa, la ausencia de datos nos indica que la plataforma se encuentra más oxigenada por la influencia del sistema ecuatorial que profundiza la ZMO ( $> 150\text{-}200\text{ m}$ ). *Michelle Graco*.

La ZMO resulta de una pobre ventilación a gran escala de la columna de agua, combinada con una alta demanda de oxígeno por la remineralización de la materia orgánica generada por la alta productividad biológica del PTSE. La ZMO se encuentra asociada a las AESS que alimentan el afloramiento costero en gran parte del litoral.

La ZMO determina aspectos claves en la dinámica biogeoquímica del PTSE en relación con los ciclos del carbono y nitrógeno, y junto con el afloramiento costero controla el intercambio con la atmósfera de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el metano. Los sistemas de afloramiento tienden a emitir  $\text{CO}_2$  a la atmósfera debido al origen de las aguas que afloran. Para el mar peruano, los flujos son menores en verano, cuando la fijación biológica del  $\text{CO}_2$  es mayor, mientras que son máximos durante el invierno, cuando ocurren eventos de afloramiento más intensos (fig. 10). Por otro lado, la deficiencia de oxígeno en la columna de agua ocasiona una intensa producción de  $\text{N}_2\text{O}$ , que también es liberado a la atmósfera debido al afloramiento costero. Así, el mar peruano es una zona crítica en el estudio de los flujos de gases de efecto invernadero y sus implicancias en el clima a escala regional y global.

La gran productividad de nuestro mar está condicionada por la fertilidad de las aguas del afloramiento, manifestada en altas concentraciones de nitratos, fosfatos y silicatos. La respiración bacteriana de la materia orgánica producida en la capa superficial regenera los nutrientes y libera  $\text{CO}_2$  en la columna de agua, lo cual provoca la reducción del ion carbonato y del pH. Esta acidificación natural del sistema puede alcanzar valores de  $\text{pH}=7,6$  en la capa subsuperficial, muy inferiores al promedio, que está alrededor de 8,1.

La distribución de los nutrientes varía zonal y latitudinalmente como resultado de la influencia

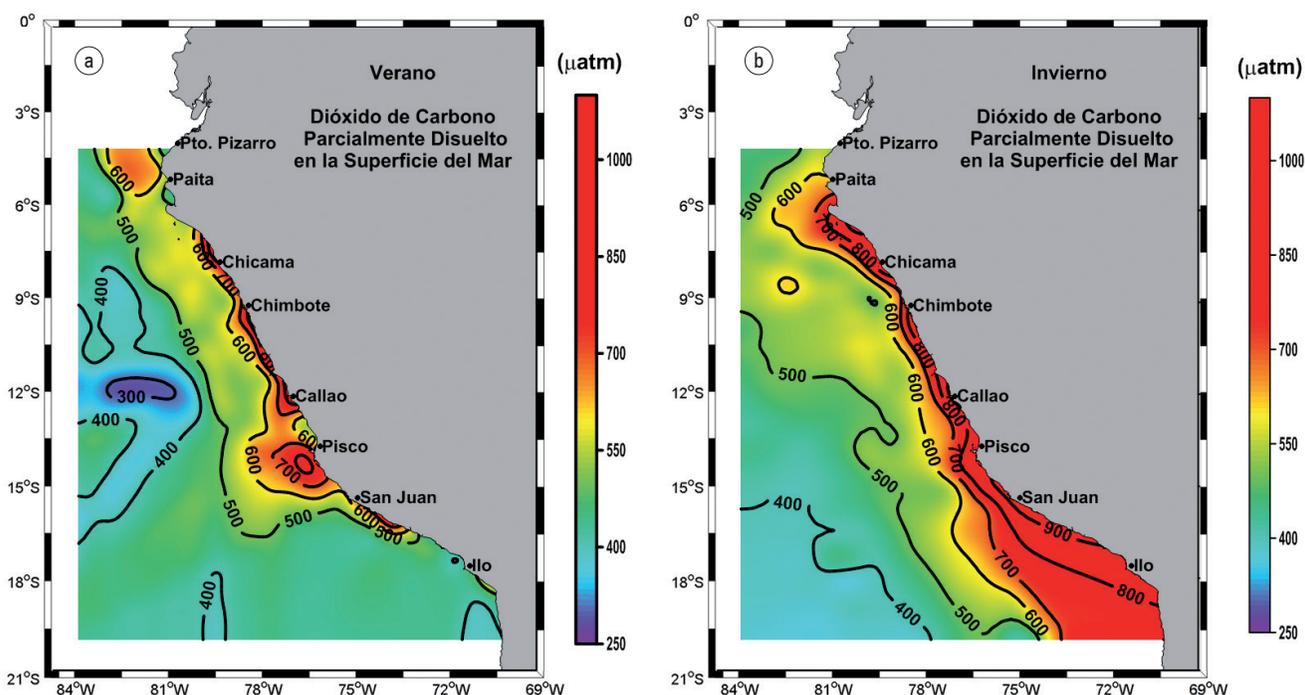


Fig. 10. Distribución promedio de dióxido de carbono parcialmente disuelto en la superficie del mar ( $\mu\text{atm}$ ), (a) verano; y (b) invierno, durante 2000-2013. La base de datos proviene de cruceros realizados frente a las costas de Perú, ejecutados por el Laboratorio de Hidroquímica del IMARPE en cooperación con el Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI), el Instituto Oceanográfico Scripps y la información del Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO), en las cuales se colectó agua de mar de la línea de flujo continuo del barco, a una profundidad aproximada de 3 metros. El flujo de agua de mar ingresó a un equilibrador de gases y luego a un analizador de gases no dispersivo en el rango infrarrojo. *Jesús Ledesma*.

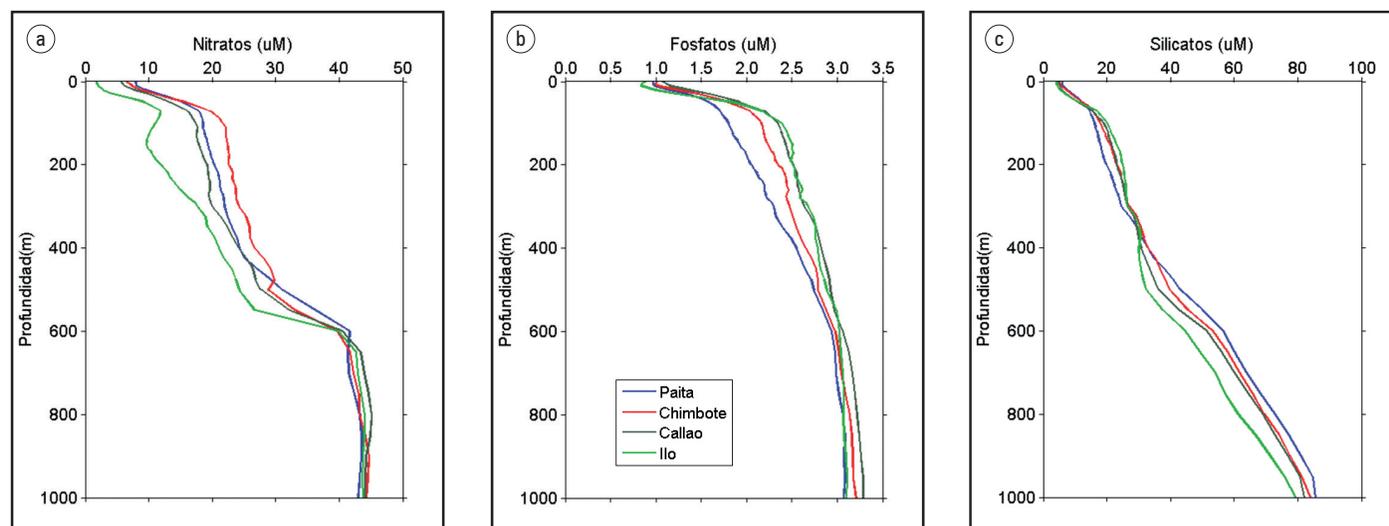


Fig. 11. Nutrientes en el mar peruano. Perfiles climatológicos de la distribución vertical promedio de (a) nitratos, (b) fosfatos y (c) silicatos en diferentes áreas de Perú a 150 km de la costa. Los datos provienen de la base histórica del IMARPE colectados por el Laboratorio de Hidroquímica de 1960 al 2008. *Georgina Flores, Michelle Graco y Jesús Ledesma*.

de diferentes masas de agua y procesos biológicos. Las mayores concentraciones se presentan en los principales centros de afloramiento y los más bajos frente a la costa norte, en presencia de AESS y ASS (fig. 11). Los nutrientes no son utilizados con la misma intensidad: los nitratos y silicatos pueden agotarse en superficie durante las floraciones algales, pero el fosfato puede persistir.

Además de la asimilación biológica, otros procesos afectan el ciclo del nitrógeno en el PTSE debido a la deficiencia de oxígeno, ya que el nitrato tiende a utilizarse en la oxidación anaeróbica del amonio y en la desnitrificación, generando altas concentraciones de nitritos y una importante pérdida de nitrógeno en forma gaseosa, como  $N_2O$  y  $N_2$ . Esta pérdida de nitrógeno disuelto afecta la proporción de nitrógeno/fósforo (N/P) del mar peruano, desviándolo significativamente de la llamada 'razón de Redfield' (16/1) que impera en la mayor parte del océano global, lo cual posiblemente afecta la biodiversidad del fitoplancton. En la ZMO y en la zona costera se registran valores de N/P incluso menores a 10/1 (fig. 12), por lo que eventualmente el déficit de nitrógeno puede afectar la producción y la biodiversidad del fitoplancton. Cabe indicar que, además de la pérdida de nitrógeno, los bajos valores N/P también están influenciados por la compleja dinámica del fósforo, aún poco explorada en el área, ya que las condiciones anóxicas en sedimentos de la plataforma continental favorecen la liberación de altas concentraciones de fosfato a la columna de agua.

### Oceanografía biológica del Mar Peruano

La persistencia del afloramiento costero de aguas ricas en nutrientes durante todo el ciclo anual genera el ambiente propicio para el crecimiento de los productores primarios, compuestos por el fitoplancton marino. No obstante, la productividad

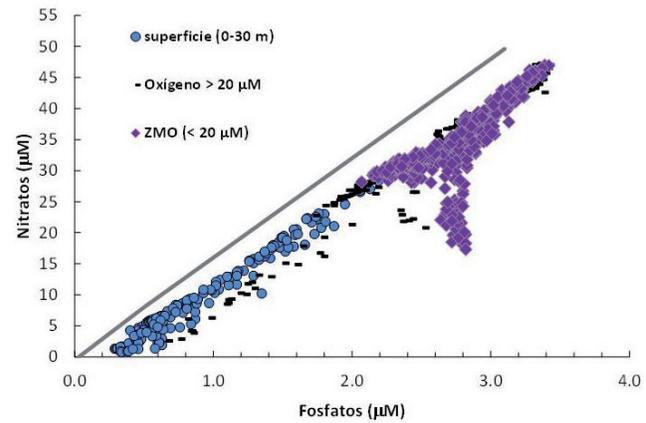


Fig. 12. Relación de nitratos versus fosfatos frente a Perú. Los datos provienen del crucero alemán (SFB 754) M77-4, conducido por el Dr. Lothar Stramma del instituto GEOMAR de Alemania. La línea sólida representa la tendencia promedio del océano con una pendiente 16:1 (cociente de Redfield). Estos datos muestran una relación que está por debajo de la tendencia global, lo que en parte se explica por la pérdida de nitrógeno y alto reciclaje de fósforo en condiciones deficientes en oxígeno.

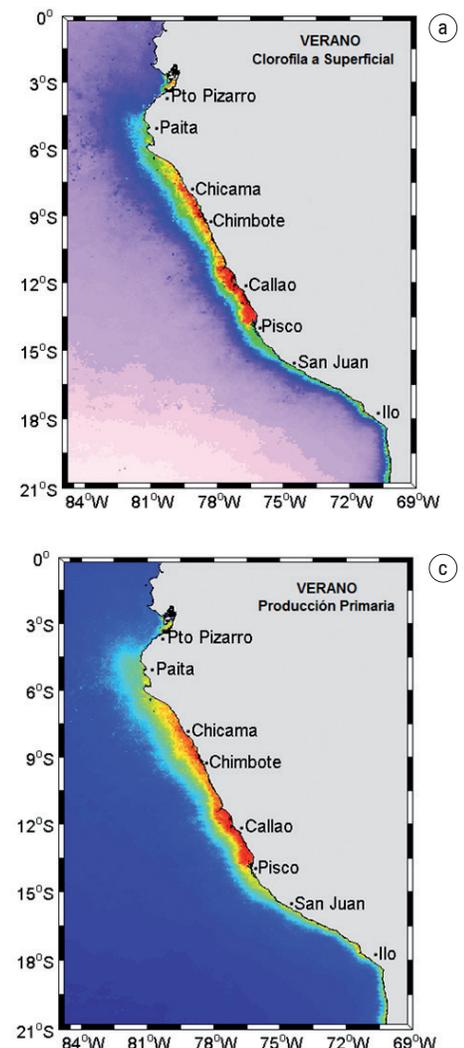
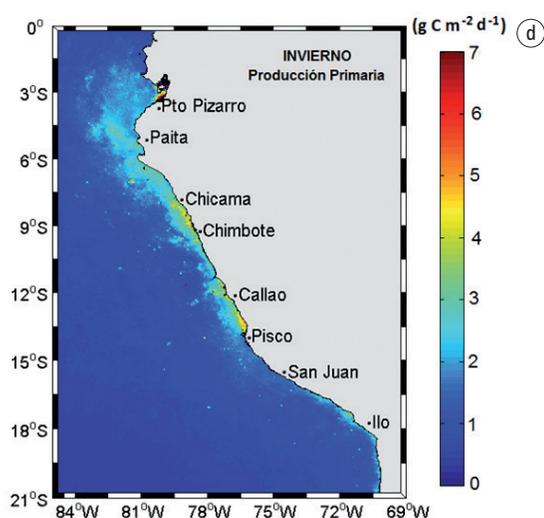
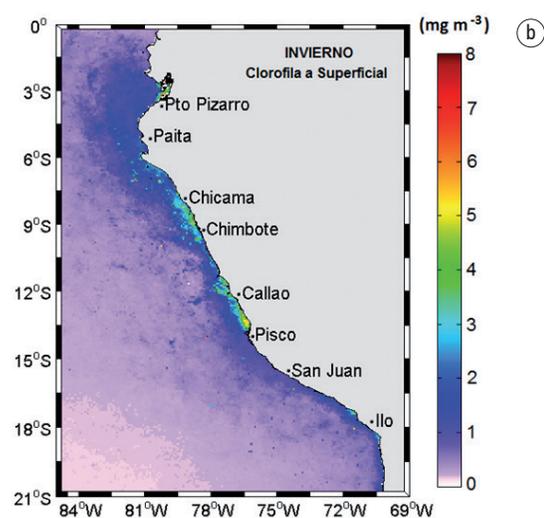


Fig. 13. Verano (a) e invierno (b) climatológico de la clorofila a superficial en  $mg\ m^{-3}$  calculada con datos del satélite SeaWiFS a 9 km entre 1997 y 2010. Además, se observa el verano (c) e invierno (d) climatológico de producción primaria en  $mg\ C\ m^{-2}\ d^{-1}$  calculada entre 1997 y 2010 con el 'Modelo de Producción Verticalmente Generalizada' (Behrenfeld & Falkowski, 1997. *Limnology and Oceanography*, 42: 1-20), utilizando datos a 9 km del satélite SeaWiFS para los datos de clorofila a superficial y radiación fotosintéticamente activa, y del satélite Pathfinder para datos de temperatura superficial del mar. Dante Espinoza.

depende no solamente del enriquecimiento de nutrientes, sino también de la disponibilidad de luz en la capa de mezcla superficial y de otros factores como los micronutrientes. Si bien el afloramiento es máximo en invierno, la menor irradiación solar y la profundización de la capa de mezcla en este período limitan la productividad, mientras que en el verano, aunque el afloramiento es menos intenso y menos frecuente, la capa de mezcla es más superficial y más iluminada, favoreciendo mayores tasas de producción primaria. En promedio, para las aguas sobre el margen continental peruano la producción primaria fluctúa entre 2 y 4 g C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, pero en la costa central las tasas pueden alcanzar valores promedio superiores a 5 g C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> (fig. 13).



El fitoplancton del mar peruano está compuesto por diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, flagelados y cocolitofóridos, entre otras microalgas. Su biodiversidad refleja la distribución de las principales masas y tipos de agua y sus propiedades termohalinas (fig. 14). Asociados al afloramiento costero, se pueden encontrar tres estados de la sucesión ecológica, en los que los dos primeros exhiben grandes biomásas y baja diversidad específica, compuesta principalmente por las diatomeas: a) el estado temprano está constituido principalmente por diatomeas de pequeño tamaño (i.e., *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros debilis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. affinis*, *Detonula pumilla*); b) el intermedio presenta usualmente diatomeas de mayor tamaño (*Thalassionema nitzschioides*, *Coscinodiscus* spp., *Lithodesmium undulatum*, *Asterionellopsis glacialis*); y c) el avanzado está caracterizado por dinoflagelados que pueden producir las floraciones algales o mareas rojas (*Ceratium fusus*, *C. furca*, *Prorocentrum micans*, *P. gracile*, *Akashiwo sanguineum*). Finalmente, fuera de la influencia del afloramiento costero se encuentra una comunidad caracterizada por una mayor diversidad de especies y menor biomasa,



Fig. 14. Especies indicadoras de masas de agua del fitoplancton: Aguas Costeras Frías (1-6); Aguas Ecuatoriales Superficiales (7 y 8); Aguas Subtropicales Superficiales (9) y aguas cálidas en general (10-13). *Sonia Sánchez*.

donde destacan los dinoflagelados y diatomeas ornamentados, de baja tasa de reproducción y asimilación, como *Ceratium trichoceros*, *C. macroceros*, *C. gravidum*, *C. incisum*, *Planktoniella sol*, entre otros. También en esta comunidad se consideran a los flagelados (ej. *Leucocryptos marina*) y coccolotifóridos como *Emiliania huxleyi* y *Gephyrocapsa oceanica*.

Por su parte, el zooplancton se caracteriza por presentar una amplia diversidad de grupos taxonómicos. Entre los organismos holoplanctónicos destacan los crustáceos copépodos, eufáusidos, anfípodos y cladóceros, así como grupos gelatinosos como las hidromedusas, sifonóforos y ctenóforos, además de otros grupos menores como los quetognatos y los pterópodos. En cambio, dentro del meroplancton se puede citar a los primeros estadios de vida de peces, moluscos, equinodermos, otros crustáceos, y poliquetos. El grupo más importante en términos de abundancia, frecuencia y número de especies, es de los copépodos. De acuerdo a su hábitat se pueden distinguir al menos tres grandes comunidades: a) la de la plataforma continental, dominada por los copépodos *Acartia tonsa* y *Centropages brachiatus*, larvas de poliquetos braquiópodos, cirrípedos y otros crustáceos; b) la asociada a la zona del talud continental, dominada por los copépodos *Paracalanus parvus*, *Calanus chilensis*, *Oncaea* spp. y macrozooplancton como los sinóforos, quetognatos y eufáusidos; y c) el zooplancton oceánico dominado por los

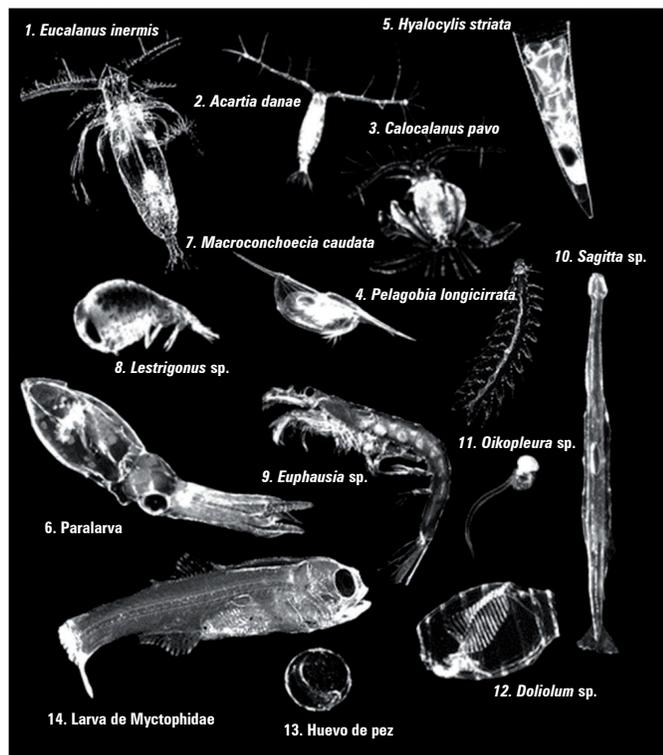
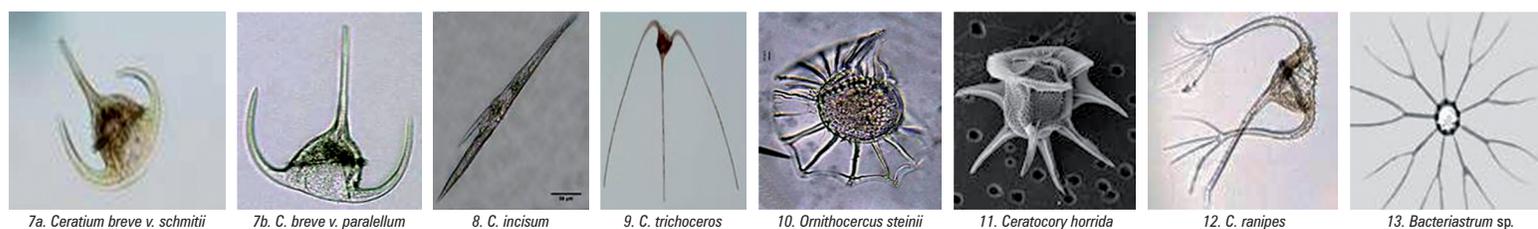


Fig. 15. Especies del zooplancton del mar peruano. Copépodos indicadores de masas de agua: Aguas Costeras Frías (1), Aguas Subtropicales Superficiales (2 y 3). Polychaeta (4), Pteropoda (5), Cephalopoda (6), Ostracoda (7), Amphipoda (8), Euphausiacea (9), Chaetognatha (10), Appendicularia (11), Doliolida (12), Ictio-plancton (13 y 14). *Roberto Quesquén y Patricia Ayón*.



copépodos *Mecynocera clausi*, *Oithona plumifera*, *Calocalanus pavo*, *Temora stylifera*, *T. discaudata*, *Nannocalanus minor*, *Eucalanus subtenuis*, *Acrocalanus* sp., *Corycaeus* sp., *Oithona* sp., *Sapphirina* spp., entre otros (fig. 15). La mayoría de las especies habita en la capa epipelágica oxigenada, pero algunas, como el copépodo *Eucalanus inermis* y el eufáusido *Euphausia mucronata*, pueden vivir en concentraciones bajas de oxígeno, alcanzando mayor abundancia en lugares donde la ZMO es más superficial.

La ZMO y los altos flujos de material orgánico hacia el fondo imponen los patrones de biomasa y biodiversidad del bentos en el margen continental. Así, las comunidades bentónicas se distribuyen en tres zonas batimétricas debajo de la franja somera permanentemente oxigenada: a) la plataforma interna (20-50 m), sometida a episodios de disoxia aguda o de anoxia, caracterizada por comunidades de poliquetos, especialmente de la familia Spionidae, algunos moluscos bivalvos y gasterópodos, crustáceos anfípodos e isópodos principalmente, así como ciertos nemátodos y foraminíferos bentónicos; b) la plataforma externa y talud superior –asociadas a la ZMO–, habitada por muy pocas especies de poliquetos y caracterizada por altas biomasas de nemátodos y de foraminíferos bentónicos, en los cuales destaca *Bolivina seminuda*, así como de bacterias filamentosas gigantes del género *Thioploca* spp. (fig. 16); y c) la zona bajo la ZMO (>500m), donde la biodiversidad y la biomasa de la macrofauna se

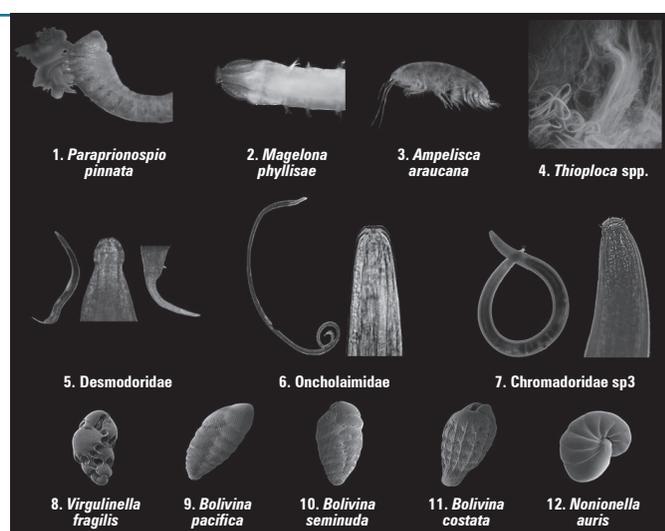


Fig. 16. Biota bentónica característica de la plataforma continental central interceptada por la ZMO frente a Perú. Macrofauna (1-3), Bacteriobentos filamentosos (4), Meiofauna Metazoaria (5-7), representada por los nemátodos de vida libre, Foraminíferos Bentónicos Calcáreos (8-12). Luis Quipúzcoa, Robert Marquina, Víctor Aramayo y Dennis Romero.

incrementan progresivamente, con una presencia mayor de poliquetos, equinodermos, así como moluscos poliplacóforos y bivalvos, entre otros. De centro a norte, la ZMO se profundiza y la productividad disminuye, generando sobre la plataforma continental una gradiente creciente de oxígeno y una gradiente decreciente de materia orgánica sedimentaria, respectivamente. Esto se traduce en una profundización del límite superior de la distribución de las especies y comunidades de la ZMO, que permite la oxigenación permanente de la plataforma continental al norte de los 5°S.

### El Niño, La Niña y otros modos de variabilidad climática

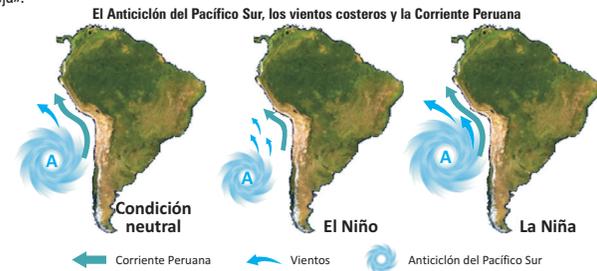
A través del acoplamiento océano-atmosférico el mar peruano está íntimamente asociado a la dinámica del Pacífico ecuatorial y, por tanto, sujeto a grandes fluctuaciones temporales, en escalas que van de intra-estacionales a interdecenales, e incluso mayores, interactuando entre sí. A escala interanual, el ciclo ENOS y sus fases cálida, El Niño (EN), y fría, La Niña (LN), constituyen la oscilación natural de frecuencia interanual del sistema océano-atmósfera en el Pacífico tropical (fig. 17). Los eventos EN ocurren irregularmente, a intervalos de 3 a 5 años, y alteran sustancialmente por varios meses y hasta por más de un año, el funcionamiento del ecosistema asociado al afloramiento costero. Por otro lado, el PTSE es sensible a la Oscilación Decenal del Pacífico, que consiste en el dipolo entre las TSM del Pacífico Central y Oriental respecto a las del Pacífico Norte y Sur. Investigaciones recientes indican que la variabilidad interdecenal puede modular la frecuencia, magnitud y tiempo de vida de los eventos del ENOS.

El Niño se caracteriza por un debilitamiento a gran escala de los vientos alisios y el calentamiento de las capas superficiales del océano ecuatorial en los sectores oriental y central del Pacífico. Estos cambios

## Variabilidad climática:

### El Niño-Oscilación del Sur y la Oscilación Decenal del Pacífico

Los eventos naturales en la Tierra se presentan en diferentes períodos de tiempo y espacio. Entre los «modos» de variabilidad climática que repercuten por largo tiempo en el Perú se distinguen, por ejemplo, la Oscilación intraestacional Madden-Julian (OMJ), mediante la cual se propagan ondas ecuatoriales (Kelvin) hacia Sudamérica que pueden influir en la circulación y propiedades de las masas de agua y productividad del mar peruano de semanas a meses. Similarmente, por mayor tiempo, se distinguen El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la señal interdecenal u Oscilación Decenal del Pacífico (ODP). ENOS se expresa en fases contrastantes, cálida ("El Niño") y fría ("La Niña"). Similarmente, la ODP manifiesta una fase cálida (positiva) denominada también «El Viejo» y una fase fría (negativa) o «La Vieja».



### El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

Vientos del Oeste en el lado occidental generan ondas Kelvin (OK) oceánicas, propagándose y transportando energía hacia Sudamérica, generando cambios en el océano y atmósfera al llegar a la costa. Durante La "Niña", los vientos alisios se intensifican, la lengua de agua fría ecuatorial oriental se encuentra bien desarrollada.

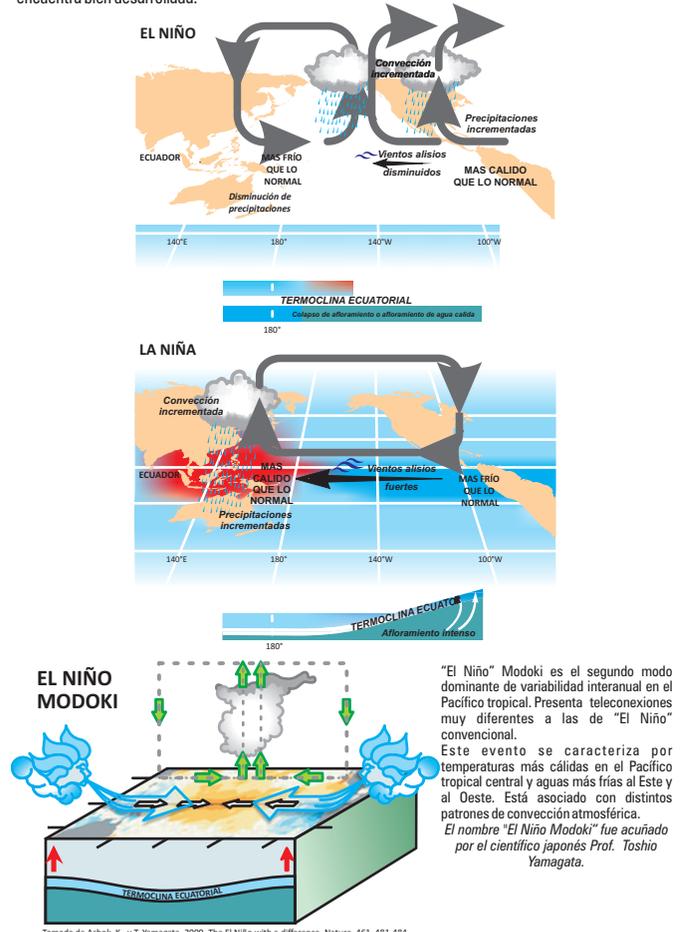
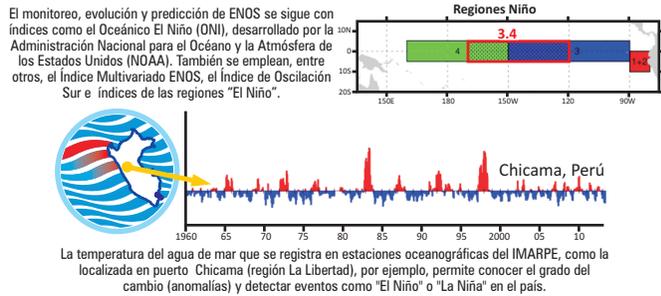


Fig. 17. Infografía del ciclo El Niño Oscilación del Sur, sus manifestaciones en el mar peruano y sus impactos más importantes. Carmen Grados.

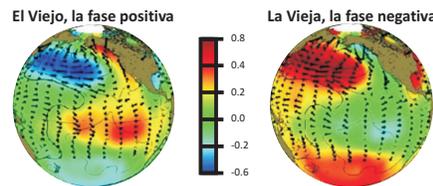


Hasta hace una década, el diagnóstico y la previsión de El "Niño" y "La Niña" en el océano Pacífico ecuatorial central se basaba en la evolución de la temperatura superficial del agua de mar, además de otras variables ambientales en el sector oriental del océano Pacífico. Sin embargo, estudios recientes indican un cambio (desacople) en el comportamiento de la TSM de la región costera (región Niño 1+2) y del Pacífico Ecuatorial central (región Niño 3.4). Por esta razón, en la actualidad, los pronósticos de los centros internacionales para la región Niño 3.4 no son directamente aplicables para el diagnóstico de "El Niño" en el Perú.

### Oscilación Decenal del Pacífico (ODP)

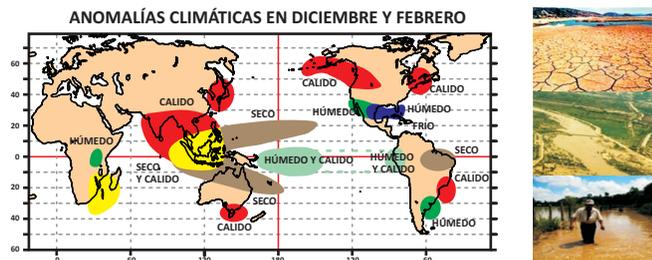
La Oscilación Decenal del Pacífico (ODP) es una fluctuación que se presenta, aproximadamente, cada 20 a 30 años. Los estudios indican que la fase cálida de la ODP, también llamada "El Viejo", habría durado de 1977 a 1999, cuando se presentó enfriamiento en el océano Pacífico occidental y calentamiento en la región oriental. La fase fría, o "La Vieja", presenta enfriamiento en el lado oriental del Pacífico y calentamiento en el sector occidental (ver calentamiento en forma de herradura). Se estima que a fines de la década de los 90 se produjo el cambio a la fase fría de la oscilación.

El término ODP fue acuñado por el Dr. Steven Hare en la Universidad de Washington. Con sus colegas Nathan Mantua, Yuan Zhang, Robert Francis y Mike Wallace descubrieron este modo de variabilidad mientras investigaban las fluctuaciones de las poblaciones de peces.



### ENOS y sus impactos

En Perú, los efectos de "El Niño" incluyen: abundantes precipitaciones en el norte, inundaciones y consecuente erosión costera, cambios en los ecosistemas marinos y terrestres, impactos adversos en la producción y exportación pesquera y de otros productos alimenticios, aumento en la frecuencia de incendios forestales, elevación de la napa freática por irrigación, efectos adversos en el transporte, comercio, infraestructura costera, industria, salubridad y otras actividades conexas.



se asocian al debilitamiento de la presión atmosférica en el Pacífico Oriental y son acompañados por el desplazamiento hacia el sur de la ZCIT, que junto al incremento de la temperatura del mar genera una mayor concentración de humedad y mayores precipitaciones en la costa norte, alcanzando valores récord durante eventos extraordinarios, como en los de 1982-1983 y 1997-1998. La historia de EN se remonta al menos a 120.000 años, aunque registros paleo-climáticos indican que la configuración actual de su magnitud y frecuencia se instaló hace unos 5000 años.

El ciclo ENOS influye significativamente en la circulación marina y en los procesos biogeoquímicos. La propagación de ondas Kelvin costeras atrapadas desde el Ecuador, que es más intensa durante los EN impactan directamente en la dinámica de la CSPCh. Durante un EN intenso, la CSPCh asciende a la superficie y se incrementa, actuando en forma inversa en una LN intensa. Además, el paso de estas ondas puede modificar el frente del afloramiento, cambiar la estabilidad de las corrientes y generar ondas Rossby, que se propagan hacia fuera del PTSE. La estructura vertical de la columna de agua se ve significativamente alterada durante EN, puesto que la termoclina y la nutriclina se profundizan, asociadas al debilitamiento de la circulación de Walker, la reducción de la succión de Ekman y el impacto de las ondas atrapadas. Esta alteración determina la disminución del aporte de aguas frías y ricas en nutrientes a la superficie a través del afloramiento. Esto acarrea la reducción de la extensión de las ACF ricas en nutrientes y, en consecuencia, la intrusión de aguas oceánicas cálidas y la disminución de la productividad. La ZMO también se profundiza debido a los procesos físicos mencionados y a la reducción de la respiración, causada por la menor producción de materia orgánica. En consecuencia, los ciclos del C y N asociados a la deficiencia de oxígeno también se ven afectados.

Los efectos del ENOS en la productividad y comunidades del plancton y del bentos son múltiples (fig. 18). Los datos de IMARPE desde 1980 indican que en años neutros y en años LN, la concentración superficial de clorofila-a (indicador de la biomasa del fitoplancton) en las aguas sobre el margen continental varía entre 1,2 y 6,7 mg m<sup>-3</sup>, mientras que en años EN este rango tiende a reducirse a 1,2-2,6 mg m<sup>-3</sup>. Asimismo, durante EN la distribución del fitoplancton cambia drásticamente. La distribución de las diatomeas se reduce a áreas muy costeras (<10 millas) o desaparece, mientras que las especies termófilas asociadas a ASS y/o AES se aproximan a la costa. Por el contrario, durante LN el afloramiento más intenso favorece el desarrollo de las diatomeas; si bien su concentración es limitada por la turbulencia de la capa superficial en la zona costera, su distribución se amplía hasta fuera de las 60 millas.

El zooplancton, durante EN, muestra desplazamiento de especies propias de las AES como el copépodo *Centropages furcatus* al sur de Paita, pudiendo llegar incluso hasta Ilo; copépodos como *Calocalanus pavo*, *Mecynocera clausii*, de ASS, tienden acercarse a la costa; los niveles de abundancia y tamaños de especies gelatinosas, como salpas y doliolos se incrementan; especies de ACF migran hacia el sur y en casos extremos como el copépodo *Centropages brachiatus* desaparece, liberando al lecho marino, previamente, huevos en estados de diapausa que eclosionan cuando retornan las condiciones normales. En periodos LN, el zooplancton de la zona costera tiende a ampliar su distribución por fuera de ella y las especies propias de ACF amplían su distribución al norte de Paita.

La figura 18 también muestra la variabilidad interdecenal de indicadores clave del ecosistema de afloramiento desde la década de 1960. Por ejemplo, el zooplancton exhibe cambios en su biomasa y composición. Hasta mediados de la década de

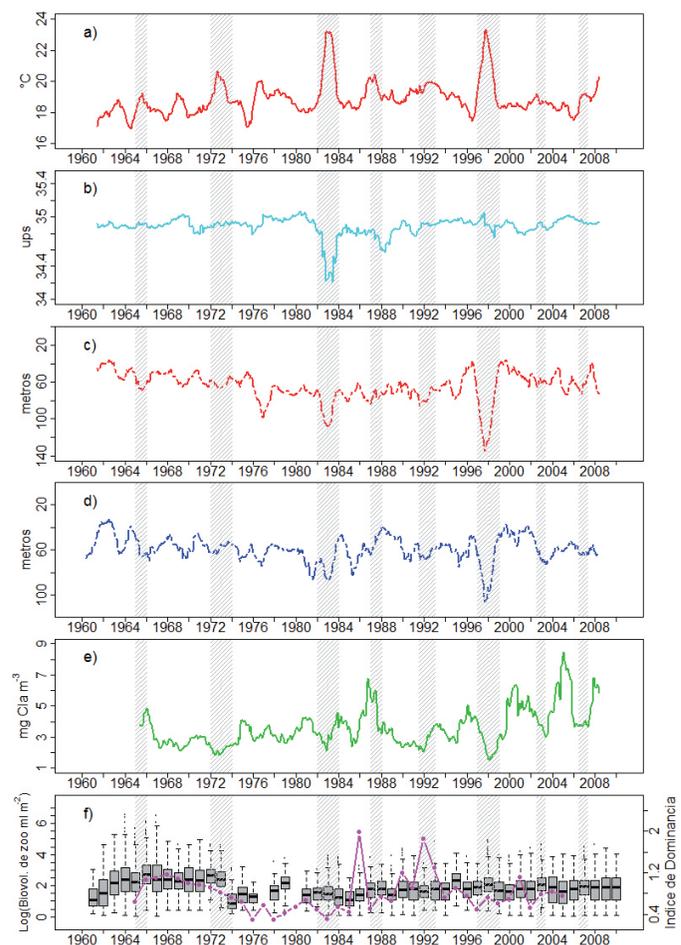


Fig. 18. Series interanuales de (a) temperatura superficial del mar en °C; (b) salinidad superficial (UPS); (c) profundidad de la isoterma de 15°C (m), profundidad de la oxiclina (m), inferida de la iso-oxígena de 1 ml L<sup>-1</sup> (m); (d) concentración superficial de clorofila-a (mg Cl a m<sup>-3</sup>); (e) índices de dominancia del zooplancton pequeño (línea negra) y eufáusidos (línea morada). Para ello se procesó la base de datos histórica del IMARPE, 1960-2008 (3,5°S-20°S, 0-100 km de la costa), en resolución mensual. Sobre las series finales completas se realizó un filtro anual. Las secciones sombreadas (plomo) indican los periodos en los cuales hubo la presencia de un evento EN, tomando como referencia las anomalías de la región Niño 1+2. Patricia Ayón, Octavio Morón, Michelle Graco, Dante Espinoza y Florián Monetti.

1970 el biovolumen (indicador de biomasa) del zooplancton exhibió los valores más altos y estuvo dominado por eufáusidos y otros zooplanc-tones grandes. Posteriormente, y hasta finales de la década de 1980, el zooplancton pequeño (co-pépodos pequeños) dominó el biovolumen que se redujo significativamente, mientras que luego y hasta el presente se han registrado niveles inter-medios de biovolumen, con mayor dominio de eufáusidos y grandes copépodos. Esta variación corresponde a cambios en la salinidad superficial y en la oxigenación de la columna de agua, posi-blemente ligados al régimen del PDO, sugiriendo que el período intermedio, asociado a la fase cálida del PDO, se caracterizó por una mayor perma-nencia cerca de la costa de las ASS, deprimiendo la oxiclina y el límite superior de la ZMO a mayor profundidad.

Como el régimen de oxígeno sobre la mayor parte de la plataforma continental es controlado principalmente por el ciclo ENOS, la sucesión y distribución espacial de las comunidades bentóni-cas allí también es afectada. Los EN extremos o fuertes causan la reducción o desaparición de las bacterias filamentosas gigantes y favorecen que los fondos sean colonizados por la macrofauna aeróbica, aumentando la biodiversidad y bioma-sa de grupos poco tolerantes a la deficiencia de oxígeno, como moluscos, crustáceos, equinoder-mos, sipuncúlidos y grandes poliquetos, mientras caen las biomasas de nemátodos y otros grupos de la fauna intersticial. Condiciones neutras a dé-biles de EN tienden a favorecer el desarrollo de los tapices bacterianos de *Thioploca* spp. así como de algunas especies de la macrofauna tolerantes a la deficiencia de oxígeno. Finalmente, las condi-ciones de LN permiten el máximo desarrollo de las comunidades de la ZMO y en particular de los grupos tolerantes a la anoxia, como nemátodos y foraminíferos bentónicos. Bajo estas condiciones la macrofauna bentónica tiende a desaparecer.

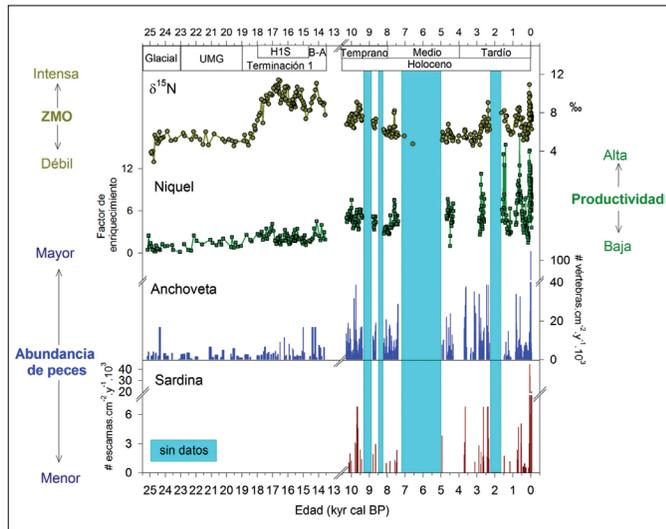


Fig. 19. Reconstrucción de los impactos de las grandes variaciones climáticas de los últimos ~25.000 años en el centro de afloramiento costero de Pisco, en base a registros sedimentarios del margen continental. (a) intensidad de la zona de mínima de oxígeno, en base a la razón isotópica del N en la materia orgánica sedimentaria; (b) productividad, en base al enriquecimiento de níquel (micronutriente); (c) biomasa local de anchoveta, en base al conteo de vértebras en el sedimento; y (d) biomasa local de sardina, en base al conteo de escamas. Renato Salvattecí y Dimitri Gutiérrez.

## Retos de las investigaciones oceanográficas

### El cambio climático, presente y futuro

El cambio climático se define por el cambio en el estado del clima en las condiciones medias de sus propiedades y/o de su variabilidad, que persiste por un período prolongado –varios decenios o más–. Existen procesos naturales que han causado cambios climáticos en el pasado, como los ciclos orbitales que generan los períodos glaciales e interglaciales, la variabilidad interna del sistema climático y el volcanismo. Reconstrucciones paleoclimáticas de nuestra región evidencian la influencia en el sistema de afloramiento costero de las grandes variaciones climáticas desde el último máximo glacial (fig. 19).

El cambio climático presente se debe a la emisión antropogénica de  $\text{CO}_2$  y otros gases de efecto invernadero, que han alterado la composición de la atmósfera causando el calentamiento global. Las evidencias del calentamiento actual son ya incontrovertibles y muchos de los cambios de los últimos decenios no tienen precedentes en los milenios recientes. El océano ha absorbido un 90% del calor liberado y un 30% de las emisiones antropogénicas de  $\text{CO}_2$ , limitando así directa e indirectamente el calentamiento de la atmósfera. No obstante, ello ocurre a costa de múltiples procesos físicos y químicos, tales como el aumento de la estratificación térmica, la elevación del nivel del mar, cambios en la salinidad y en la circulación global, reducción de la solubilidad de los gases como el oxígeno y acidificación marina, afectando la distribución, productividad y biodiversidad de los ecosistemas marinos y sus recursos.

El cambio climático exhibe diferencias regionales debido a las características propias del sistema climático en las diferentes cuencas y continentes. Se ha postulado que en la costa peruana el calen-

tamiento global provoca la intensificación de los vientos que causan el afloramiento costero debido al aumento de la gradiente de calor entre el continente y el mar adyacente. Recientes estudios sugieren una tendencia significativa de enfriamiento de la franja marino-costera entre el centro de Perú y norte de Chile para los últimos 35 años, pero los registros de los vientos costeros son escasos y las causas de la tendencia se mantienen en debate. Las primeras simulaciones del impacto del cambio climático frente al Perú predicen una disminución del afloramiento costero, una intensificación de los procesos de retención costera y una reducción de la productividad marina, en las cuales la estratificación térmica juega un rol significativo.

El IMARPE sigue una estrategia de investigación de largo plazo para el modelado de los efectos del cambio climático, en base a los escenarios futuros representados en los modelos climáticos globales del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5, del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. El primer paso es la reducción de escala de modelos climáticos globales seleccionados a través de uno atmosférico regional, el cual se usa como forzante para un modelo de circulación oceánica regional de alta resolución espacial, acoplado a un modelo biogeoquímico que simula campos de detritus, nutrientes, oxígeno, fitoplancton y zooplancton. Los escenarios físicos y biogeoquímicos regionales obtenidos permitirán aplicar otros modelos para evaluar el impacto ecosistémico del cambio climático, tales como modelos de nicho y/o modelos basados en individuos (fig. 20).

### **El Niño/La Niña: hacia la predicción de los impactos en el ecosistema**

Los eventos EN fueron descritos primero en el Perú a fines del siglo XIX, en base a las altas TSM, precipitaciones e inundaciones en la costa norte. Posteriormente, el avance del conocimiento cien-

tífico determinó que estas anomalías obedecían a alteraciones de gran escala de la circulación atmosférica y marina en el Pacífico Ecuatorial, con sus impactos más evidentes en el PTSE y en Oceanía. A nivel marino, los índices más empleados por la comunidad internacional como herramientas de diagnóstico han sido el Índice Oceánico de El Niño (ONI) y el Índice Multivariado de El Niño (MEI), que se basan en información de TSM de la región del Pacífico Ecuatorial Central. Gran parte de los modelos internacionales de predicción de EN también usan el Pacífico Central como región crítica. No obstante, la información derivada de esta región no necesariamente se refleja en la dinámica de las condiciones oceanográficas frente a la costa peruana, donde el viento costero juega un papel muy importante. Además, en las últimas décadas se ha manifestado una tendencia a una mayor frecuencia de Niños en los cuales las máximas anomalías ocurren en el Pacífico Central ('Niño Modoki') y no en el PTSE ('Niño canónico') (fig. 17). La vinculación de este fenómeno con el calentamiento global es actualmente debatida con intensidad por la comunidad científica.

En todo caso la diversidad de las manifestaciones del ENOS hace indispensable el desarrollo de herramientas propias de diagnóstico y predicción a nivel regional y del país. Por ello, desde 1977 existe el Comité Multisectorial del Estudio del Fenómeno de Niño (ENFEN), órgano técnico que tiene como misión monitorear, predecir y estudiar los impactos del ciclo ENOS en el Perú y que es presidido por el IMARPE. El ENFEN emplea información levantada en el país y desarrolla índices locales para el diagnóstico y pronóstico de ENOS. En este contexto, el IMARPE se encarga del estudio y monitoreo de los impactos del ENOS en los ecosistemas del mar peruano, empleando las distintas plataformas observacionales con que cuenta (estaciones costeras, buques, registros continuos, información satelital)

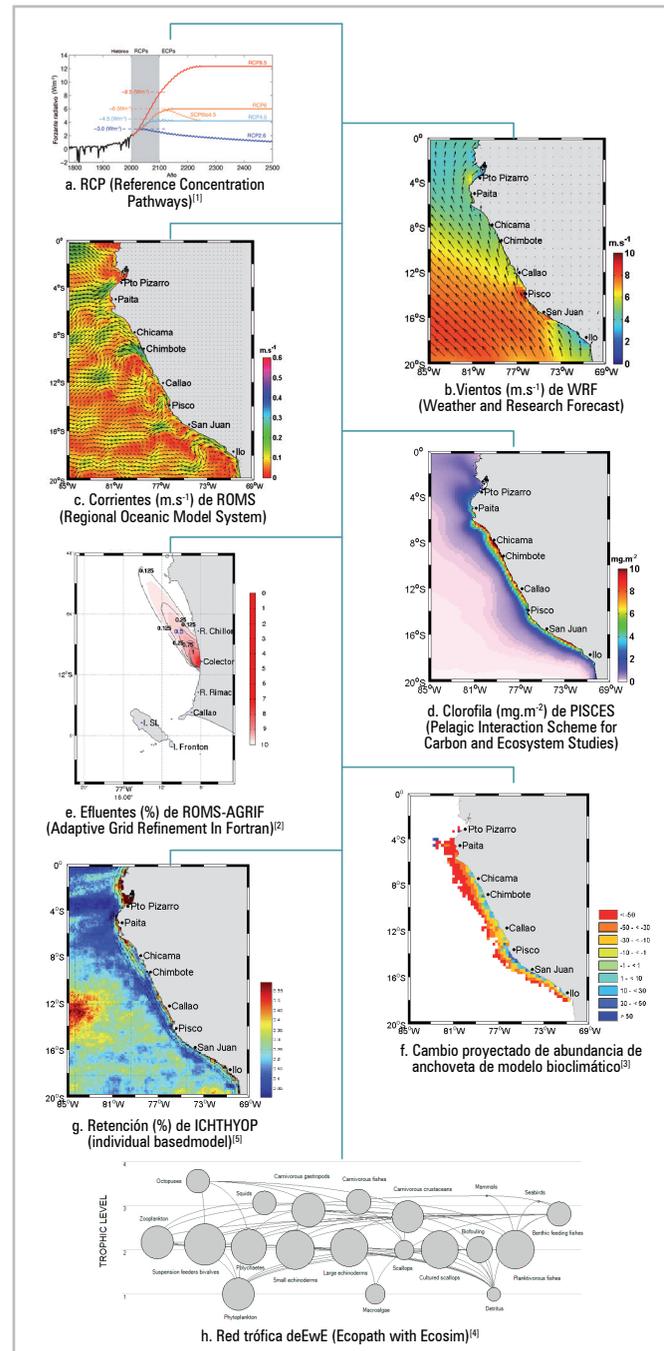


Fig. 20. Esquema de modelado de escenarios climáticos e impactos en el ecosistema: se comparan modelos del CMIP5-IPCC del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) (a), se realiza una reducción de escala dinámica con el modelo atmosférico WRF (b), cuyas salidas se usan para forzar el modelo oceánico (ROMS) (c) y biogeoquímico PISCES (d), permitiendo usar técnicas de anidamiento (ROMS-AGRIF o ROMS2ROMS) (e) para modelar zonas costeras, como bahías o áreas marinas protegidas. El modelado de los impactos en el ecosistema se realiza con diversos enfoques: modelos bioclimáticos (f), modelos basados en individuos (g) y modelos ecotróficos multispecíficos (h), que podrán simular cambios temporales y espaciales de los recursos de importancia económica. Jorge Tam y Adolfo Chamorro.

y desarrollando modelos de simulación para el estudio del impacto de las ondas Kelvin y atrapadas en la productividad del ecosistema (fig. 21). En la última década estas capacidades han sido fortalecidas gracias a un mayor financiamiento nacional e internacional, y a la cooperación científica, en la que destaca el apoyo del Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) en el campo de la simulación numérica y en el desarrollo de herramientas de cálculo. Los retos futuros consisten en mejorar la capacidad de pronóstico de los impactos físicos y ecosistémicos del ENOS, tanto en ocurrencia como en intensidad y diversidad.

### La ZMO y la acidificación del océano

La absorción del  $\text{CO}_2$  por el océano desestabiliza el equilibrio termodinámico del sistema de carbono disuelto, ocasionando la “acidificación” marina, proceso asociado a la disminución del pH con implicancias para los ciclos vitales, en especial de los organismos calcificantes. Se estima que el pH marino global ya se ha reducido de 8,2 a 8,1 unidades desde la revolución industrial. A su vez, se espera que la pérdida de oxígeno, asociada al calentamiento y estratificación, afecte la abundancia y distribución de muchos organismos y recursos marinos. Si bien estos factores se dan a escala global, existen significativas diferencias a escala regional. Las regiones de afloramiento costero son consideradas áreas de especial interés debido a la combinación de las condiciones naturales de deficiencia de oxígeno y valores más bajos de pH que el promedio del océano. Además de la emisión de gases de efecto invernadero, como el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{N}_2\text{O}$ , la alta producción fitoplanctónica libera el gas Dimetil-sulfuro (DMS), que es la principal fuente marina de aerosoles de sulfato, los cuales intervienen en la formación de nubes y en el balance de radiación en la atmósfera. Por lo tanto las investigaciones de la biogeoquímica del mar peruano adquieren relevancia global. La coopera-

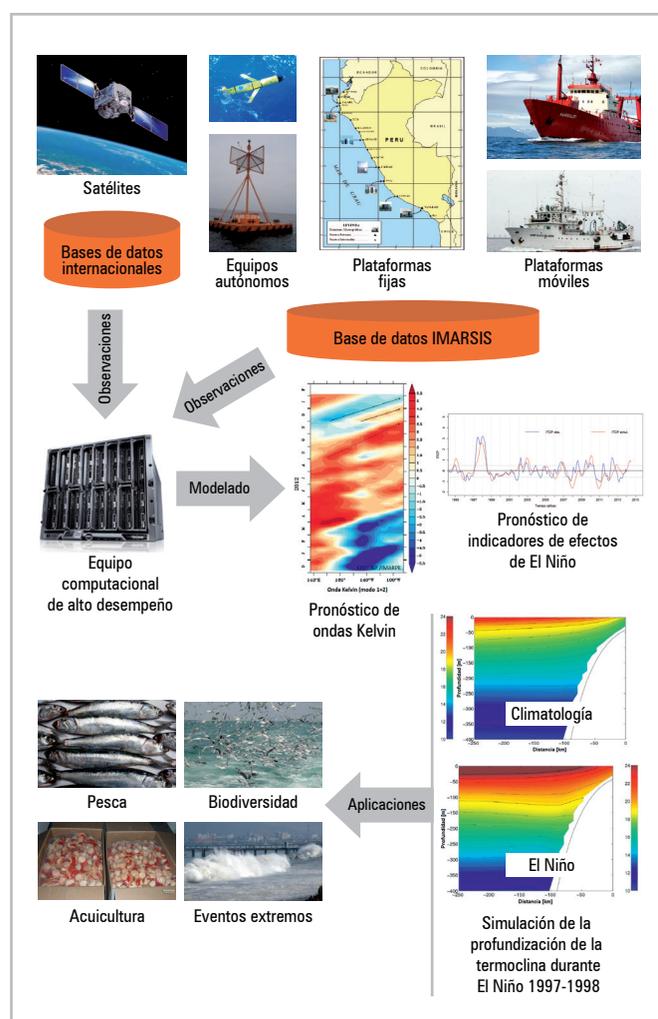
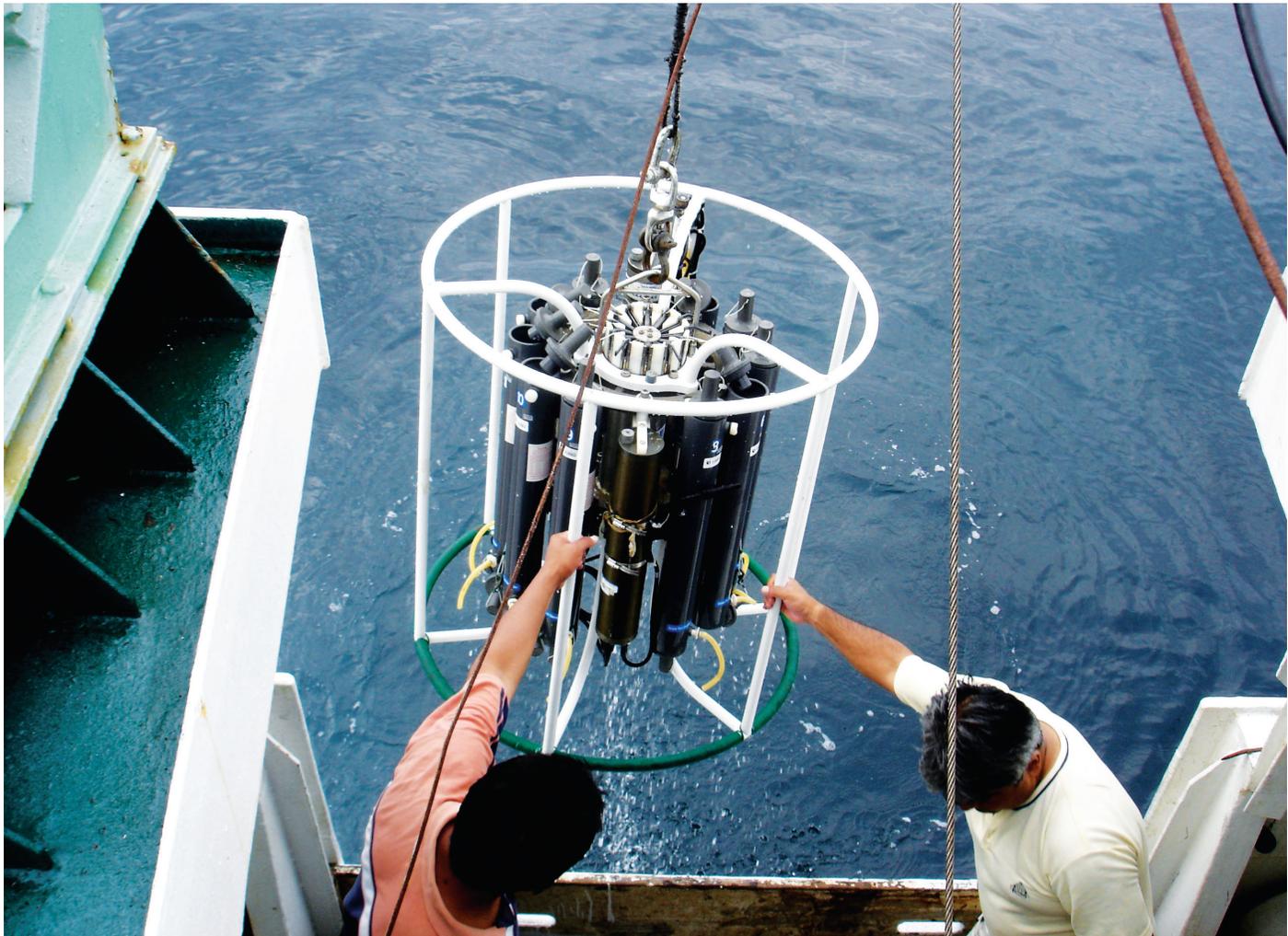


Fig. 21. Sistema observacional y modelado para la predicción de El Niño. El sistema de alerta temprana del IMARPE integra información oceanográfica, atmosférica y del ecosistema marino, proveniente de componentes observacionales y de modelado, para la toma de decisiones de diferentes sectores productivos. La componente observacional (arriba) comprende los registros de datos *in situ* de las estaciones costeras del IMARPE, operaciones en el mar y sensoramiento remoto. La componente de modelado del IMARPE (derecha) comprende pronósticos de la propagación de las ondas Kelvin en el Pacífico Ecuatorial usando un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia, pronósticos de los efectos de ENOS sobre la temperatura superficial del mar frente al Perú, usando modelos estadísticos (basados en el volumen de agua cálida ecuatorial y el Anticiclón del Pacífico Sur) y matemáticos (redes neuronales artificiales), así como el estudio de los impactos de EN sobre los procesos físicos, químicos y biológicos frente al Perú, usando modelos de ondas atrapadas a la costa. *Carlos Quispe*

ción científica del IMARPE con instituciones de Francia, Alemania, EEUU, entre otras, tiene este tópicó como aspecto fundamental.

### **Procesos físico-biológicos asociados al reclutamiento**

Entender los procesos naturales que afectan la supervivencia y la mortalidad que se dan en las primeras fases de vida de los recursos pesqueros, es uno de los grandes desafíos para la investigación ecológica del mar peruano y de otras regiones. Existen muchas hipótesis que explican los factores que modulan las fases tempranas de los ciclos vitales, pero la alta variabilidad del mar peruano



hace difícil aplicar alguna de ellas de manera simple. Por otro lado, las diferentes escalas de tiempo y espacio que se presentan en las variables ambientales, aumentan la complejidad de los procesos, siendo por ello útil el desarrollo de modelos que incorporen esas escalas.

El IMARPE viene estudiando este tópico tanto mediante observaciones como con la elaboración de modelos biológicos. Cruceros dedicados y de oportunidad han permitido acopiar una base de datos histórica de gran valor, facilitando caracterizar la distribución y concentración de huevos y larvas, especialmente de anchoveta, bajo diferentes condiciones ambientales. Los modelos biológicos han considerado aspectos como transporte de larvas (e.g. Individual Based Models o IBM) y balance energético dinámico (e.g. Dynamic Energy Budget o DEB), acoplados con modelos de circulación.

### **Procesos oceanográficos en los ecosistemas del borde costero**

Los ecosistemas del borde costero son biodiversos de alta productividad que, entre otras cosas, cumplen servicios de refugio y alimentación de los organismos, especialmente en las fases tempranas del ciclo de vida. La contaminación de diverso tipo (química, doméstica, industrial), la destrucción de hábitats y otras amenazas antrópicas afectan a estos particularmente vulnerables ecosistemas. En particular, la descarga de nutrientes y desechos orgánicos generan la eutrofización de algunas zonas costeras, favoreciendo el desarrollo de floraciones algales nocivas (FAN) o ‘mareas rojas’, que causan anoxias durante la senescencia y sedimentación de las microalgas. En algunos casos, especies formadoras de FAN también producen biotoxinas que causan daño a la salud humana. No obstante, los factores que determinan el desarrollo de las FAN son complejos y están condicionados por la geomorfología,

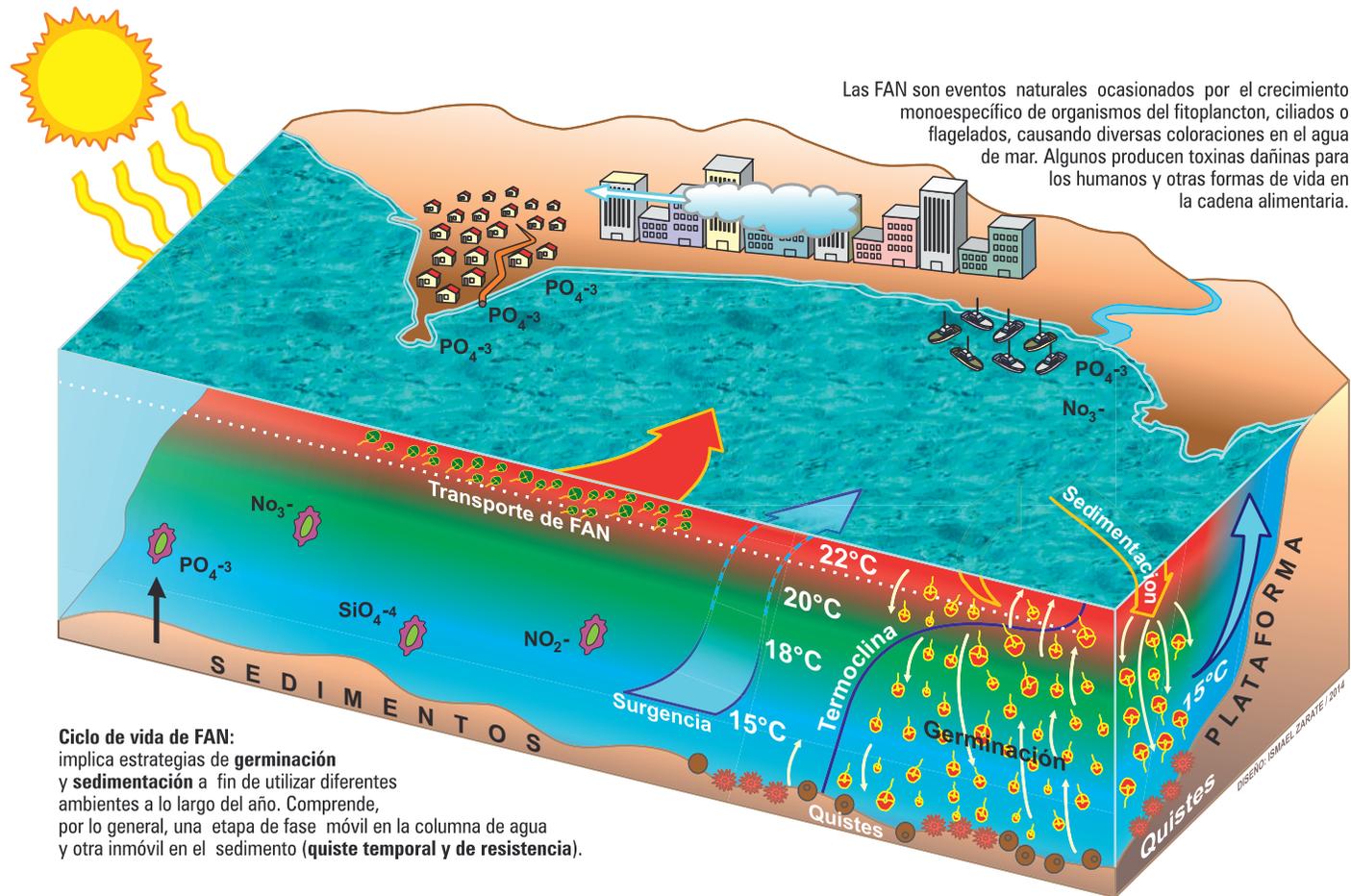


Figura 22. Procesos físicos y biogeoquímicos que intervienen en el desarrollo de FAN: a) Factores primarios o limitantes: luz, nutrientes; b) Factores secundarios o reguladores: temperatura y salinidad, herbivoría; y, c) Factores físicos, que favorecen los «parches» de células: vientos suaves o ausentes, lluvias y estratificación de la columna del agua. Las áreas afectadas por FAN corresponden a ecosistemas en donde se producen fenómenos de acumulación pasiva de células, generados por diferencias marcadas en la densidad del agua, por la presencia de corrientes (vórtices) o por una combinación de estos factores. *Sonia Sánchez y Jorge Quispe*.

la circulación costera y la dinámica de la estratificación de la columna de agua. Asimismo, la proporción relativa de nutrientes también influye en la sucesión del fitoplancton. Las puntas e islas costeras favorecen la generación de movimientos anticiclónicos que resultan en la retención de las aguas enriquecidas en nutrientes y, luego, de las floraciones mismas en la zona costera (fig. 22).

Debido al calentamiento global estos procesos tienden a exacerbarse y a afectar la biodiversidad marina, la pesca artesanal, el turismo y la acuicultura; y por tanto pueden ser considerados eventos

extremos. Su predicción requiere profundizar la cuantificación de los mecanismos y procesos que interactúan en el desarrollo, permanencia y disipación de las FAN. Por ello, otra de las prioridades actuales del IMARPE es la realización de estudios integrales de los procesos físicos, químicos y biológicos de las bahías, comprendiendo observaciones de alta frecuencia de la hidrodinámica, plancton y nutrientes; observaciones de los impactos de las FAN en el bentos y los sedimentos; así como modelado hidrodinámico y biogeoquímico en estos sistemas.

### **El mar profundo y ecosistemas especiales**

El conocimiento de los ecosistemas del mar profundo, así como de los recursos minerales del zócalo del mar peruano, es muy escaso. En general, los cañones submarinos son áreas que propician una alta biodiversidad y biomasa, debido a la heterogeneidad del hábitat y a la intensa sedimentación lateral desde las zonas costeras; además de ser áreas de refugio de la actividad humana extractiva. Cabe indicar que en áreas escarpadas del talud y en cañones submarinos de Sechura, Chiclayo y Callao, se ha detectado evidencias de emanaciones de metano, que dan lugar a ecosistemas bentónicos especiales, para los cuales no se han realizado hasta el momento investigaciones sistemáticas. Además, las características geoquímicas del margen continental también han propiciado la formación y preservación de minerales e hidratos de carbono. Es de esperar que las condiciones ambientales extremas en que se desarrollan los ecosistemas profundos del mar peruano hayan permitido la evolución de una importante riqueza genética con un gran valor desde el punto de vista científico y de la biotecnología. Por ello, el IMARPE tiene entre sus tareas futuras fortalecer la exploración submarina con un enfoque multidisciplinario y haciendo uso de tecnología de punta, para lo cual busca generar alianzas estratégicas con socios nacionales e internacionales.

# Recursos pelágicos

Marilú Bouchon

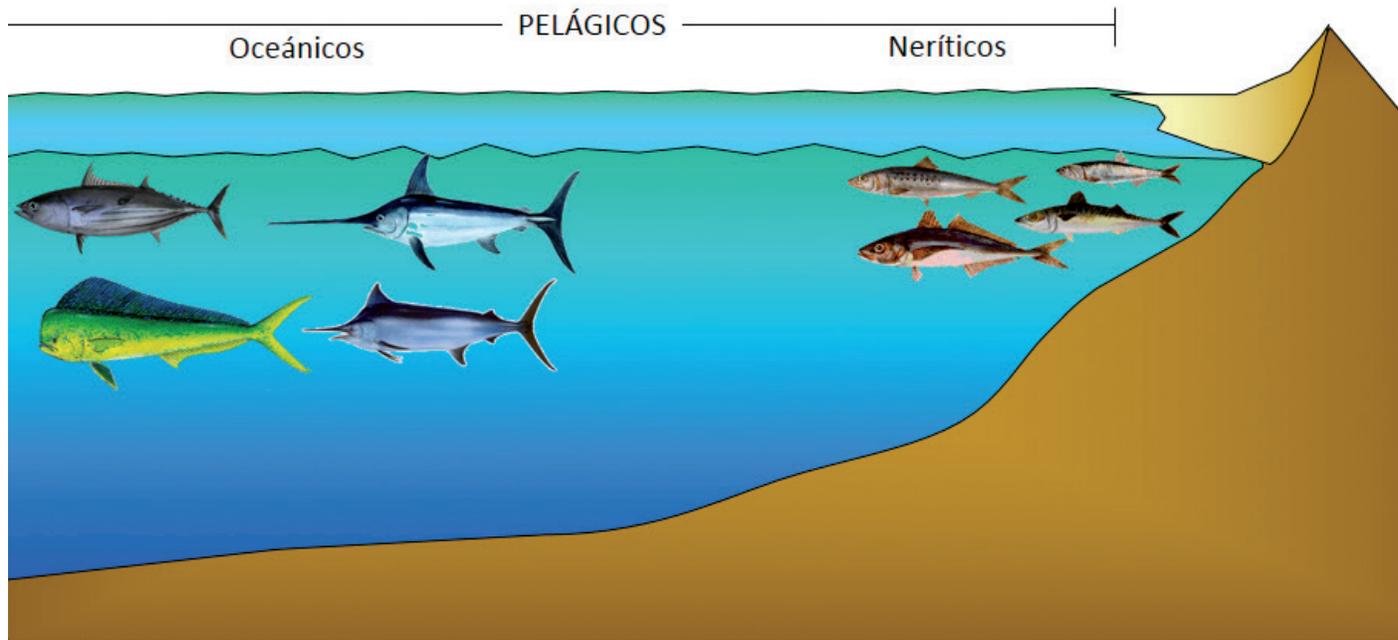
El mar peruano es altamente productivo y se caracteriza por la gran abundancia de poblaciones de peces, entre los que destacan aquellos que habitan la parte superficial del mar. En conjunto, constituyen los llamados recursos pelágicos, que pueden clasificarse en dos grandes grupos, aquellos que viven en la zona más cercana a costa –anchoveta, jurel, caballa, sardina y otros–, y los que tienen un hábitat más oceánico –bonito, barrilete, atún, merlín, pez espada, perico, entre otros–.

Nuestro ecosistema marino presenta una gran variabilidad ambiental –con fenómenos como El Niño, La Niña y otros de menor escala–, lo que suele impactar con gran intensidad a los recursos pelágicos, incorporando mayor incertidumbre en el diagnóstico y el manejo de su pesquería.

El estudio de los recursos pelágicos peruanos tiene ya unas seis décadas de desarrollo. Todo comenzó cuando la Compañía Administradora del Guano se interesó en la anchoveta, ya que constituía el principal alimento de las aves guaneras. Pero el impulso principal fue dado por el desarrollo de la industria de harina de pescado, que creció exponencialmente en los años 60, llevando a que en menos de una década nuestro país pasara a ser



*Midiendo especies capturadas.*



*Distribución espacial de los recursos pelágicos.*

el tercer productor de harina de pescado en el mundo. Esto generó una problemática en torno al manejo de ese recursos y, en consecuencia, llevó a investigarlo, primero con el IREMAR (Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos) y desde 1964 con el IMARPE.

En el IMARPE los estudios sobre los recursos pelágicos se iniciaron con el Departamento de Biología, e implicaron el desarrollo de varios programas de investigación. Entre ellos podemos mencionar el de Dinámica de Poblaciones, que inició los estudios de evaluación de stocks de anchoveta; y el Biología Pesquera, a cargo del doctor Hermann Einarsson, que investigaba su crecimiento, tamaño, reclutamiento, alimentación y reproducción. El propio Einarsson reclutó al biólogo Luis Alberto Flores y juntos iniciaron la catalogación de las gónadas, elaborando la escala de madurez sexual (macroscópica).

Posteriormente, en 1972, se formaron dos áreas, una de Monitoraje de Anchoveta, encargada de



*El doctor Herman Einarsson inició los estudios de biología pesquera.*

hacer el seguimiento de este recurso; y otra de Peces de Consumo, que inició estudios de otros recursos pelágicos como sardina, jurel y caballa. En 1977 se estableció una tercera área, la de Evaluación de Recursos Pelágicos, a cargo de Jorge Csirke.

En la década siguiente se creó la Dirección de Recursos Pelágicos, que asumió la tarea de monitorear a la anchoveta y otros recursos pelágicos, mediante el programa de Seguimiento de Recursos Pelágicos; evaluar la población de estos recursos, monitorear la anchoveta y conocer la biología y la dinámica de las poblaciones de aves y mamíferos marinos.

En la actualidad, la Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos cuenta con tres áreas funcionales: la de investigaciones de recursos neríticos pelágicos, que incluye el Laboratorio de Biología Reproductiva, la de recursos transzonales y altamente migratorios, y la de dinámica de población y evaluación de recursos pelágicos, donde se incluye las investigaciones de depredadores superiores (aves, mamíferos y tortugas marinas).

## **Logros**

### **Monitoreo de la pesquería**

Como ya se señaló, la pesquería de recursos pelágicos, principalmente la anchoveta, se ve fuertemente afectada por la gran variabilidad ambiental de nuestro ecosistema marino. Ello conlleva incertidumbre en el diagnóstico de su población y en el manejo de la pesquería. Este hecho llevó a que los científicos del IMARPE concentraran su mayor esfuerzo en desarrollar nuevas y mejores metodologías para obtener información biológico-pesquera, permitiendo tomar acciones rápidas para la protección de los stocks. Este proceso se inició con el registro



Primeros científicos peruanos del IMARPE. Entre ellos destacaron los doctores Julio Valdivia y Aurora Chirinos de Vildoso, y los biólogos Luis Alberto Flores e Isabel Tsukayama.

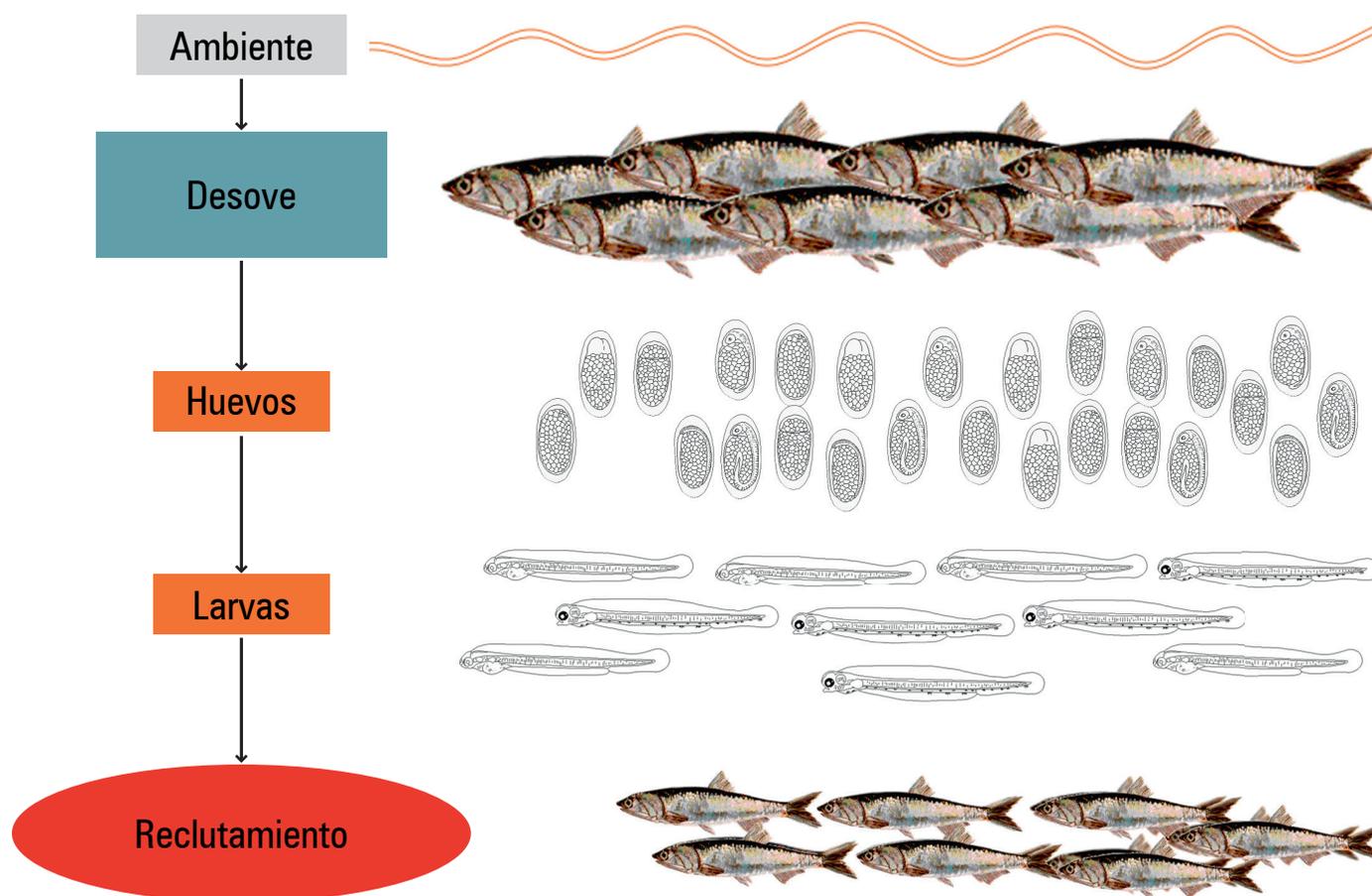


Luis Alberto Flores, primer jefe del laboratorio del IREMAR y luego del IMARPE.



Seguimiento de la pesquería pelágica.

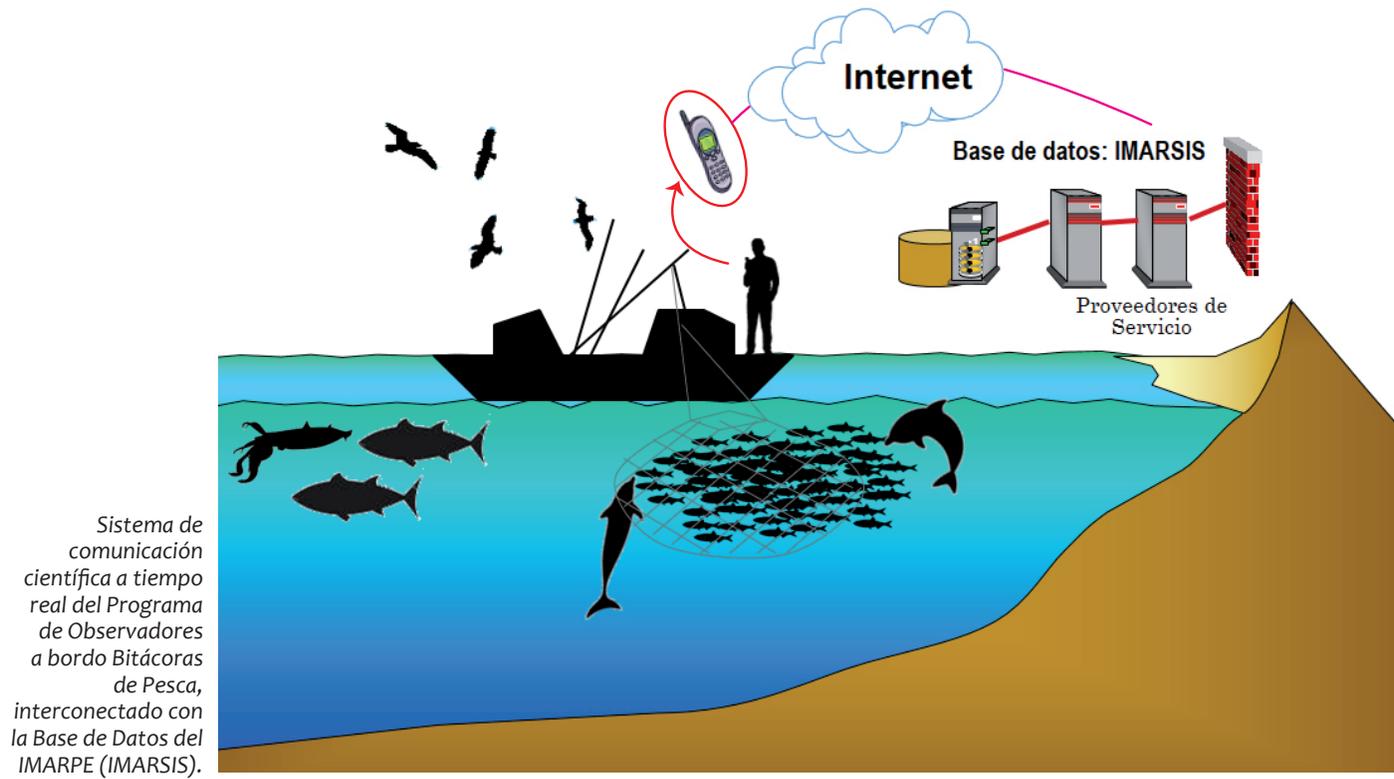
de información en los puntos de desembarque, pero fue siendo mejorado a lo largo de los años. Hoy en día se puede contar con diversas fuentes de información, entre ellas las observaciones tomadas a bordo de la flota comercial en las mismas áreas de pesca (*in situ*), transmitidas por telefonía móvil, en tiempo real, a la base de datos IMARSIS; la obtención de datos ambientales; y cruceros multidisciplinarios que incluyen hasta los depredadores superiores y otros peces. Asimismo, se cuenta con información proporcionada por el Sistema de Seguimiento Satelital (SISESAT) que ha permitido conocer, día a día, las principales áreas de pesca de la flota industrial, información que, complementada con los datos biológico-pesqueros obtenidos en los puntos de



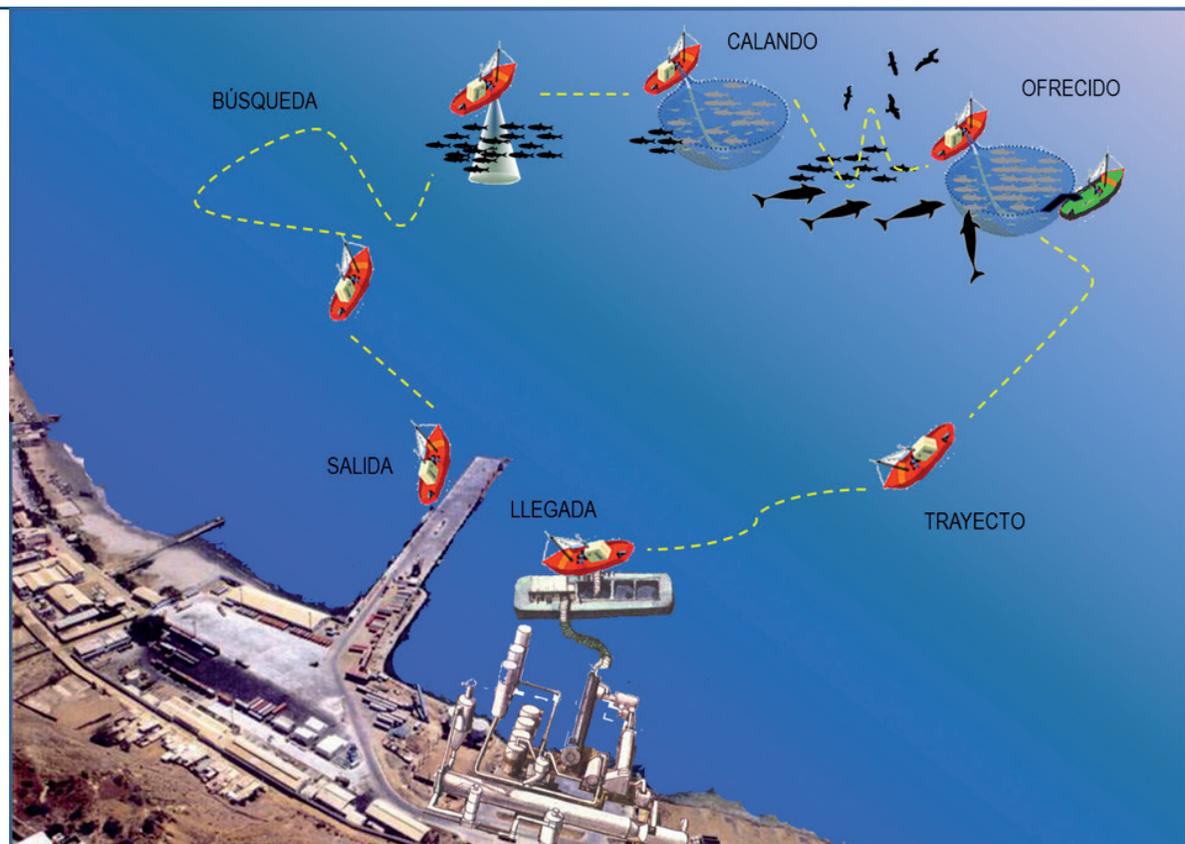
Relación stock-reclutamiento.

desembarque y a bordo de las embarcaciones, permite conocer la magnitud de la pesca diaria y las áreas de incidencia de juveniles.

En este sentido, se ha alcanzado a tener un nuevo concepto en la administración de la pesquería de recursos pelágicos, conocido como “manejo adaptativo”, que incorpora elementos del enfoque ecosistémico. Esta innovación, efectuada de una manera ordenada y rápida, ha permitido la estabilidad en el desarrollo de la pesquería, asegurando la sostenibilidad del recurso a través del tiempo, incidiendo su impacto en todos los periodos, tanto a corto como a largo plazo. Asimismo, la mayor cantidad de información biológica-pesquera obtenida ha permitido



Diferentes actividades de la flota de cerco pelágica, estudiadas mediante el Programa de Observadores a bordo Bitácoras de Pesca



diversificar e incrementar las medidas de manejo en la pesquería de anchoveta y otros recursos pelágicos.

### Aspectos de reproducción

Las investigaciones en biología reproductiva evolucionaron desde las catalogaciones macroscópicas (cualitativa), pasando a la toma de pesos de gónadas para obtención de índices reproductivos (cuantitativa) y técnicas histológicas con parafina para obtener el estado reproductivo de los recursos al inicio de los 2000, hasta cortes histológicos en tiempo real, con un Laboratorio de Biología Reproductiva especializado en técnicas modernas.

### Dinámica de Poblaciones

A lo largo del tiempo se han implementado y aplicado diversos modelos de evaluación indirecta para los principales recursos pesqueros: anchoveta, jurel y caballa. En los últimos años se ha fortalecido el grupo de evaluación de stocks con profesionales de diferentes especialidades, como biólogos, ingenieros pesqueros, matemáticos puros y estadísticos, lo que ha permitido implementar modelos más sofisticados como Análisis de Población Virtual (APV), Método Estadístico de Captura a la Edad (MECE) y Modelo Estadístico para Anchoveta (MEA).



Laboratorio de Biología Reproductiva.

Interferencia de las aves y lobos marinos con la pesquería de cerco pelágica.



Incidencia de ejemplares juveniles en la pesquería pelágica.

### Depredadores superiores

Se realizaron censos y salidas de campo a diferentes islas y puntas guaneras del litoral peruano, para cuantificar e investigar a los lobos y a las aves marinas. Asimismo, se han iniciado estudios sobre tortugas marinas y varamientos de recursos.

En toda la historia del IMARPE, y en base a la experiencia obtenida, se han desarrollado mejoras en las investigaciones de recursos pelágicos, como por ejemplo:

- La incorporación de información de la pesquería de otras especies en el reporte diario.
- La incorporación de nuevas tecnologías, especialmente sistemas de comunicación.
- Comunicación interactiva con empresas pesqueras y pescadores.
- Mejores coordinaciones con el Ministerio de la Producción.

### Actividades futuras

- Se espera mejorar los métodos de evaluación de stocks para los diferentes recursos pelágicos.
- Se tiene previsto incrementar las observaciones biológica-pesqueras sobre el ecosistema oceánico en el mar peruano, incluyendo: túnidos y especies afines, perico (Mahi mahi), pez volador, peces picudos y especies mesopelágicas como *Vinciguerria* sp. Se prevé utilizar información satelital de alta resolución y programas de marcación electrónica de peces para ver cambios en la distribución espacial.
- Se va a reforzar los estudios sobre edad y crecimiento de las principales especies pelágicas, incluyendo la lectura de anillos diarios de crecimiento.
- Se espera obtener mejores indicadores de desempeño de la pesquería según el tipo de flota, incluyendo la de menor escala.

Década del 60	Actualidad
<b>Seguimiento de la pesquería</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento en puertos</li> <li>• Mapas manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento en puertos y a bordo de embarcaciones</li> <li>• Mapas digitales</li> <li>• Incorporación de información satelital</li> </ul>
<b>Dinámica poblacional</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculadoras</li> <li>• Estadística simple</li> <li>• Simulaciones de corto plazo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadoras de última generación</li> <li>• Paquetes estadísticos sofisticados</li> <li>• Programación</li> <li>• Simulaciones de corto plazo</li> </ul>
<b>Reproducción</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio macroscópico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio microscópico</li> <li>• Estudio histológico</li> </ul>
<b>Edad y crecimiento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura natural</li> <li>• Microscopio de baja potencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura e instalaciones especiales</li> <li>• Microscopio de alta potencia</li> </ul>

- Se espera lograr la cuantificación por métodos indirectos del crecimiento, reclutamiento y migración de los pequeños pelágicos.
- Se espera mejorar la estimación de descartes y captura incidental en la pesquería industrial de cerco de anchoveta.
- Establecimiento de un sistema de obtención de datos sobre contenido graso y ácidos grasos en las principales especies del ecosistema pelágico (anchoveta, jurel y caballa)
- Fortalecimiento de las investigaciones sobre ecología de forrajeo de aves guaneras en la isla Pescadores, mediante la marcación de aves con dispositivos para seguimiento satelital y registradores de profundidad y tiempo.
- Interacción entre los lobos marinos y las actividades de pesca artesanal.



Medición de especímenes.

# Recursos demersales y litorales

Raúl Castillo

Desde su creación, el IMARPE ha tenido entre sus objetivos el registrar la fauna marina en las aguas peruanas, particularmente su taxonomía y distribución, pues ello es fundamental para cualquier estudio biológico, ecológico o pesquero. Esta labor fue realizada inicialmente por la Oficina de Estudios Taxonómicos (OET), luego por la Dirección de Estudios Taxonómicos y Evaluación de Recursos Potenciales (DETERP), que en los años 90 pasó a ser la Unidad de Investigaciones en Biodiversidad (UIB) y actualmente es el Área Funcional de Investigaciones en Biodiversidad (AFIB).

Dado el enfoque sistémico que implica la integración de los estudios taxonómicos en lo que se denomina investigaciones de la biodiversidad, al igual que en todas las instituciones de investigación marina a nivel mundial, el AFIB aplica métodos y protocolos que permiten informar a las demás áreas de investigación la situación –en el amplio concepto que implica la biodiversidad– de la mayoría de organismos marinos (taxonomía, distribución geográfica y batimétrica, hábitat, etc.); no solamente de aquellos que se consideran recursos pesqueros en actual explotación o recursos potenciales, sino también de aquellas especies que pueden influir en la abundancia de los recursos pesqueros de importancia comercial,

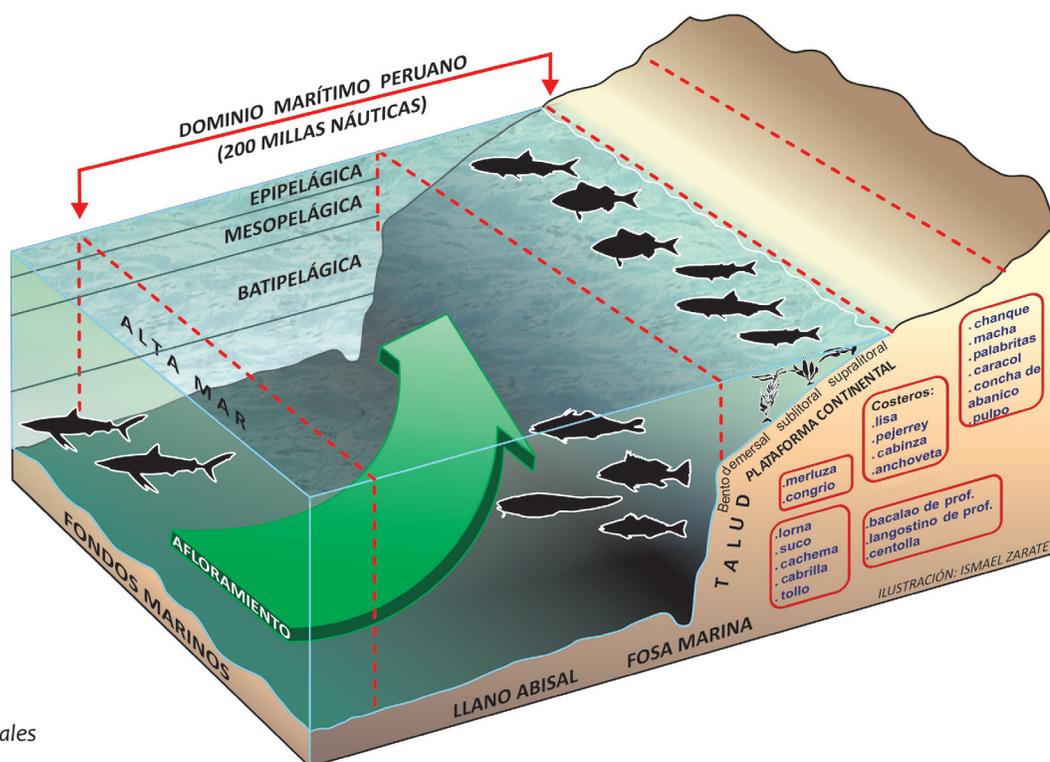


Dra. Norma Chirichigno y destacados colaboradores: M. Méndez, V. Valdivieso y J. Vélez.

cuyas poblaciones (principalmente de especies de peces) son las que evalúa el IMARPE.

Hasta 1946 fueron pocos los investigadores que dedicaron su atención a la ictiología peruana, destacando el trabajo de Hildebrand, obra básica fundamental sobre nuestros peces costeros, llegando a describir 261 especies. Y a partir de 1951, Koepcke realizó estudios ecológicos de la ictiofauna marina del Perú.

Por encargo de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, la Dra. Norma Chirichigno, jefa de la Dirección de Estudios Ictiológicos del IMARPE, elaboró la *Lista sistemática de los peces marinos comunes para Ecuador, Perú y Chile* (1969), que incluye 610 especies costeras y oceánicas de superficie, media agua y demersales, especies de fondo y abisales. Asimismo, como consultora del Proyecto INFOPECA (1982), y en colaboración con expertos extranjeros y nacionales, compiló una



Distribución espacial de los principales recursos costeros y demersales.

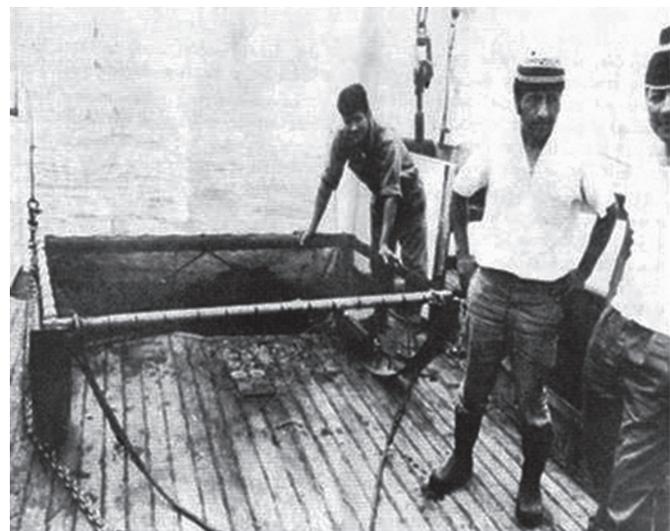
primera versión del *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte II, Pacífico Centro y Suroriental*, que incluye peces óseos y cartilagosos.

En 1987 se logró la primera edición de la *Lista sistemática de moluscos marinos del Perú*, informándose de 872 especies pertenecientes a 141 familias (Víctor Álamo y Violeta Valdivieso). Luego, en 1996, W. Elliott, F. Paredes y colaboradores publicaron la *Nomenclatura actualizada de peces comerciales del Perú*, listando 162 especies con sus nombres vernaculares locales y/o regionales, actualizando los nombres científicos.

En 1998 se publicó la segunda edición revisada y actualizada de la *Clave para identificar los peces marinos del Perú* (N. Chirichigno y Juan Vélez), en la que se adicionaron 161 especies, totalizando 727 especies. Posteriormente, en el 2001, se actualizó información nacional e internacional hasta entonces disponible a fin de culminar el *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú* (N. Chirichigno y Martín Cornejo).

Con respecto a los crustáceos, fundamentalmente decápodos y estomatópodos, al año 2012 se ha registrado 418 especies en nuestro mar.

En las prospecciones con barcos bio-oceanográficos o arrastreros comerciales se ha utilizado gran diversidad de aparejos: redes de arrastre de fondo y de media agua, redes camaroneras, redes de arrastre tipo Engel y tipo Granton, rastra Agassiz, rastras Del Solar, red Hensen, redes Isaacs-Kidd de arrastre a media agua, dragas, etc., hasta profundidades que superaron en algunas ocasiones los 1500 m. En las salidas y muestreos de zonas costeras o de aguas de poca profundidad se ha empleado buceo scuba, buceo con compresora, nasas, trampas, pequeñas redes de arrastre, etc.



Rastra diseñada por el Dr. Del Solar. El marco superior está formado por un tubo cerrado herméticamente, lo que permite mantener la rastra en una sola posición (Boletín de Lima n° 14, setiembre 1981).



En estas investigaciones (años 60-70) destacaron los doctores Norma Chirichigno (primera directora de la OET) y Enrique del Solar (asesor científico *ad honorem* del IMARPE), siendo los pilares fundamentales en el estudio y divulgación de las especies de peces, crustáceos y moluscos del mar peruano, no sólo a nivel bibliográfico, sino específicamente con el estudio de aquellas especies colectadas en los cruceros bio-oceanográficos, que permitieron descubrir nuevas especies y documentar muchos nuevos registros, que hasta entonces sólo habían sido mencionados ocasionalmente en el área peruana del Pacífico Sur Oriental. Participaron en estos trabajos los biólogos J. Vélez, Matilde Méndez, Víctor Álamo, Violeta Valdivieso y Jorge Zeballos.

Se llevaron a cabo prospecciones y estudios sobre peces, crustáceos y moluscos en numerosos cruceros del barco de investigación *SNP-1*, así como en embarcaciones de EEUU (*Anton Bruun*), Japón (*Kaiyo Maru*) y Rusia (*Chatyr Dag*), así como en barcos arrastreros comerciales (*Wiracocha*, *Challwa Japic N° 1*). Desde el punto de vista científico y comercial, por su valor potencial en la pesca, resaltamos que el Dr. Del Solar descubrió la comunidad de la zona arquibentónica del norte del Perú, con una excepcional población de langostinos rojos de profundidad. Asimismo, registró la presencia de poblaciones de cangrejos litódidos gigantes, denominados comúnmente centollas o *king-crabs*. Participó en la mayoría de cruceros realizados en el mar peruano.

Nuevas especies para la ciencia, cuyos nombres científicos fueron dedicados a biólogos peruanos y al Perú.

Otras importantes colecciones se realizaron en los cruceros llevados a cabo en los barcos bio-oceanográficos ruso (*Professor Mesyatsev*) y polaco (*Professor Siedlecki*), y en embarcaciones arrastreras y bolicheras de nuestra flota comercial. Con material de estas y otras colecciones, la Dra. M. Méndez publicó en 1981 una obra fundamental sobre los langostinos y camarones de la costa del Perú, contando para ello con financiamiento del Programa Cooperativo Peruano-Alemania de Investigación Pesquera (PROCOPA).

Con la colaboración con eminentes carcinólogos norteamericanos, la Dra. Méndez ha descrito siete nuevas especies para la ciencia: *Alpheus inca* (Wicksten y Méndez, 1981), *Notoalpheus imarpe* (Méndez y Wicksten, 1982), *Lebbeus scrippsi* (Wicksten y Méndez, 1982), *Lebbeus splendidus* (Wicksten y Méndez, 1982), *Bathypalaemonella delsolari* (Wicksten y Méndez, 1983), *Libinia peruana* (Garth y Méndez, 1983) y *Ogyrides tarazonai* (Wicksten y Méndez, 1988). Tres de estas nuevas especies fueron dedicadas al Dr. Enrique del Solar, al IMARPE y al Perú.

Desde los años 80 a la actualidad se vienen realizando importantes prospecciones, colecciones y estudios, tanto a nivel costero como de poblaciones de peces y crustáceos de profundidad, desde embarcaciones de investigación como el *Humboldt*, la rusa *Fridtjof Nansen* (1990), la coreana *Moresko* (1997-98) y la española *Miguel Oliver* (2007-2010), y en embarcaciones comerciales, empleando redes de arrastre, de enmalle, nasas y palangres de profundidad, redes de fondo Lofoten y redes de arrastre de fondo para pesca de peces y langostinos de profundidad.

En base a las prospecciones sobre la fauna bentodemersal, realizadas por los BIC *Humboldt*, *Fridtjof Nansen* y *Miguel Oliver*, la bióloga Albertina Kameya y otros profesionales (Raúl Castillo, J.



Prospección de los recursos costeros de la pesca artesanal, a bordo de una embarcación comercial.



Prospección de especies de aguas profundas a bordo del BIC Humboldt.

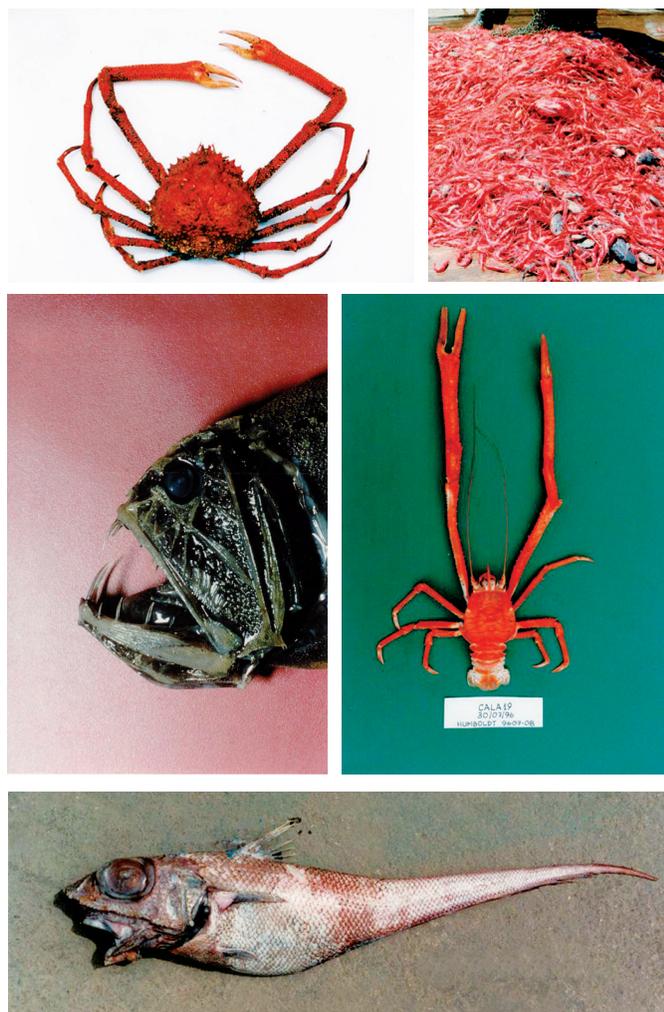
Vélez, Carmen Yamashiro, Martín Salazar, entre otros), estudiaron la localización, distribución, abundancia y estructura poblacional de los langostinos rojos de profundidad (considerados recursos potenciales) entre los años 1990-2010.

Albertina Kameya, Víctor Moscoso y Miguel Llellish publicaron en 1998 el trabajo *Los Crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú*. Nuevamente, Víctor Moscoso V., de la Universidad Científica del Sur, con asesoramiento científico y editorial del IMARPE, publicó en 2012 el catálogo de *Crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú*.

Otras interesantes publicaciones sobre las variaciones en la distribución y abundancia de algunos peces e invertebrados (incluyendo los crustáceos) frente al Perú durante eventos El Niño, han aparecido entre 1984 y 1993.

También debemos mencionar los estudios realizados sobre los langostinos costeros de la Familia Penaeidae, de gran importancia comercial, tanto por su extracción en la costa norte como por su cultivo en la zona de manglares de Tumbes. El Dr. Moisés Viacava fue uno de los profesionales más involucrados en su estudio, y aunque estuvo pocos años en el IMARPE, continuó colaborando con nosotros, especialmente entre 1986 y 1989. En ese periodo asesoró a la Dra. M. Méndez, destacada por el IMARPE al FOPEX-ICE, y trabajó como contraparte nacional en el Convenio CEE-ICE “Project for Export Promotion of Prawns from Peru”.

Aunque actualmente tenemos varias especies de crustáceos que se comercializan en toda la costa peruana (langostinos de la Familia Penaeidae, langostas de la Familia Palinuridae, cangrejos y jaivas de las Familias Cancridae, Xanthidae, Grapsidae, Calappidae y Portunidae, cangrejos de los manglares de la Familia Ocypodidae, maruchas de la Familia Callianassidae, camarones de río de la Fa-



Especies de aguas profundas del mar peruano.

milia Palaemonidae, entre otros), se continuarán las prospecciones de los recursos potenciales. Su abundancia se ha demostrado en todas las investigaciones que hemos mencionado anteriormente, principalmente la de los langostinos rojos de profundidad de las Familias Solenoceridae, Nematocarcinidae y Pandalidae, y las grandes centollas, cangrejos gigantes o *king-crabs* de la Familia Lithodidae.

En los últimos años se ha incidido en la importancia de los crustáceos de la Familia Galatheidae, denominados munidas o camaroncitos rojos. Los resultados obtenidos durante las investigaciones de los recursos pelágicos efectuadas en los cruces del BIC *José Olaya Balandra*, entre otras prospecciones del IMARPE, lo demuestran, estimándose una muy importante biomasa de estos camaroncitos.

Raúl Castillo y H. Arancibia (consultor del Proyecto UE-PERU/PENX) ya formulaban estos planes de desarrollo de nuevas pesquerías (que incluían especies de crustáceos) en los años 2004 y 2009. Contamos con gran apoyo del Ministerio de la Producción para los estudios de estos recursos potenciales de crustáceos de profundidad y de los camaroncitos rojos que habitan zonas pelágicas. Estos últimos crustáceos tienen potencial para un enorme valor agregado, particularmente en la producción de harinas especiales para la acuicultura y avicultura, suplementos dietéticos, productos cosméticos, farmacéuticos, saborizantes y colorantes orgánicos.

### La merluza peruana y su fauna asociada

Hasta mediados de los años 60 la merluza solo era explotada estacionalmente en Paita, en cantidades relativamente pequeñas. Dado su potencial comercial, el biólogo Del Solar planteó la hipótesis de que esta especie poseía una distribución

más amplia sobre el borde de la plataforma continental, y una densidad mayor que la conocida hasta ese momento. Para comprobarlo, convenció a la empresa pesquera Productos Marinos S.A. para contratar el barco arrastrero *Bettina* y llevar a cabo una prospección desde caleta La Cruz hasta Chimbote. El crucero se realizó en el verano de 1965, tomando parte en el mismo tanto el ingeniero Jaime Basadre (gerente de la citada empresa) como el propio Del Solar.

Los primeros resultados fueron halagadores, encontrando que la merluza se ubicaba a lo largo del borde de la plataforma continental a partir de punta Pariñas hacia el sur, logrando las mejores capturas entre 72 y 89 brazas, sobre fondos arenosos, areno-fangosos y, especialmente, en los areno-arcillosos en proceso de consolidación. Las merluza capturadas medían entre 25 y 75 cms, siendo más grandes en la parte norte.

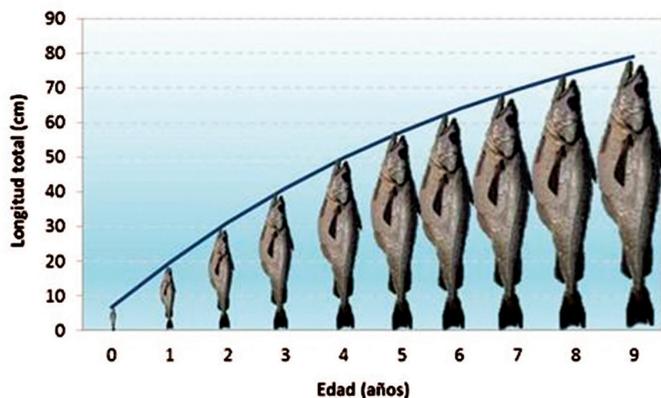
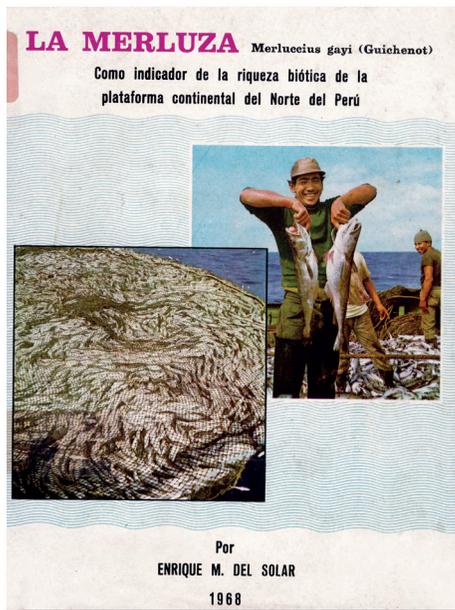
Ante estos resultados, Del Solar solicitó apoyo al Ministerio de Agricultura para continuar las investigaciones al sur de Chimbote, logrando que se sumaran a ese esfuerzo el Servicio de Pesquería de dicho ministerio, la Sociedad Nacional de Pesquería y el IMARPE. En esta segunda exploración, el *Bettina* navegó de Paita a San Juan, encontrando merluza hasta la altura de Tambo de Mora. Se observó nuevamente que su mayor densidad poblacional parecía mantenerse estable entre las 65 y 110 brazas, siguiendo el borde de la plataforma. También se encontró varias otras especies asociadas a la merluza.

En esta primera exploración se obtuvieron 1030 especímenes, representantes de 46 especies, que incluyen moluscos, crustáceos y peces. La colección representó un aporte importante, porque se sabía muy poco de nuestra fauna de aguas más o menos profundas. En estas muestras se registraron 9 especies nuevas de peces para nuestra fau-



Explotación de los recursos demersales.

Hallazgo de merluza durante las primeras exploraciones sobre la plataforma continental en el norte del Perú, a inicios de los años 60.



Evolución de la edad de la merluza peruana.

na marina. Con esos registros las especies ícticas marinas peruanas alcanzaron un total de 434 (a la fecha son 1070).

Los eventos El Niño 1982-83, 1986-87, 1992-93 y 1997-98, destacan como hitos ambientales que han marcado el surgimiento de las investigaciones de los recursos demersales, costeros y litorales en el Perú, obligando a los científicos del IMARPE a formular nuevas hipótesis. Ello llevó a establecer nuevas líneas de investigación, principalmente sobre la concha de abanico y la pota.

Tratar sobre la pesca de arrastre, en especial la de merluza y la de consumo humano directo, es mirar inicialmente al puerto de Paita y, en menor escala, a Salaverry. Paita está comprometida desde hace más de 40 años con las investigaciones de recursos demersales y bentónicos, en las que destacaron los biólogos Manuel Samamé, Jorge Mejía, Edgar Valdivia, Marco Espino, Renato Guevara y Raúl Castillo.

En 1973 diez barcos arrastreros factorías iniciaron sus operaciones de pesca. Esa flota se duplicó en 1977, llegando a alcanzar desembarques anuales de 100 mil toneladas de merluza, con una talla media de 42,7 cm. A fines de la década del 70 se cerró la pesca con barcos factoría, pero continuó la de los pequeños arrastreros, cuyos desembarques promediaron las 50 mil toneladas anuales, con longitudes medias de 40,7 cm. Posteriormente, la flota paitaña incorporó 5 barcos factoría, manteniendo desembarques promedios de 115 mil toneladas, pero en este período la longitud media de captura desciende de 39 a 31 cm.

Hacia el año 2001 los indicadores sobre el estado de la merluza resultaban controversiales. Por un lado, las tasas de captura de la flota se mantenían altas, por las elevadas concentraciones del recurso, especialmente en los caladeros de pesca tradi-

Captura de merluza y fauna asociada a bordo del José Olaya Balandra.



Merluza capturada por una embarcación arrastrera costera.

cionales frente a Paita. Aunque con una alta incidencia de juveniles, llamaba la atención que esta situación se mantuviera desde 1992, hablándose de un período de muy altos reclutamientos. Por otro lado, los distintos cruceros de investigación señalaban que la distribución espacial del recurso en las aguas nacionales se estaba reduciendo progresivamente, y al mismo tiempo aparecían indicios de que parte de la población estaba migrando hacia Ecuador. Las hipótesis de la emigración por variación de las condiciones ambientales versus la hipótesis de la sobrepesca predominaron en las discusiones.

En el 2002 se produjo un evento El Niño y se esperaba que, si la hipótesis de la emigración era cierta, la merluza aparecería con mejor estructura poblacional y mayor biomasa. Pero al no ocurrir ninguna de las dos características se asumió como verdadera la hipótesis de la sobrepesca, y el IMARPE recomendó cerrar la pesca de manera indefinida. También recomendó la convocatoria a un panel internacional de expertos en merluza, con la finalidad que especialistas independientes corroboraran sus conclusiones y lograr de esa manera la credibilidad, el respaldo y la participación plena del sector industrial en el proceso de recuperación del recurso.

La conformación de una comisión técnica en la que participaron los distintos actores de la pesquería permitió, por un lado, atenuar los conflictos sociales y, por otro, un nivel de transparencia en las decisiones que ayudaron sobremedida a pasar esa difícil etapa. El desarrollo de dos paneles más de expertos internacionales y la implementación de una pesquería centinela (pescas exploratorias), permitieron que los distintos interesados en esta pesquería y particularmente la industria, estuvieran al tanto de los indicadores de evolución del estado del stock.

Hacia el año 2004 dos buenos reclutamientos de merluza ayudaron a reubicar la población por encima del valor mínimo requerido para su sostenibilidad, por lo que el gobierno decidió reabrir la actividad pesquera, con cuotas limitadas estimadas de acuerdo con las principales recomendaciones de los paneles de expertos internacionales. De esa manera, la población del recurso continuó con un lento proceso de recuperación.

En los años 2009 y 2010 un buque científico español realizó sendos cruceros de investigación de recursos demersales en aguas ecuatorianas. Los estudios pusieron en evidencia la existencia de una biomasa no menor de 300 mil toneladas de merluza en esas aguas, ayudando a entender por qué en los años 2010 y 2011 se obtuvieron bajas biomásas de merluza en los cruceros desarrollados en el Perú, coincidiendo con periodos climáticos fríos del Pacífico ecuatorial.

Hacia los años 2013 y 2014, en periodos climáticos más cálidos del Pacífico ecuatorial, la biomasa de merluza en el Perú había alcanzado un nivel de casi 400 mil toneladas, no observado desde mediados la década de los 90. Una interpretación más completa de todos estos sucesos está actualmente en desarrollo, y está asociada a la interacción de la actividad pesquera, principalmente con la dinámica de corto, mediano y largo plazo de la llamada Corriente de Cromwell, una corriente subsuperficial que recurrentemente oxigena los anóxicos fondos de la plataforma continental del Perú.

### **Peces costeros y demersales**

A partir de 1975, a propuesta del Dr. Geoffrey Kesteven (consultor FAO), se crearon las subdirecciones de Evaluación de Recursos Demersales y Evaluación de Recursos Costeros, encargadas de las investigaciones biológico-pesqueras de los principales recursos, con énfasis en merluza. En el 2001 se unificaron estas subdirecciones conformando la



*Biólogos Manuel Samamé, Marco Espino y Renato Guevara, destacados estudiosos de la merluza peruana.*

Unidad de Investigaciones de Peces Demersales, Bentónicos y Litorales. A partir del 2012 es denominada Área Funcional de Investigaciones de Peces Demersales, Bentónicos y Litorales, encargada de dirigir y evaluar las investigaciones de los peces demersales, bentónicos y litorales.

La investigación sobre peces costeros y demersales se inició hacia 1964, con estudios sobre los aspectos reproductivos de la cachema *Cynoscion analis* (Manuel Samamé, 1971) y pesquería de la cabinza *Isacia conceptionis* (Edgar Valdivia, 1973).

En 1965 la Dra. Chirichigno reportó el primer registro del género *Ctenosciaena peruviana* (bereche con barbo), colectado en un crucero de exploración del *Bettina*. El Dr. Samamé, en 1972 y 1973, realizó los primeros estudios acerca de la dinámica poblacional de la cachema, publicando información básica de los principales peces de consumo, como la cabrilla, cachema, coco, tollo, cabinza, lorna, machete y pejerrey (J. Mejía, M. Samamé y Alfredo Pastor).

La investigación sobre recursos costeros y demersales se fortaleció en los años 1995 y 1996, con la realización de dos prospecciones de los recursos costeros entre Puerto Pizarro e Ilo. En 1999 el Dr. Samamé realizó investigaciones sobre biología y pesquería del lenguado (*Paralichthys adspersus*) y la evaluación biológica-pesquera del falso volador (*Prionotus stephanophrys*), sobre la base de la información obtenida en nueve cruceros de investigación realizados entre 1981 y 1999.

En el 2001 se publicó el trabajo *Contribución al conocimiento pesquero y biológico de cinco especies de peces costeros de importancia comercial en el Perú: cabinza, lisa, lorna, machete y pejerrey*.

En el año 2009 se realizó la investigación sobre el recurso cabinza y especies costeras asociadas en



sus principales áreas de distribución, dentro de las 5 millas marinas en el sur del Perú (Jesús Rujel, Emperatriz Gómez y Raúl Castillo).

### Anguila marina

En el marco del convenio entre el Centro de Entrenamiento Pesquero de Paita y Pesca Andina S.A., en 1991 se iniciaron los estudios sobre la anguila (*Ophichthus remiger*). A partir de esa fecha, el biólogo Raúl Castillo recopiló datos biológico-pesqueros a bordo de embarcaciones denominadas “anguileras”, que emplean sistemas especializados de extracción y conservación para capturar y mantener viva a la anguila hasta su procesamiento en filete congelado, cuyo destino es el mercado asiático.

### Invertebrados marinos

El litoral peruano cuenta con otras importantes especies de invertebrados marinos bentónicos y macroalgas, recursos hidrobiológicos que experimentan fluctuaciones debido a la pesca y a cambios medioambientales, principalmente en sus áreas de

distribución y concentración, abundancia y comportamientos biológico y poblacional, incluyendo la inmigración o emigración de sus componentes en sus diferentes estados aionomórficos.

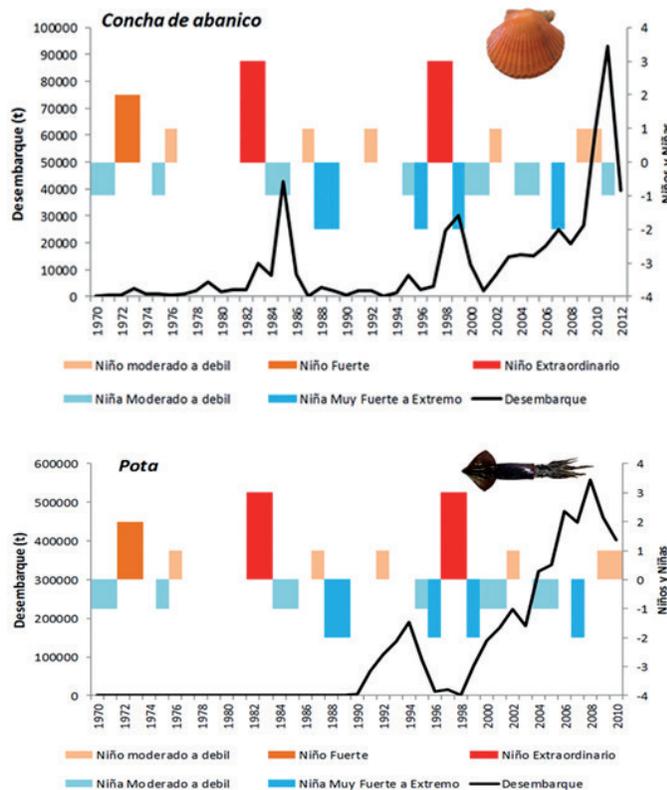
En 1984 se creó la Dirección de Evaluación de Invertebrados Marinos y Maricultura (DEIMM), a cargo del Dr. Manuel Samamé L. Esta Dirección realizó la primera evaluación de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en bahía Independencia-Pisco, luego del evento El Niño 1982-83, llevando a cabo otras en Callao (julio 1985), Chimbote (octubre 1994), Sechura (octubre 1985) y Lobos de Tierra (octubre 1995).

En los años 90 la DEIMM pasó a ser la Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos, y en el 2012 se creó el Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas (AFIIMM), que coordina con los laboratorios costeros las investigaciones de especies de mayor importancia económica, como calamar gigante o pota, concha de abanico, choro, caracol, chanque o tolina, concha navaja, calamar común, pulpo, almeja y langostinos.

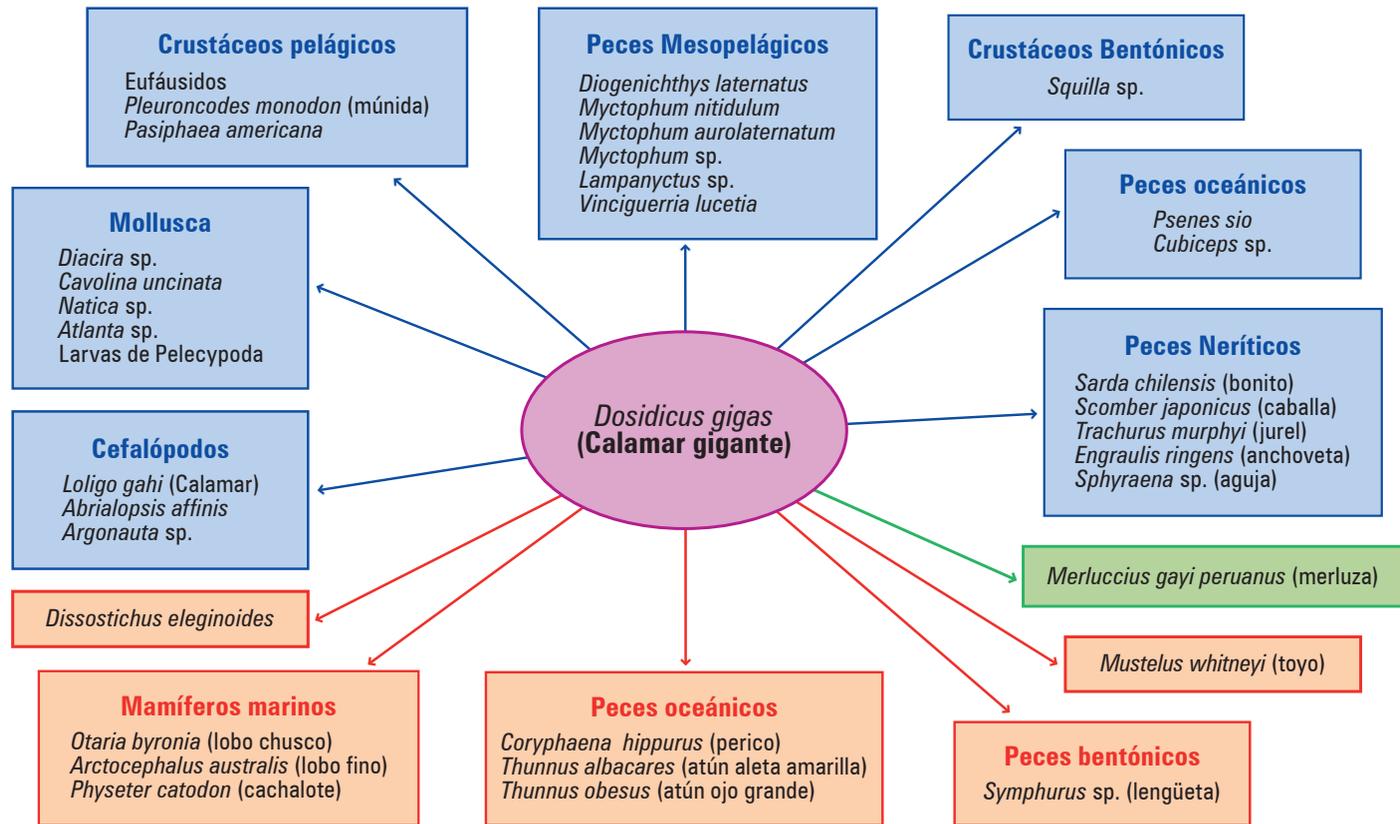
Desde 1994 las evaluaciones y prospecciones de los invertebrados marinos en el litoral peruano han permitido identificar los bancos naturales y/o zonas de pesca de especies bentónicas costeras y de gran profundidad (centollas y cangrejos gigantes). En los últimos años se han identificado praderas de macroalgas.

### Calamar gigante o pota

Las primeras pescas exploratorias sobre el calamar gigante o pota se realizaron en los años 1979-1980 y 1986, a bordo de las embarcaciones *Jimena*, *Ryusho Maru 25* y *Profesor Siedlecki*. Entre 1983 y 1984 se ejecutó una prospección biológico-pesquera en la lancha *Ika-1*.



Desembarques de concha de abanico y calamar gigante en aguas peruanas (1970-2010).



Relaciones alimentarias del calamar gigante en el mar peruano.

Los resultados de las investigaciones efectuadas en 1989, 1990-1991 y 2000-2002, a bordo de los buques científicos japoneses *Shinko Maru* N° 2 y *Shinko Maru* N° 3, permitieron la explotación comercial a gran escala de la pota, con la participación de embarcaciones coreanas y japonesas acondicionadas para la pesca automática con máquinas calamareras, luces de atracción y sistema de anclaje *jigging*.

Los estudios efectuados a bordo del *Kaiyo Maru*, en cooperación con la Agencia de Pesca del Japón, permitieron conocer la distribución y concentración de paralarvas, juveniles y adultos del calamar gigante en relación al ambiente marino, el desarrollo de sus primeros estadios de vida y su comportamiento migratorio. En el 2010 la investigación realizada en el barco pesquero *Hakurei Maru* N° 8, en cooperación con Gyoren del Perú

S.A.C., contribuyó a conocer las características biológico-pesqueras del calamar gigante y sus interrelaciones con el ambiente marino en momentos de alta dispersión del recurso.

El AFIIMM ha intensificado el análisis de los principales parámetros biométricos, biológicos y poblacionales de los invertebrados marinos en los desembarques, prospecciones y evaluaciones en el mar a bordo de embarcaciones comerciales y científicas, recopilación de estadísticas de captura y esfuerzo, así como de áreas de pesca, los que se relacionan con información ambiental, para un diagnóstico integral del estado de los recursos y sus variaciones espacio-temporales. Y continúa realizando estudios en los bancos naturales, apoyando de esa manera las acciones de manejo pesquero y acuícola.

### Peces de aguas profundas

Entre 1998 y el 2003, en el marco de un convenio entre el IMARPE y la Japan Deep Sea Trawlers Association–JDSTA, se desarrollaron actividades de investigación con la intervención del buque arrastrero japonés *Shinkai Maru* y el BIC *Humboldt*. Sus resultados se plasmaron en el libro *Peces de aguas profundas del Perú*, editado en español, inglés y japonés, con apoyo de especialistas de Estados Unidos, Sudáfrica, Australia, Inglaterra, Japón y Perú (Miguel Romero, J. Vélez, J. Zeballos y Yuri Hooker).

### Edad y crecimiento

En los años 80 se iniciaron los estudios sobre edad y crecimiento de las especies demersales y costeras basados en los análisis de otolitos. Misu y Hamasaki (1971) realizaron las primeras lecturas en otolitos de merluza, labor continuada por los biólogos Teobaldo Dioses y Flor Fernández, quienes analizando una imagen que era proyectada con escasa nitidez contaban los anillos de crecimiento



Captura de calamar gigante en el *Shinko Maru 3* (2002).

e incluso los medían. Posteriormente emplearon un estereoscopio Olympus, obteniendo medidas más precisas. Por muchos años se trabajó de esta manera, elaborando claves talla-edad y calculando parámetros de crecimiento anuales de la merluza y otros peces demersales.

En el 2003 se creó el Laboratorio de Edad y Crecimiento para profundizar estos estudios, ampliarlos a nuevas especies y fortalecer las capacidades de investigadores nacionales y extranjeros interesados. Actualmente el laboratorio cuenta con equipos de la tecnología más moderna, como el analizador de imágenes y el microscopio estereoscopio binocular.

### Ecología trófica

Los primeros estudios de alimentación de los principales recursos pesqueros (años 60 y 70) estuvieron centrados en la anchoveta y la merluza, destacando la labor de las biólogas Blanca Rojas de Mendiola y Manuela Esquerre C.

A mediados de años 70 se constituyó el Área de Ecología y Fisiología de Organismos Marinos, a cargo del Dr. Humberto Fuentes, que impulsó los estudios tróficos de peces, aves y mamíferos marinos, con la destacada participación de los biólogos Zoila Villavicencio, Guadalupe Sánchez y Alejandro Álamo. En la década siguiente se fortalecieron las investigaciones sobre el comportamiento alimentario de peces, con apoyo de científicos alemanes a través del proyecto PROCOPA.

En el 2003 se implementó el Laboratorio de Ecología Trófica para obtener indicadores de posibles cambios en la dieta de los principales recursos, de manera de poder aplicar esa información al manejo y administración de las diferentes pesquerías. Actualmente se aplican técnicas de isótopos estables como marcadores, estableciendo de esa manera las rutas de transferencia de energía.

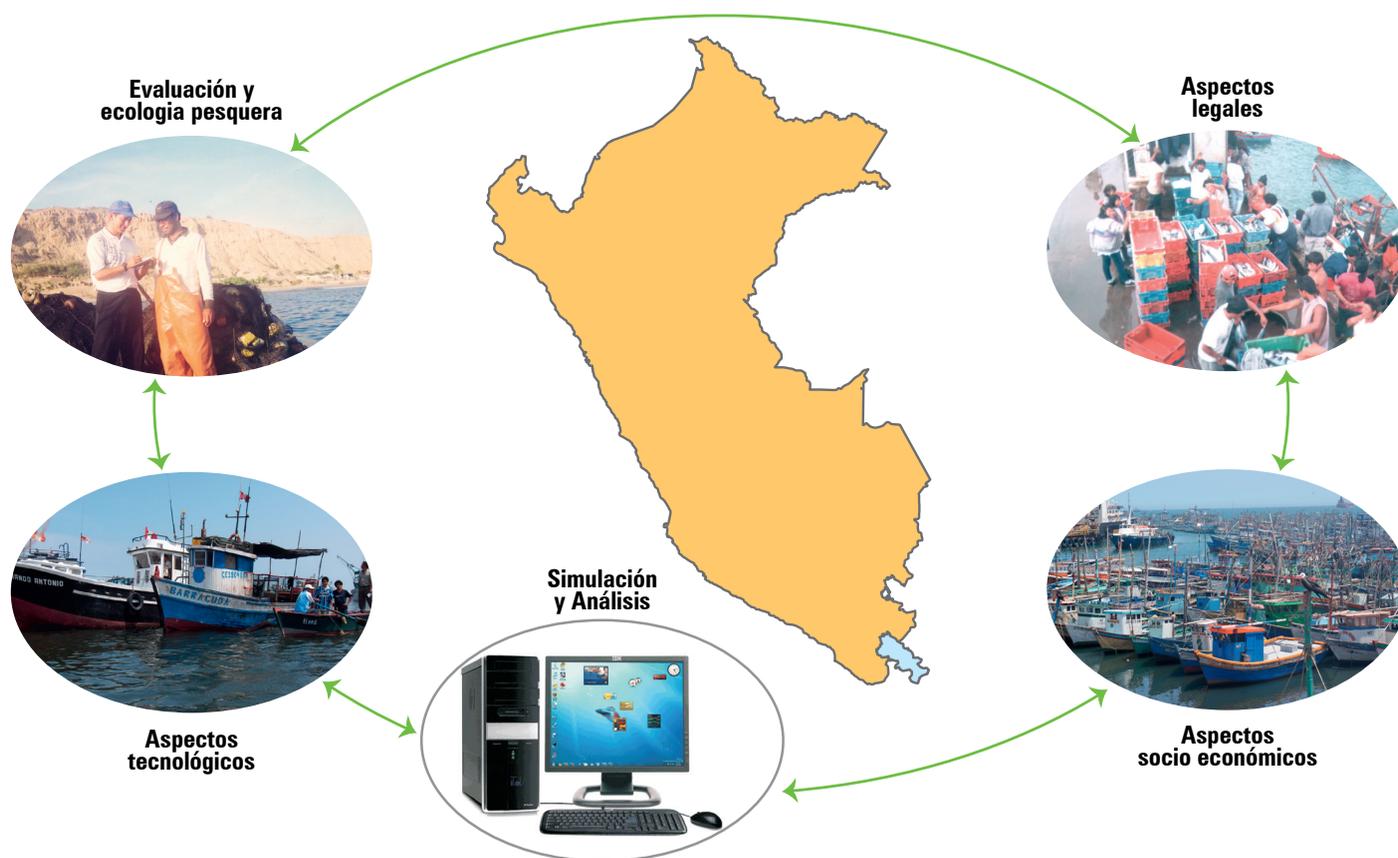


Investigaciones en edad y crecimiento de los principales peces del Mar Peruano.

## Pesca artesanal

En los años 80 las investigaciones sobre la pesca artesanal eran escasas, existiendo un alto desconocimiento del estado de explotación de los llamados peces de consumo. La ocurrencia de El Niño 1982-83 impactó de manera significativa en la pesquería artesanal, conforme Edgard Valdivia y Wolf Arntz reportaron, señalando la aparición de especies tropicales (perico, barrilete, sierra, picudas, rayas, langostinos, entre otros) y la disminución en algunas especies costeras hasta el 40% respecto a los “años normales”.

En los años 70 y 80 Martin Walsh recomendó disponer de información estadística confiable y oportuna de la pesquería artesanal para reforzar las investigaciones de los recursos costeros. Atendiendo a dicha recomendación, en 1986 y 1988, con apo-





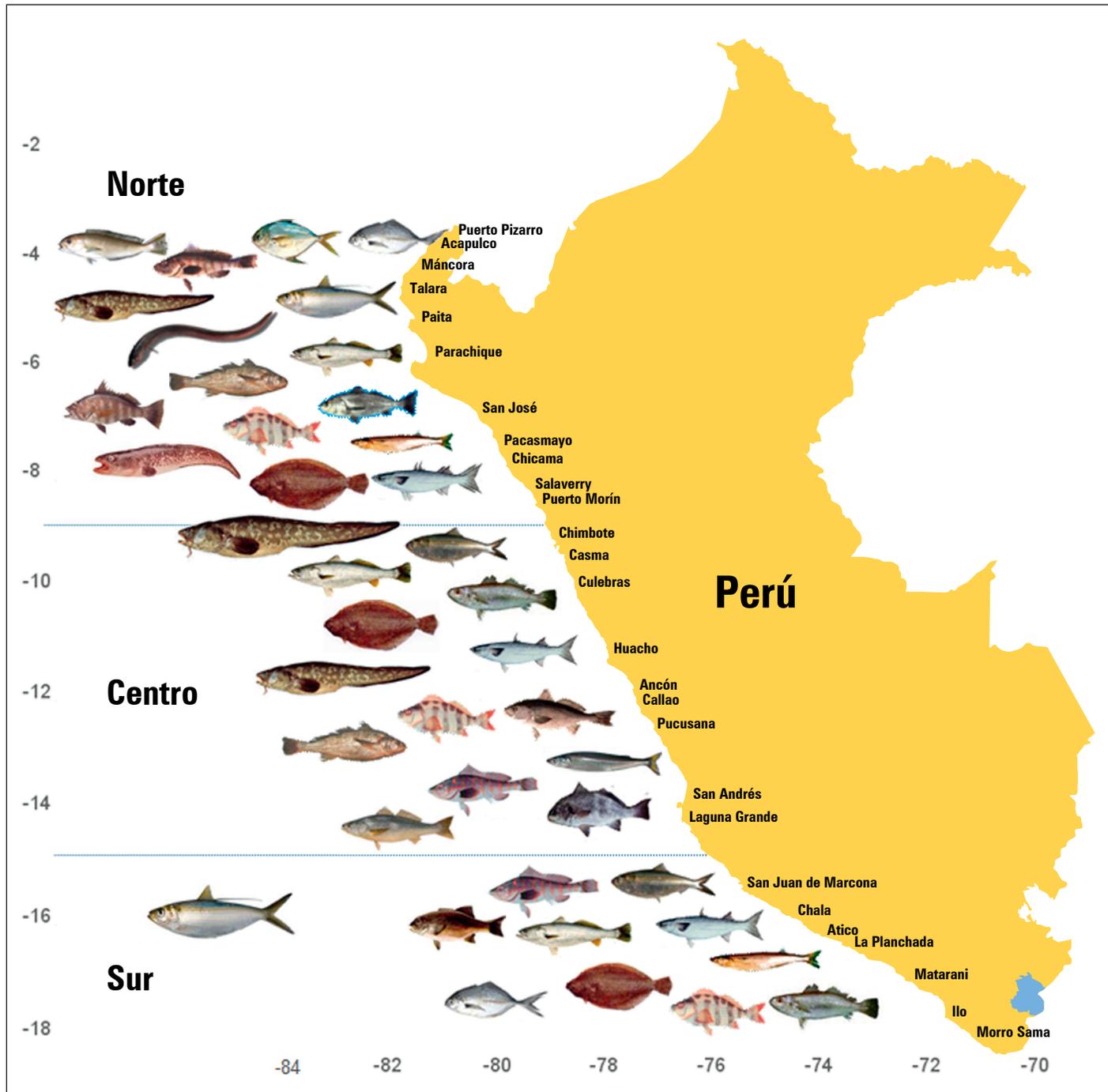
yo alemán, se desarrolló el proyecto “La Pesquería Artesanal en el Perú”, a fin de conocer los recursos que la sustentan y los datos de captura-esfuerzo en 12 caletas del litoral peruano. Asimismo, se llevaron a cabo encuestas de carácter económico y social en 4 caletas. En este proyecto se destaca la participación de Edgard Valdivia y María Véliz.

En la década siguiente el biólogo Renato Guevara promovió la ejecución del proyecto “Determinación del Potencial Pesquero Artesanal en el Litoral Peruano”, como continuación del Programa de Seguimiento de la Pesquería Demersal y Costera.

Posteriormente, el IMARPE implementó un sistema de captación diaria de información de la pesca artesanal que ha permitido disponer de la base de datos más importante de Sudamérica y probablemente del mundo. Esta base de datos contiene in-



Freddy Franco y Ricardo Marquina, destacados técnicos en la estación costera de Paíta en los años 60.



Especies demersales y costeras y sus principales lugares de desembarque en el litoral peruano.



2009: Buenas Prácticas en la Categoría Transparencia y Acceso a la Información.

formación sobre desembarques, flota, esfuerzo de pesca, composición por especies y áreas de extracción de la pesca artesanal (aprox. 6,1 millones de registros en el periodo 1996-2012, de uso permanente por todos los agentes del sector pesquero).

Asimismo, se han llevado a cabo varias encuestas sobre pesquería artesanal (1997, 2003, 2004 y 2005) que han permitido conocer mejor los lugares de desembarque, tipos de embarcación, artes de pesca, niveles socioeconómicos, aspectos culturales, distribución demográfica, problemática del pescador e infraestructura, entre otros.

En el 2009 el IMARPE implementó el Sistema Infomar, que brinda información en tiempo real sobre precios en playa, mareas y oleajes. Al año siguiente este sistema fue premiado por Ciudadanos al Día por Buenas Prácticas en Gestión Pública, en la categoría Transparencia y Acceso a la Información.

### La Colección Científica

En 1964 se implementó la colección de especies de peces e invertebrados para facilitar estudios sistemáticos de la flora y fauna marina, registros de nuevas especies para la ciencia y para aguas peruanas, aspectos de distribución biogeográfica, claves de identificación de diferentes grupos y catálogos descriptivos. Se ha realizado el inventario de 6 grandes grupos de organismos marinos (peces, equinodermos, moluscos, crustáceos, bryozoos y macroalgas).

En el 2008 se inició la recatalogación digital de las especies depositadas en la Colección Científica, facilitando estandarizar formatos y denominaciones, e intercambiar información con la comunidad científica.

La colección de peces está constituida por 14.369 ejemplares, pertenecientes a 37 órdenes, 148 fa-

La colección científica, que alberga la flora y fauna del mar peruano, en 1990 y en la actualidad.



milias, 370 géneros y 606 especies. La de equinodermos comprende 482 registros, correspondientes a 5 clases, 11 órdenes, 35 familias, 58 géneros y 90 especies. La de moluscos contiene 1387 registros referentes a 4 clases, 117 familias, 202 géneros y 459 especies. La de crustáceos cuenta con 957 registros, correspondientes a 3 clases, 9 órdenes, 80 familias, 176 géneros y 249 especies. La de Bryozoos está compuesta por 96 registros correspondientes a 2 clases, 3 órdenes, 16 familias, 13 géneros y 16 especies. Finalmente, la colección de macroalgas tiene 279 registros pertenecientes a 3 Phyla, 22 órdenes y 32 familias, 52 géneros y 85 especies que incluyen ejemplares herborizados y fijados en líquido.



# Acuicultura

**Carla Aguilar**

Lili Carrera, Rita Orozco, Sulma Carrasco,  
Víctor Yépez y Christian Berger.

La acuicultura es una de las actividades económicas más promisorias en nuestro país, representando una alternativa de desarrollo y un gran reto para el sector industrial. Desde una perspectiva más bien científica, el interés por investigar el ambiente acuático data de los primeros años de creación del IMARPE. Desde entonces a la fecha, la hoy Dirección General de Investigaciones en Acuicultura (DGIA) tiene por objetivo estudiar especies con potencial acuícola, evaluando para ello el ambiente donde viven, sus poblaciones, ciclo de vida y comportamiento; así como el valor agregado que de estas se pueda obtener. El principal producto de nuestras investigaciones ha sido, es y será, la difusión de las mismas a través de la interacción con la comunidad (sector normativo y promotor, inversionistas, pequeños productores, academia), publicaciones científicas y acciones de asistencia técnica.

Si bien existen referencias de los cronistas que en los valles de la costa peruana se llevaban a cabo algunas formas de acuicultura en ambientes controlados, la acuicultura moderna comenzó en el país a inicios del siglo pasado, con cultivos experimentales de especies amazónicas, de la trucha en el ande y de otras especies en los ríos de la costa. Por entonces, la acuicultura recién comenzaba a consi-



*Primeros laboratorios de investigación en acuicultura del IMARPE, de arriba a abajo: Iquitos, Tumbes, Puno y Huachipa.*

derarse una actividad de interés a nivel mundial y se contaba con noticias que llegaban del continente asiático, específicamente de China, donde esta actividad aportaba –y aporta cada vez más– una parte muy importante de los peces y mariscos destinados a la alimentación popular. En esos años, hacer acuicultura en el Perú, sea en el mar o aguas continentales, era todo un reto. Se imponía adoptar una nueva visión, sobre todo porque ello implicaba conocer y aplicar nuevas tecnologías, así como basarse en una serie de disciplinas científicas como química, microbiología y biología. Por otra parte, en opinión de los profesionales de la especialidad, se consideraba poco probable el éxito de la acuicultura al entenderse que el mar y las aguas continentales eran una fuente prácticamente inagotable de recursos pesqueros, particularmente en el Perú. En este escenario, en 1970 el IMARPE inició sus investigaciones en el campo de la acuicultura.

Fue así que ese año se creó la Subdirección de Investigaciones Pesqueras y Estudios Limnológicos, posteriormente elevada a la categoría de Dirección cuyas siglas fueron DIPAC. Su primer director fue el Dr. Felipe Ancieta Calderón, un científico de amplia experiencia y visión que comprendió la necesidad de reclutar a profesionales innovadores y altamente competitivos para lograr las metas proyectadas. Esto llevó a romper paradigmas en la valoración y exigencia de los investigadores, con remuneraciones por encima de lo usual en esos tiempos. Para este fin convocó a profesionales peruanos con experiencia, provenientes del sector Agricultura, de diversas universidades nacionales y del exterior, así como de otras direcciones del IMARPE.

El primer equipo de científicos estuvo conformado por Felipe Ancieta, como director y líder del grupo, Antonio Landa, Elmer Wilhelm Mori, José Vera Rivasplata, Ricardo Aiken, Duilio Guibovich, Christian Berger, Luis Rodríguez, Moisés

Cultivo de ostras, Laboratorio de Tumbes (1975-1976).



Cultivo de camarón de río, Laboratorio de Tumbes (1975-1978).

Viacava, Walter Silva, Humberto Guerra, René Mayo y Julio Castillo.

Los primeros programas se centraron en evaluaciones limnológicas, pesqueras y de opciones acuícolas para la Amazonía (con sede en Iquitos), en las aguas frías andinas (con sede en Puno) y en la costa norte (con sede en Tumbes).

Otros encargos del entonces Ministerio de Pesquería se refirieron a la evaluación de la laguna de Medio Mundo, en Huacho, como centro acuícola, la propuesta de mejora en la producción de truchas en las estaciones pesqueras de dicho Ministerio, y el estudio del camarón de río a lo largo de toda la costa peruana, principalmente.

En lo que toca a la acuicultura continental, se puso especial énfasis en el desarrollo de tecnología para el cultivo de paiche, gamitana, paco y sábalo en la Amazonía, la evaluación de opciones de cultivo de truchas en el Lago Titicaca, y de ostras y langostinos en Tumbes.

Dichas tareas fueron realizadas creando una primera línea de base para las condiciones particulares de cada región, ya que no existía sistematización previa alguna y el acceso a la información en aquella época, en estos campos, era extremadamente limitado.

No obstante, gracias a los contactos científicos de los profesionales de la DIPAC, se obtuvo importante apoyo e intercambio de conocimientos con instituciones de Brasil, Ecuador y Francia. Posteriormente, en el año 1972, se aprobó e inició sus operaciones un proyecto de cooperación de la FAO, que incorporó la presencia de asesores de diferentes especialidades. Al año siguiente la cooperación alemana apoyó al IMARPE con una serie de proyectos, entre los que destacaron el desarrollo del primer proyecto de microalgas, en coordina-

ción con la entonces Cooperativa Casagrande, y la evaluación del potencial del represamiento del río Tumbes, en el marco del proyecto Puyango-Tumbes. Asimismo, se fueron incorporando una serie de profesionales, entre los que destacaron el Dr. Jorge Llanos, Víctor Ráez, César Quiroz, así como, las primeras profesionales “acuicultoras”.

A finales de la década del 70 se recibió del Ministerio de Pesquería las instalaciones del criadero de peces de Huachipa, estableciendo un laboratorio en dicho lugar. Su enfoque fue hacia la definición de las opciones del cultivo de camarones de agua dulce, y la innovación en el cultivo de tilapia, a partir de especies de mejores rendimientos y la formación de plantales de reproductores genéticamente seleccionados. Con dichas especies y otras nativas o introducidas en años previos (carpas y especies amazónicas), se iniciaron programas de acuicultura integrada a las actividades agropecuarias para mejorar las oportunidades de nutrición de los pobladores del interior del país.

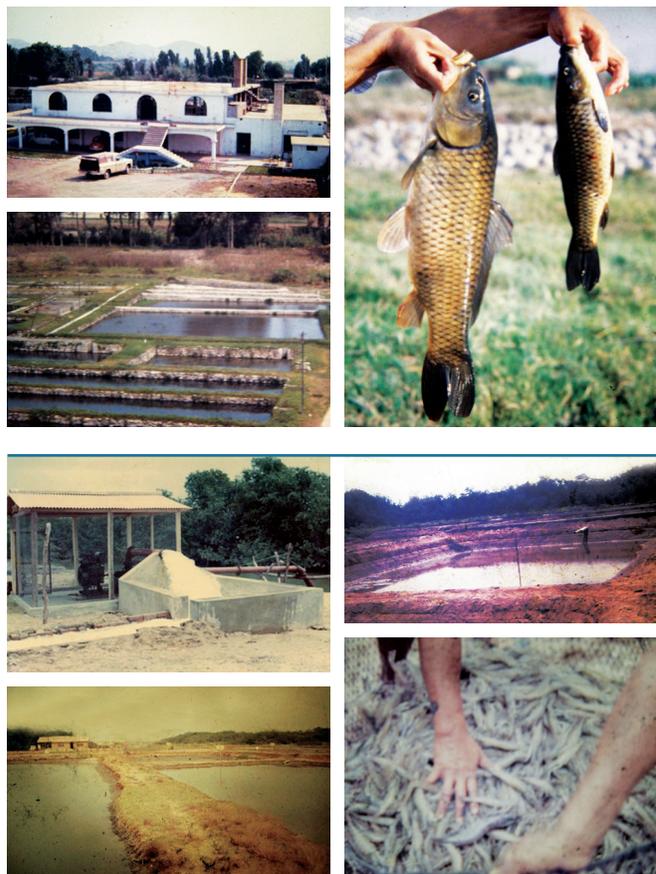
Los primeros resultados no se hicieron esperar. Los cultivos experimentales de langostinos llevados por el Laboratorio del IMARPE en Tumbes, permitieron avizorar la oportunidad de pasar de la extracción simple al cultivo de este recurso, multiplicando los promedios de captura de apenas 500 toneladas anuales en las décadas del 70 y las previas, a las más de 20.000 toneladas que se cosechan actualmente. Por su lado, los manejos reproductivos del paiche y otras especies amazónicas lograron dar sustento a una acuicultura que promete desarrollarse a pasos agigantados en el futuro próximo. Asimismo, a partir de las nuevas familias de tilapia seleccionadas en Huachipa, se dio inicio a una acuicultura mejorada en muchas zonas del país donde dicha especie está permitida.

De esta forma, hacia los años 80 el IMARPE se había constituido en la institución referente de la



Primeros proyectos sobre cultivo de microalgas del género *Scenedesmus*, con la Cooperativa Casagrande.

Innovador cultivo de tilapia en el entonces Laboratorio de Huachipa.



Exitoso cultivo de langostinos en el Laboratorio de Tumbes.

acuicultura nacional. Más aún, con el concurso de instituciones multilaterales, como la FAO, el Sistema Económico Latinoamericano (SELA) y la Corporación Andina de Fomento (CAF), el IMARPE – DIPAC lideró programas binacionales en el lago Titicaca para la evaluación pesquera, ambiental y desarrollo acuícola, así como tuvo una amplia participación en lo que en su época fue el Sistema de Centros de Acuicultura de la Región Latinoamericana y en la Comisión de Pesca Continental y Acuicultura de América Latina.

Hacia los años 90 se llevó a cabo una serie de intentos por desarrollar investigaciones en acuicultura. Lamentablemente no llegaron a prosperar debido, en gran medida, a limitaciones presupuestales. Sin embargo, de este periodo se pueden rescatar, aunque se realizó en el área de Recursos Hidrobiológicos, las investigaciones en cultivo de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), proyecto financiado por el CIID Canadá, a cargo de la bióloga Violeta Valdivieso Milla, cuyos resultados se transfirieron al sector privado, sector que también captó a los principales investigadores del proyecto. Asimismo, en esa década el IMARPE inició en la sede central las investigaciones acuícolas en la denominada Dirección de Investigaciones en Acuicultura, Gestión Costera y Aguas Continentales (DIAGCAC), la misma que estuvo a cargo del biólogo Víctor Yépez Pinillos. De este periodo destacan el desarrollo del primer curso de cultivo de organismos marinos, y proyectos como el de cultivo de moluscos y macroalgas en ambiente natural, con la empresa Enzomar. Por esa época el laboratorio del IMARPE Ilo, teniendo como director al biólogo Raúl Castillo, inició sus actividades con investigaciones sobre el cultivo de la macha (*Ensis macha*) y macroalgas.

A inicios del presente siglo la DIAGCAC estaba conformada por tres unidades de investigación bien definidas: Acuicultura, dedicada a evaluar las me-



Participantes del I Curso Nacional de Cultivos Marinos, organizado por la DIAGCAC - IMARPE en 1997.



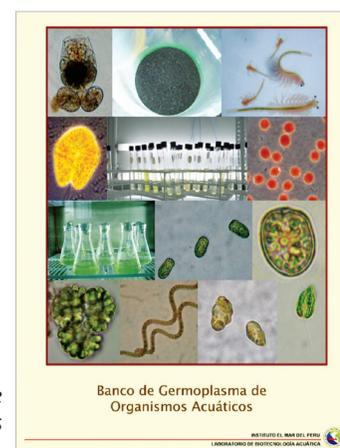
Personal de la DIAGCAC en mantenimiento del cultivo en ambiente natural de moluscos en la isla San Lorenzo (Callao), y de macroalgas en la playa San Francisco (Ancón).

tecnologías de organismos en cultivo con potencial acuícola; Gestión Costera, que analizaba la calidad del ambiente marino costero y la tolerancia de organismos frente a los agentes contaminantes en el medio acuático; y Aguas Continentales, dedicada al estudio de las pesquerías de aguas continentales.

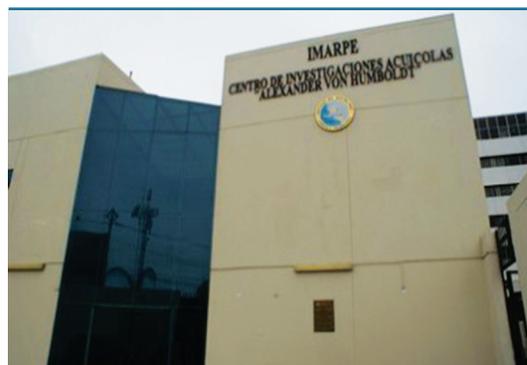
A pesar del presupuesto bastante limitado, las especies estudiadas a nivel de cultivo en cautiverio fueron: lenguado (*Paralichthys adspersus*), almeja (*Semele solida* y *Gari solida*), erizo (*Loxechinus albus*) y microalgas (*Nanochloropsis* e *Isochrysis*, entre otras), estas últimas como recurso potencial en el campo biotecnológico. En el año 2004 se inició la formación del Banco de Germoplasma Algal, proyecto que tres años más tarde se convirtió en el actual Banco de Germoplasma de Organismos Acuáticos, con más de 100 cepas de microalgas nacionales y extranjeras, 30 cepas de zooplancton y 500 cepas de bacterias, tanto de ambientes marinos como continentales. Hoy está a cargo de la ingeniera Liz Cecil Tenorio.

A partir del 2007, con la creación del “Centro de Investigaciones Acuícolas Alexander Von Humboldt”, se implementaron nuevos laboratorios orientados a las investigaciones acuícolas (Ecofisiología, Patobiología, Biotecnología y Genética). Ese mismo año se inició, a nivel nacional, el Programa de Ciencia y Tecnología FINCyT, el cual permitía la postulación a fondos concursables para financiar una serie de proyectos de investigación. Gracias a este mecanismo el IMARPE pudo llevar a cabo proyectos como: “Determinación de biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para combustibles”, “Producción de semilla del lenguado *Paralichthys adspersus* en cautiverio: I Mejoramiento de la cantidad y calidad de desoves”, y “Producción de semilla del lenguado *Paralichthys adspersus*: II Mejoramiento de las técnicas de larvicultura”. Los resultados lograron interesar al sector empresarial. Asimismo se pudo

Laboratorios de investigación de la DIAGCAC, sala de cultivo de microalgas y moluscos, y vivero con cultivo de microalgas y rotíferos.



Primer afiche del Banco de Germoplasma de Organismos Acuáticos (2008).



Centro de Investigaciones Acuícolas “Alexander Von Humboldt”. Inició sus actividades en el 2007.

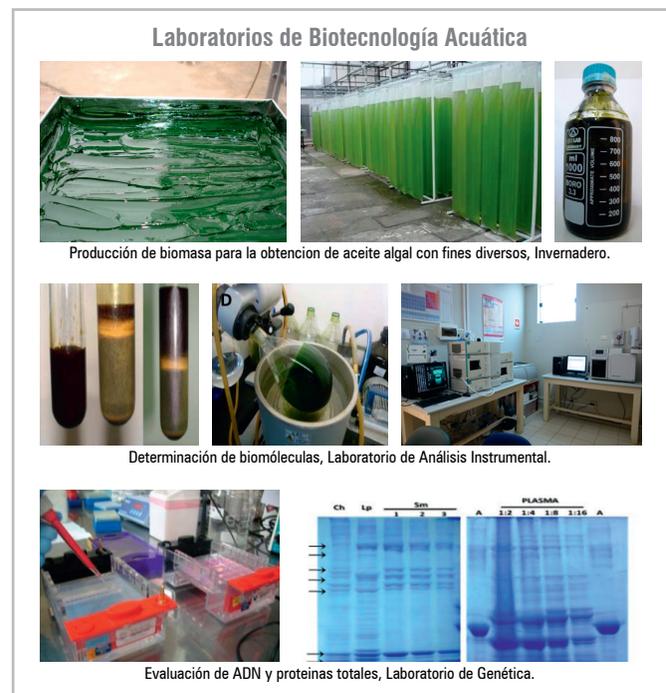
equipar los laboratorios, capacitar al personal y publicar los proyectos terminados. Actualmente se viene participando en tres proyectos FIDECOM, liderados por el sector empresarial, en los que la presencia del IMARPE es realmente importante como entidad colaboradora. Los temas de investigación están relacionados con la producción de especies como cherela o corvina del norte, concha pala y microalga (*Isochrysis galbana*). Esta última es acumuladora del ácido graso DHA, para consumo humano.

Es necesario mencionar que en la presente década, laboratorios como el de genética, análisis instrumental e invernadero, vienen trabajando en la estandarización de una serie de técnicas que han permitido la determinación específica de ciertas especies, biomoléculas y biomasas de organismos acuáticos con potencial biotecnológico. Otros laboratorios, que evalúan la resistencia y salud de organismos en cautiverio, son los referidos a ecofisiología y patobiología, respectivamente. Por último, laboratorios como los de inmunología y virología están siendo implementados bajo el liderazgo de una nueva generación de investigadores.

En el área relacionada a la salud del ambiente marino costero se han realizado estudios continuos sobre la importancia de la flora bacteriana en el medio acuático, considerando factores físicos y químicos que influyen en el desarrollo de la misma y cómo dichos factores afectan su bienestar. También se han llevado a cabo estudios de metales pesados y ecotoxicológicos, que han permitido proponer documentos de gestión destinados a contribuir con los niveles de tolerancia frente a ciertos contaminantes que afectan las actividades acuícolas a nivel nacional. Todos estos estudios sitúan al IMARPE como entidad referente y miembro de una serie de grupos de trabajo intersectoriales, tanto nacionales como regionales, conformantes de la Comisión



El Banco de Germoplasma de Organismos Acuáticos alberga actualmente más de 500 cepas entre microalgas, organismos del zooplancton y bacterias.



En la presente década se ha estandarizado una serie de técnicas que han contribuido con la Biotecnología Acuática.



Actividades de la entonces Unidad de Investigación de Gestión Marino Costero, a cargo de la Dra. Guadalupe Sánchez.

### Laboratorios de Calidad del Ambiente Marino Costero



Análisis de calidad de agua de mar, Laboratorio de Microbiología.



Análisis de sólidos suspendidos, Laboratorio de Contaminación.



Análisis de hidrocarburos y trazas de metales, Laboratorio de Contaminación.

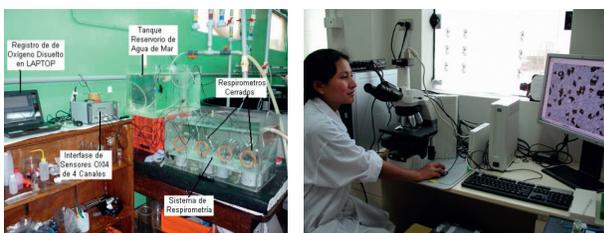
### Laboratorios de Cultivos Marinos



Laboratorios de Cultivos Auxiliares, Microalgas y Rotíferos.



Laboratorio de Cultivos Marinos, Reproductores y Larvas.



Laboratorios de Ecofisiología y Patobiología.

Permanente del Pacífico Sur (CPPS) relacionadas con la protección de la zona marino-costera, labor en la que la doctora Guadalupe Sánchez tuvo un papel sustantivo.

Actualmente, los estudios que realiza esta área se orientan a determinar la capacidad de carga de ciertas zonas sobreexplotadas por la actividad antrópica, acuícola o industrial; a la valoración económica del recurso, con el fin de evaluar su vulnerabilidad; y a la georeferenciación y elaboración de un atlas que plasme la situación actual de zonas expuestas a la actividad acuícola y/o actividades que, de una u otra forma, contribuyan a su deterioro. Con todo ello se busca proponer medidas correctivas necesarias. Estas actividades están bajo la coordinación de la bióloga Sulma Carrasco Barreda.

Por otra parte, los estudios relacionados a las pesquerías de aguas continentales se incrementaron a principios del presente siglo, cuando se estableció la continuidad de los datos de desembarques de las especies más comerciales, principalmente en la zona de Pucallpa y Puno. Estas actividades están bajo la coordinación del biólogo Víctor Yépez Pinillos.

A inicios del 2012 la DIAGCAC cambió su denominación a Dirección General de Investigaciones en Acuicultura (DGI). Paralelamente, el gobierno puso en marcha el programa “Presupuesto por Resultados” (PPR), que a partir del 2013 permite al IMARPE volver a impulsar las investigaciones en acuicultura. Esto no solo implicó un reordenamiento en las metas de la Dirección General, si no que también llevó a impulsar nuevas ideas, llevando a un cambio en la forma y orientación en la que desarrollaban las investigaciones. Era necesario tener un norte para saber hacia dónde nos dirigíamos y, sobre todo, qué productos obtendríamos, a fin de elevar nuestro nivel científico y contribuir al desarrollo de la acuicultura nacional. El menciona-

do programa exige presentar resultados concretos anualmente, los mismos que deben estar alineados con el Plan Nacional de Desarrollo Acuícola y con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Acuicultura. Con estos dos documentos como guías, se proyecta alcanzar las metas trazadas hacia el 2021.

En estos primeros dos años de ejecución del programa se han conseguido resultados notables. Se ha logrado, por primera vez, trabajar en coordinación con las sedes regionales del IMARPE, lo que ha permitido desarrollar en paralelo el estudio de recursos potenciales de cada zona de trabajo. Así, en Puno se trabaja con el pejerrey, en Ilo con el erizo y en Huacho con el lenguado y el camarón de río. En la sede central se ha logrado, por primera vez en el país y en la región, la reproducción en cautiverio de la chita, se continúa con los estudios del lenguado y se ha planificado el estudio de cabrilla. Cabe señalar que el área de cultivos marinos está a cargo de la ingeniera Lili Carrera Santos.

También se viene desarrollando una interesante experiencia de asistencia técnica en el departamento de Ayacucho, específicamente en el llamado valle del río Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), buscando mejorar la calidad de vida del poblador mediante el cultivo de la trucha. En coordinación con la comunidad y los gobiernos regional y municipal, y utilizando módulos prefabricados, los investigadores del IMARPE enseñan a los pobladores de la comunidad seleccionada a cultivar la mencionada especie en un ambiente controlado. Las comunidades hasta hoy beneficiadas son: Socos, Chungui, Santa Rosa y Huanta. Esta actividad está a cargo del ingeniero José Cavero.

Todo lo que se haga en beneficio del desarrollo sostenible de la acuicultura debe estar enmarcado en acciones con metas claras y fijas, que beneficien al país. Resulta relevante considerar temas como

Registros biometricos de especies altoandinas y amazónicas, Área Funcional de Investigaciones en Recursos de Aguas Continentales.



Acuicultura en el VRAEM. El IMARPE desarrolla acciones de asistencia técnica del cultivo de truchas con el fin de mejorar la calidad de vida de diversas comunidades.



Huevos y larva de lenguado (parte superior), huevos y larva de chita (parte inferior), primera reproducción en cautiverio de ésta última. Laboratorio de Cultivos Marinos.



los vinculados a la sanidad, variables ambientales y nutrición, por nombrar los prioritarios. Todo ello permitirá que la acuicultura sea sostenible en el tiempo y que su diversificación se desarrolle con prudencia y constancia.

Estos avances se han logrado gracias al denodado y sostenido esfuerzo de una serie de profesionales, que durante un largo periodo han dedicado su tiempo a elaborar documentos-guía que han permitido definir metas claras y llevar a cabo acciones concretas. Dichos documentos han servido, además, para que nuestras investigaciones se orienten al desarrollo acuícola del país. Por ello, la DGIA agradece a todos y cada uno de los investigadores que, a lo largo de estos primeros 50 años de vida institucional, se entregaron con dedicación, pasión, constancia y vehemencia a plantear nuevos paradigmas en la investigación y a desarrollar proyectos que nos enaltecen como científicos y seres humanos. Cabe hacer un especial reconocimiento al Dr. Christian Berger, quien gentilmente brindó gran parte de la reseña histórica de las investigaciones en acuicultura del IMARPE.

La proyección a futuro debe centrarse en la mejora constante, la misma que permitirá realizarnos plenamente como profesionales con sentido crítico, capaces de tomar decisiones para alcanzar las metas que, como científicos, nos tracemos. Valorar el trabajo en equipo debe ser una constante que nos caracterice, lo que significa dejar de lado el protagonismo individual. Romper viejos esquemas es la mejor manera de hacer de nuestras investigaciones un éxito institucional, profesional y personal. Es necesario propiciar la colaboración mutua y el intercambio de información a través de un trabajo integrado con las diferentes áreas, solo así lograremos que nuestra institución siga avanzando y se consolide en el campo de la investigación científica.

# Hidroacústica, sensoramiento remoto y artes de pesca

Marceliano Segura

La evaluación de los recursos pesqueros por métodos directos se inició en IMARPE en la década de 1960, mediante prospecciones cualitativas denominadas operaciones Eureka. Empleando ecosondas comerciales, que registraban los cardúmenes en ecogramas de papel húmedo, se podía determinar los patrones de distribución y abundancia de la anchoveta. El análisis de esta información permitía clasificar los cardúmenes y elaborar las cartas de distribución y concentración de ese recurso. También se realizaban lances de pesca que ayudaban a identificar los cardúmenes, efectuar muestreos biológicos y obtener muestras e información útiles para la administración del recurso. Estas operaciones se realizaban con la participación de una o dos docenas de embarcaciones de cerco (bolicheras), que cubrían todo el mar peruano en un breve tiempo (3 a 5 días), siguiendo transectos perpendiculares a la línea de costa. Las operaciones Eureka fueron frecuentes entre 1966 y 1982, y aún hoy se considera la posibilidad de continuar con ellas.

Los avances en la tecnología hidroacústica en la década de 1970, llevaron a la aparición de ecosondas científicas y eointegradores que permitían una estimación más certera de las poblaciones estudiadas (fig. 1). Ello permitió que entre 1975 y 1981



Fig. 1. Ecosonda comercial SIMRAD.

el IMARPE participara en un proyecto con la FAO y el Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) para crear el Centro Regional de Electroacústica para América Latina (CREA). El objetivo principal fue desarrollar métodos de evaluación a partir de la energía de retrosección generada por especies como anchoveta, sardina, merluza, paparda (agujilla), jurel y caballa.

Antes de cada crucero se calibraban los equipos hidroacústicos (ecosondas científicas SIMRAD modelos EK 120 y 38 kHz, y econtegrador HP modelo MK II), utilizando hidrófonos (fig. 2). También se determinaba la respuesta acústica de algunas especies utilizando peces vivos en jaulas (anchoveta, sardina, jurel, caballa, etc.). Este sistema se mantuvo hasta 1991, a cargo de un equipo liderado por el ingeniero Ricardo Vilchez, e integrado por varios profesionales, como Tomás Amaya, Guido Canales, Adolfo Gonzáles y Héctor Casanova; a los que se fueron sumando, Marceliano Segura, Carlos Salazar, Ramiro Castillo, Francisco Ganoza, Mariano Gutiérrez, Aníbal Aliaga y Salvador Peraltila, entre otros.

En el marco del mencionado convenio se realizó una decena de cruceros experimentales a bordo de los BIC *Tareq II* y *SNP-I*, incluyendo un crucero en el lago Titicaca con el *Imarpe I*.

A partir de 1992, con la capacitación de Marceliano Segura y Andrés Chipollini en el Laboratorio Marino de Aberdeen (Escocia), las calibraciones del sistema hidroacústico se empezaron a realizar con “blancos estándares”, consistentes en esferas de cobre con una fuerza de reflexión conocida. Esta metodología mejoró los resultados de las calibraciones y redujo el tiempo de las mismas (fig. 3). Asimismo, durante esa década se contó con la asesoría de expertos en hidroacústica como Kenneth Foote, David Maclean y John Simmonds, que contribuyeron a perfeccionar

Fig. 2. Generaciones de ecosondas científicas SIMRAD con econtegradores.



Fig. 3. Estimación de biomasa de recursos pesqueros por el método hidroacústico, según el protocolo técnico para la evaluación acústica de áreas de distribución y abundancia de los recursos.

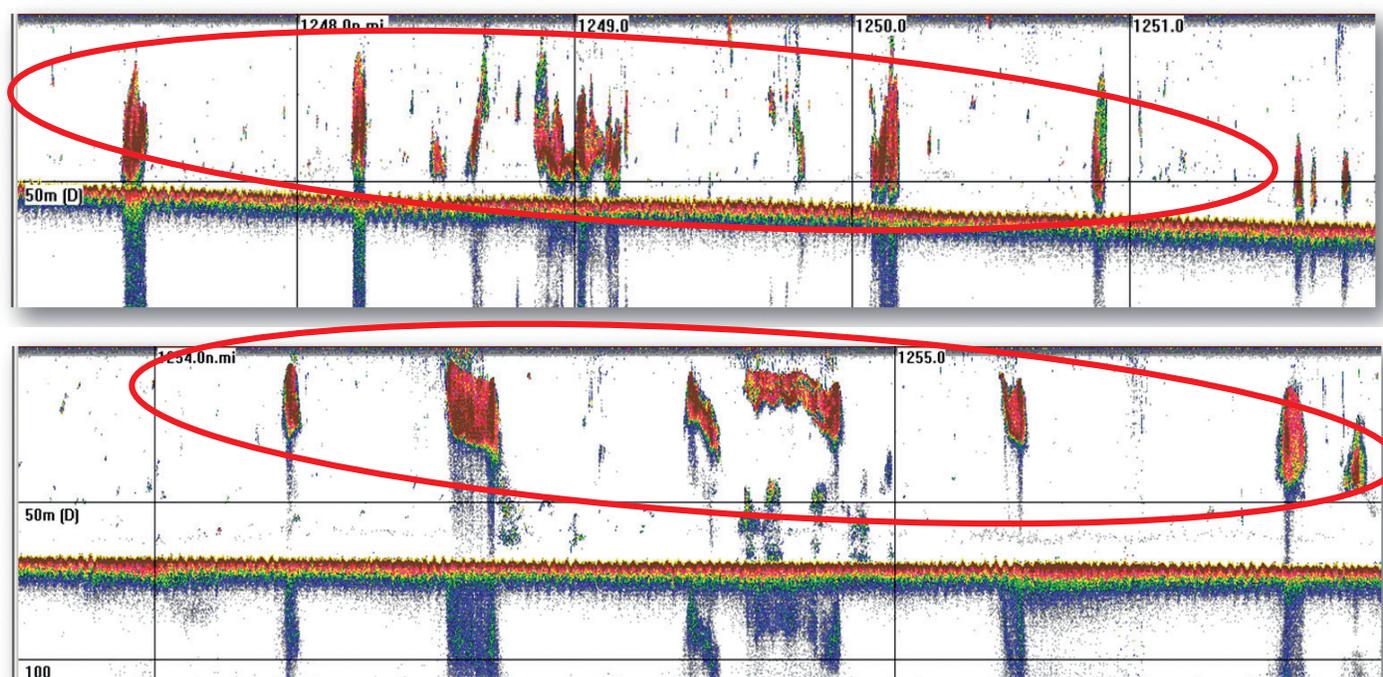
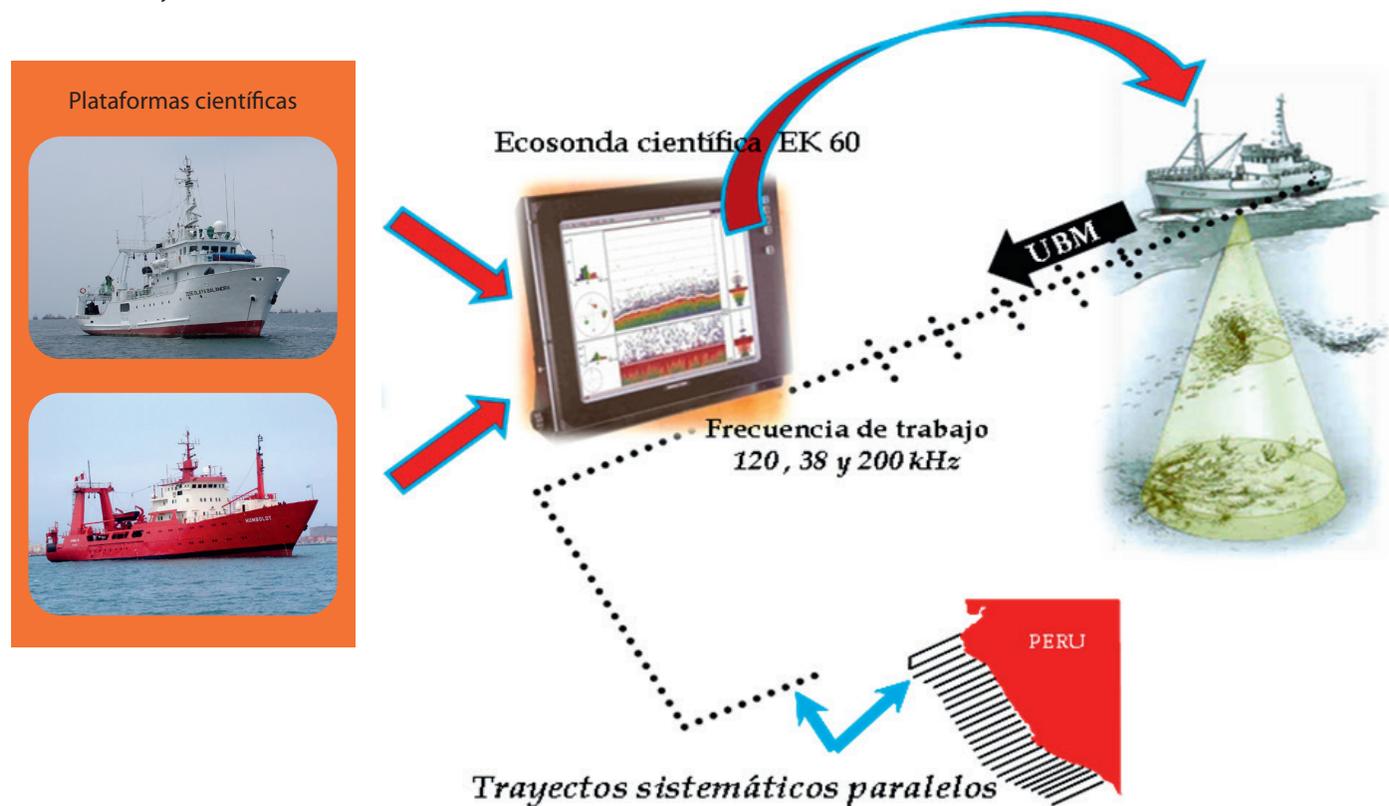


Fig. 4. Detección hidroacústica de anchoveta. Cinco millas náuticas continuas de cardúmenes de anchoveta.

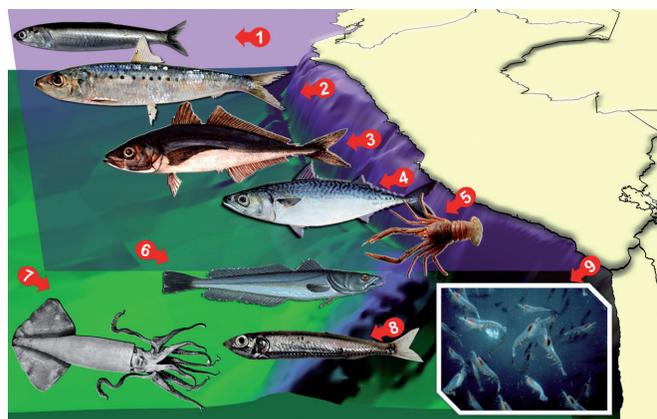
la determinación de la fuerza de reflexión de las especies objetivo, como anchoveta, jurel, sardina, caballa y merluza.

A mediados de los años 90 se entró a una nueva etapa en la hidroacústica al adquirir la ecosonda científica digital SIMRAD modelo EY500 portátil. Lamentablemente, en marzo de 1997 se perdió dicho equipo en el naufragio del *SNP-1*. Ese mismo año se adquirió e instaló en el *Humboldt* la ecosonda científica SIMRAD modelo EK500, con frecuencias de 38 y 120 kHz, y transductores Split beam.

La información hidroacústica (ecogramas) era analizada aún en forma manual, identificándose los cardúmenes por especie y asignándoles el valor correspondiente. Este proceso, que permitía la obtención de las áreas de distribución, concentración y biomasa por especies, podía durar más de dos semanas de ardua y continua labor (fig. 4). En 1998 se adquirió la primera versión de Echoview, un software de post procesamiento de información hidroacústica; y también se comenzó a usar software SIG. Ello permitió elaborar cartas digitales para la estratificación y tratamiento espacial de la data. Hoy en día se cuenta con versiones actualizadas de Echoview y una versión del software Large Scale Survey System (LSSS), que permiten el análisis de información hidroacústica multifrecuencias (hasta siete frecuencias en simultáneo, entre 18 y 364 kHz), facilitando contar con un informe inmediatamente concluido el crucero.

Con el apoyo del Instituto de la Recherche pour la Pêche se ha desarrollado software para procesar la información de los cruceros de forma aún más automatizada, permitiendo la determinación de la zona mínima de oxígeno (ZMO), distribución y concentración del zooplancton y otros.

Asimismo, con el objeto de realizar cruceros en forma estandarizada para estimar la biomasa de



Especies evaluadas con metodología hidroacústica: 1) anchoveta, 2) sardina, 3) jurel, 4) caballa, 5) munida, 6) merluza, 7) pota, 8) vinci-guerra y 9) krill.

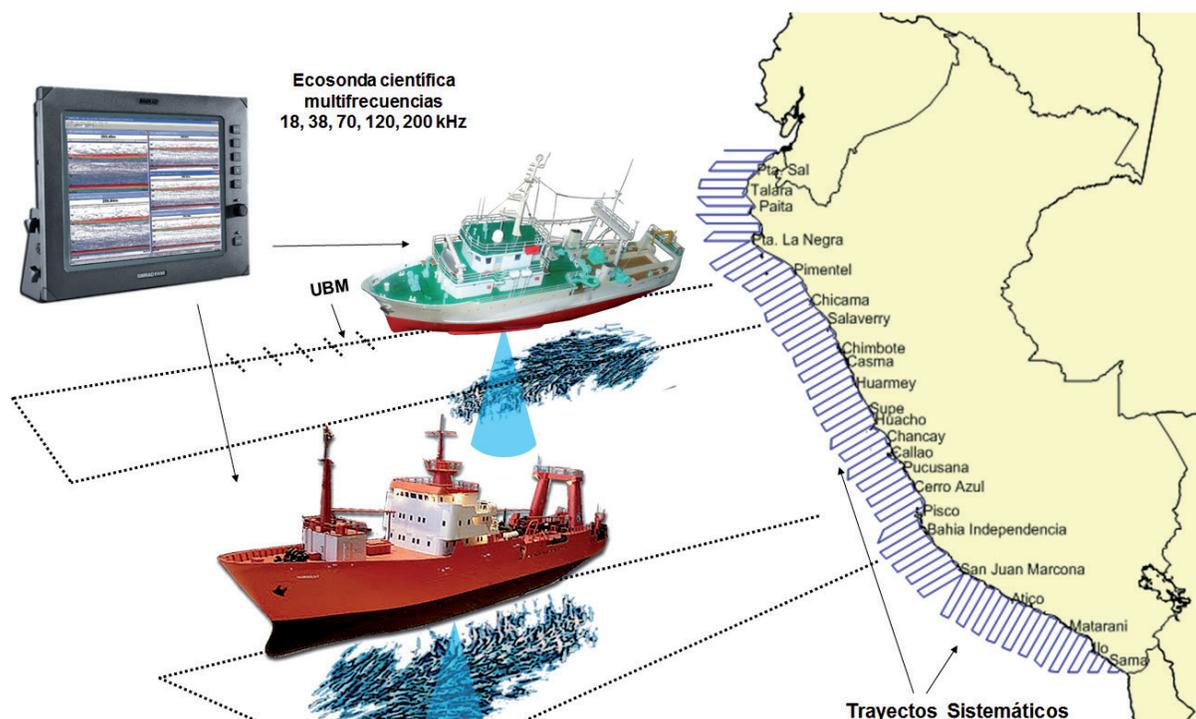


Fig. 5. Componentes que intervienen en la estimación de biomasa por método hidroacústico.

recursos pesqueros, utilizando la hidroacústica, IMARPE desarrolló un protocolo y un manual de procesos (fig. 5).

Finalmente, toda la tecnología hidroacústica descrita anteriormente es aplicada por el IMARPE en las expediciones a la Antártida (ANTAR), siendo una de las actividades de investigaciones fundamentales la estimación de la biomasa del krill (*Euphausia superba*) en el estrecho de Bransfield. Esto ha permitido que en los últimos 10 años se hayan realizado sofisticados estudios de comportamiento del krill y su relación con el ecosistema antártico.

### Seguimiento satelital de embarcaciones pesqueras industriales

Hasta la década de los 80 el éxito de las faenas de pesca se basaba en la experiencia del patrón de pesca. Sin embargo, con los procesos que han derivado del cambio climático y la sobreexplotación de los recursos, surgió la necesidad de contar

con información cada vez más precisa sobre las condiciones de mar, que ayude a la localización de cardúmenes de pesca.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) están experimentando un creciente desarrollo en el sector pesquero a través de la adquisición, registro y comunicación de información en forma de imágenes y datos, permitiendo dinamizar las operaciones de pesca de manera tal que cada faena, desde su planeamiento o búsqueda de áreas óptimas de pesca, cuente con información en tiempo casi real que permita asegurar el éxito en la captura.

Por otra parte, el avance tecnológico satelital brinda información de parámetros físicos y biológicos, como la temperatura superficial de mar, concentración fitoplanctónica, corrientes, vientos y salinidad. Esto ha llevado a desarrollar nuevas herramientas y aplicaciones que hacen posible una pesquería moderna.

Pero el tema satelital no solo ha contribuido a la eficiencia en las operaciones de pesca. También ha mejorado la administración, el control y la regulación de las zonas de pesca y de la cantidad de extracción pesquera permitida, garantizando de esa manera la sustentabilidad de los recursos. El sistema de localización de embarcaciones, implementado en el Perú a inicios de 2001, es una herramienta tecnológica importante que ha permitido al IMARPE analizar la dinámica de distribución de la flota y la variabilidad de sus recursos, asegurando la sostenibilidad de los recursos pesqueros por más de 20 años y mejorando el conocimiento científico del mar peruano y su riqueza.

Los modernos sistemas de monitoreo, localización y dinámica de las embarcaciones pesqueras se basan en los avances y el desarrollo de la tecnología satelital. El Sistema de Seguimiento Sa-

telital (SISESAT) se implementó en el Perú en diciembre de 1998, permitiendo ubicar en tiempo cuasi real y en forma georeferenciada a las embarcación pesqueras. Para los investigadores de IMARPE este sistema constituye una herramienta que coadyuva a los planes de ordenamiento, sostenibilidad y administración de las pesquerías.

El SISESAT permite monitorear las operaciones de pesca de las embarcaciones comerciales, tanto nacionales como extranjeras, incorporando un flujo importante de información complementaria de captura-esfuerzo en las pesquerías pelágicas y demersales, mediante métodos directos e indirectos validados. De ese modo se puede conocer la dinámica de las operaciones de pesca, así como el número, frecuencia e incidencia de calas probables; y áreas de pesca por distancia a costa, por área isoparalitoral o por batimetría.

La importancia que en los últimos tiempos ha adquirido la pesquería del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) ha llevado al IMARPE a desarrollar una nueva aplicación de las TIC, la que, combinando la información VMS con imágenes satelitales e información biológica, permite su monitoreo tanto dentro como fuera de las 200 millas. Los sensores satelitales pueden registrar la luminosidad emitida por las lámparas de halógeno que usan las embarcaciones para atraer a los calamares, pudiendo así identificarlas durante sus faenas de pesca nocturnas.

Desde el año 1993 las embarcaciones pesqueras extranjeras que operaban en aguas jurisdiccionales peruanas están obligadas a contar con el sistema de control satelital Argos, provisto por la empresa CLS (Collecte Localisation Satellites). En abril de 1996, el IMARPE, en coordinación con el SIMA, propuso un nuevo sistema de control de posición de embarcaciones llamado Centro de Información Pesquera (CIP). Este sistema tenía mejores carac-

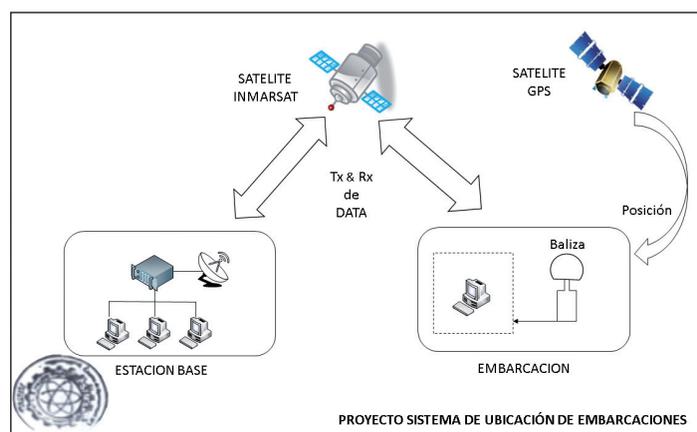


Fig. 6. Sistema de Seguimiento Satelital SIMAE-IMARPE 1996.

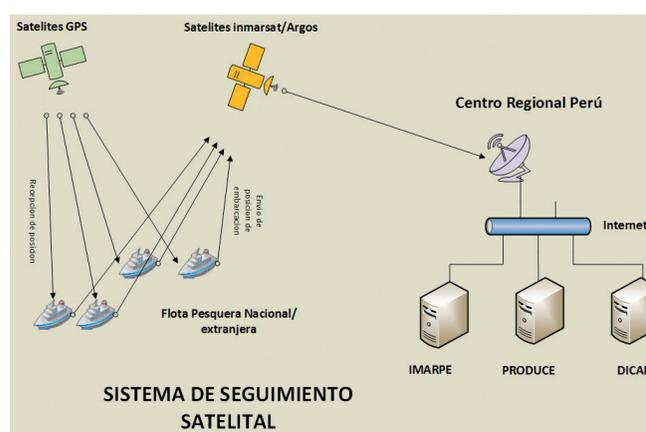


Fig. 7. Sistema de Seguimiento Satelital

terísticas tecnológicas que las vigentes, incluyendo el uso del satélite INMARSAT-C, balizas con alarmas sonoras y equipos de comunicación por radio UHF, diferenciados por usuarios (fig. 6).

En julio de 1998 los armadores pesqueros y el Ministerio de Pesquería firmaron un acuerdo para implementar un sistema de seguimiento satelital con la empresa MELEC, representante de CLS. De ese modo, a partir de diciembre comenzó a funcionar el sistema de seguimiento satelital (SISESAT), con transmisión de información en simultáneo también a DICAPI e IMARPE (fig. 7).

De esa manera el IMARPE comenzó a disponer de información sobre la ubicación de las embarcaciones pesqueras, pero no se podía discriminar si estaban en travesía, búsqueda o faena de pesca. Ello llevó a que el IMARPE, empleando el software MACSPESCA – MAPINFO, desarrollara un conjunto de filtros que, a partir de la posición y la velocidad de las embarcaciones, permitiera determinar si estaba en faena de pesca. El adecuado funcionamiento del sistema modificado fue comprobado *in situ* por sus propios diseñadores, quienes también determinaron digitalmente las 5 millas náuticas y diferenciaron las áreas de fondeo y descarga. De ese modo se pudo establecer si una embarcación estaba realizando faenas de

Fig. 8. Análisis de información aplicando filtros por velocidad y tipo de flota.

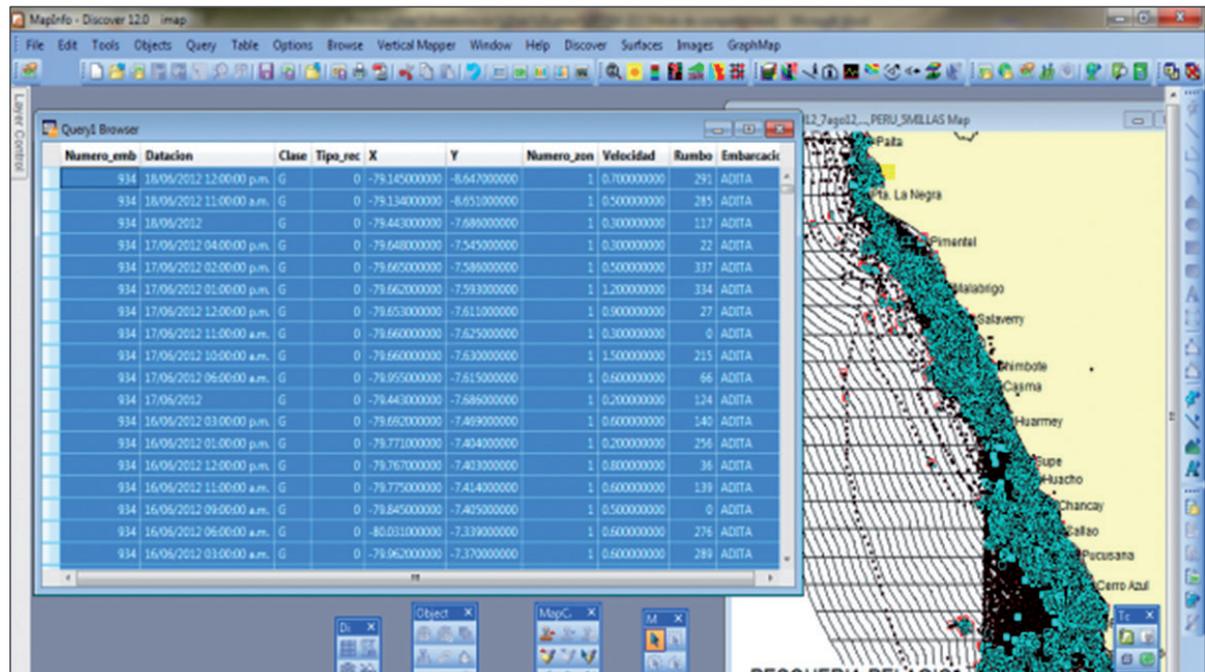
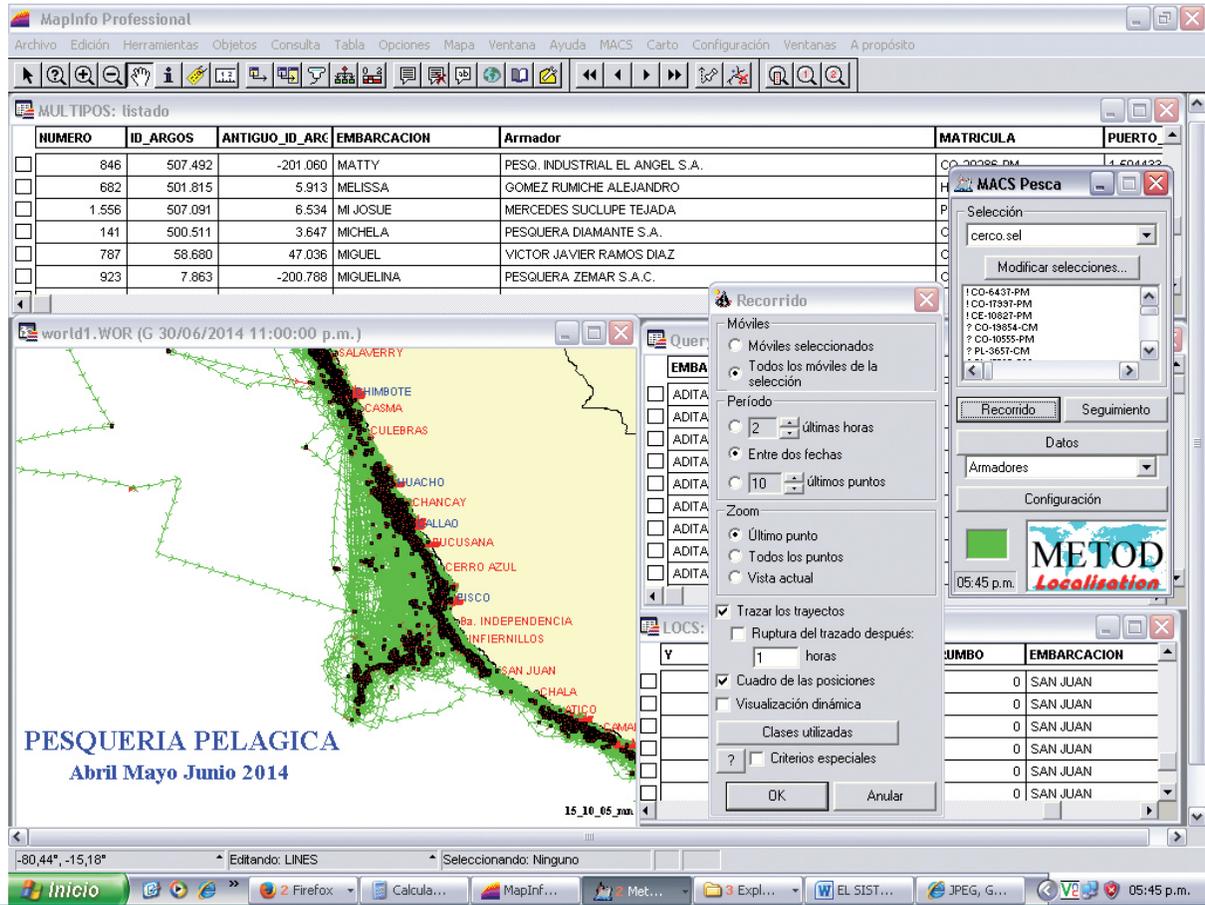


Fig. 9. Análisis de información aplicando filtros por velocidad y área isoparalitoral.

pesca dentro de las 5 millas. Comprobado su funcionamiento, el sistema comenzó a ser aplicado por PRODUCE, en CLS y otras instituciones y empresas (fig. 8).

En el año 2000 se digitalizaron las cartas de navegación de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV) y las áreas isoparalitorales hasta las 200 millas náuticas, discriminándose lo antes mencionado: 5 millas, áreas de fondeo y puertos (fig. 9).

A partir del 2001 se elaboraron reportes mensuales de la actividad pesquera pelágica, demersal, calamarera, pelágicos mayores y su relación con variables oceanográficas (TSM, clorofila-a) (fig. 10).

En el 2002 se caracterizó la flota pesquera en base a su implementación tecnológica y parámetros operacionales (como el tiempo, velocidad rumbo y secuencias operativas para la realización de una cala, tanto en la flota de arrastre como en la pelágica). En el 2003 se empezó a determinar índices de esfuerzo pesquero por distancia de la costa, por tipo de flota, por tipo de pesquería; asimismo, se monitoreó la actividad extractiva en las ventanas de penetración zona sur (fig. 11).

Mediante el SISESAT se logra monitorear de manera efectiva las operaciones Eureka, corroborándose el cumplimiento de las acciones tomadas en gabinete (fig. 12).

Desde entonces, el IMARPE continuamente ha provisto de información oportuna y eficaz al Ministerio de la Producción sobre las áreas de concentración de juveniles, al articular sus distintas unidades de investigación con la información del SISESAT.

Desde el 2008 se aplicó una nueva herramienta para control de la flota pelágica: las redes neuronales.

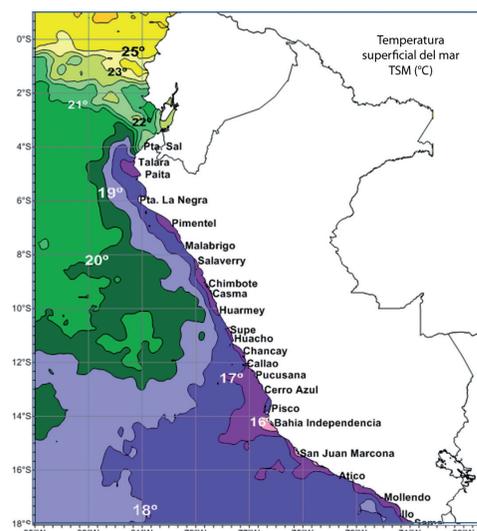
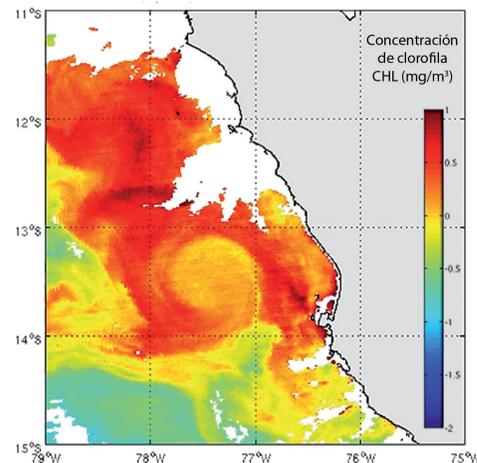
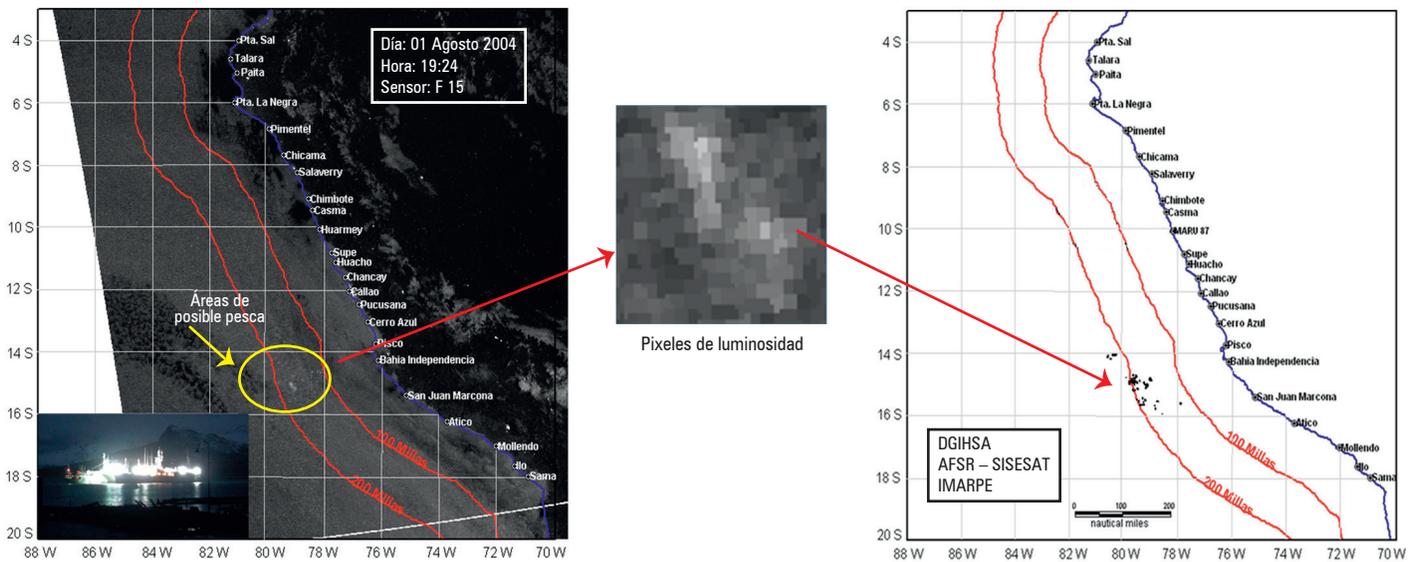
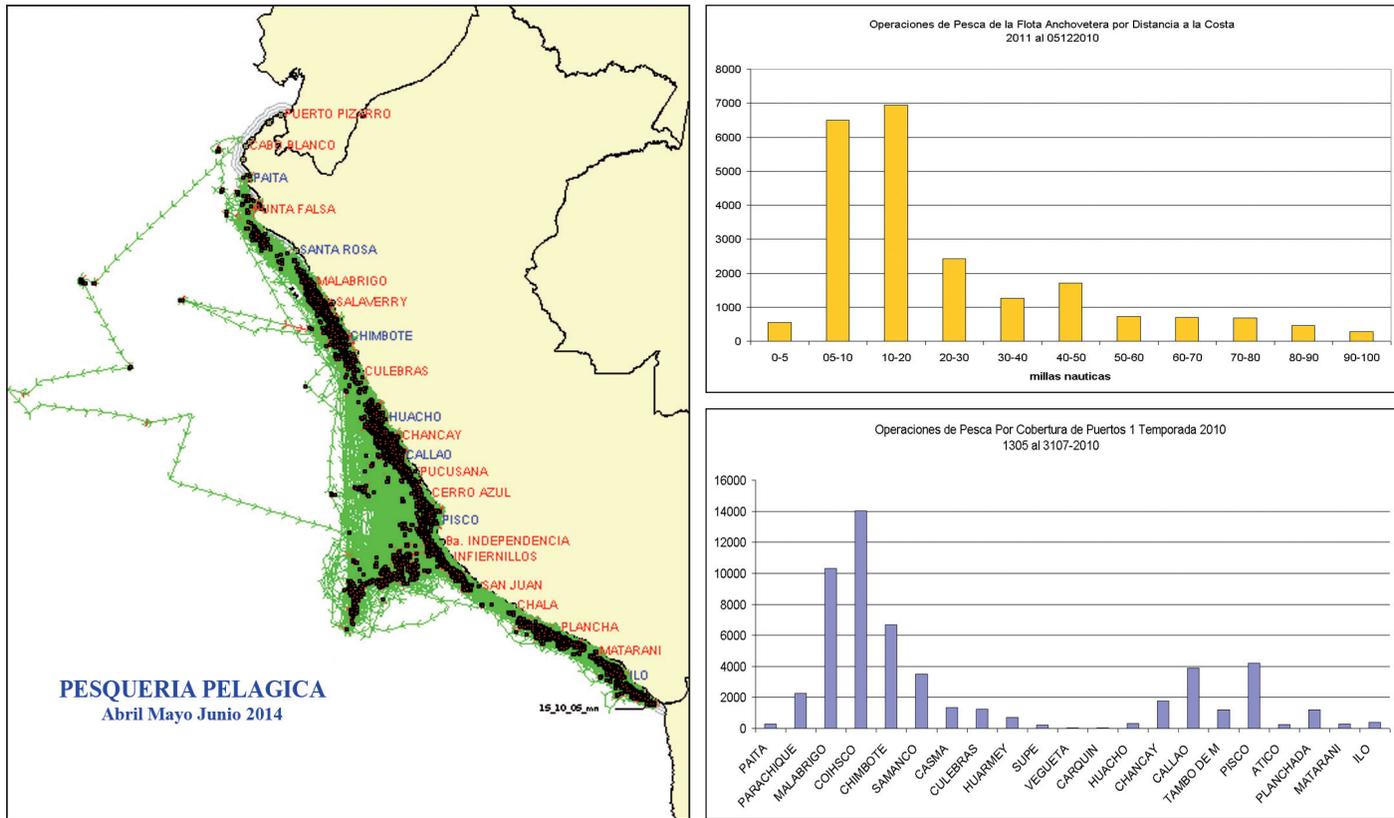


Fig. 10. Aplicación de la tecnología satelital a la pesquería artesanal de altura.

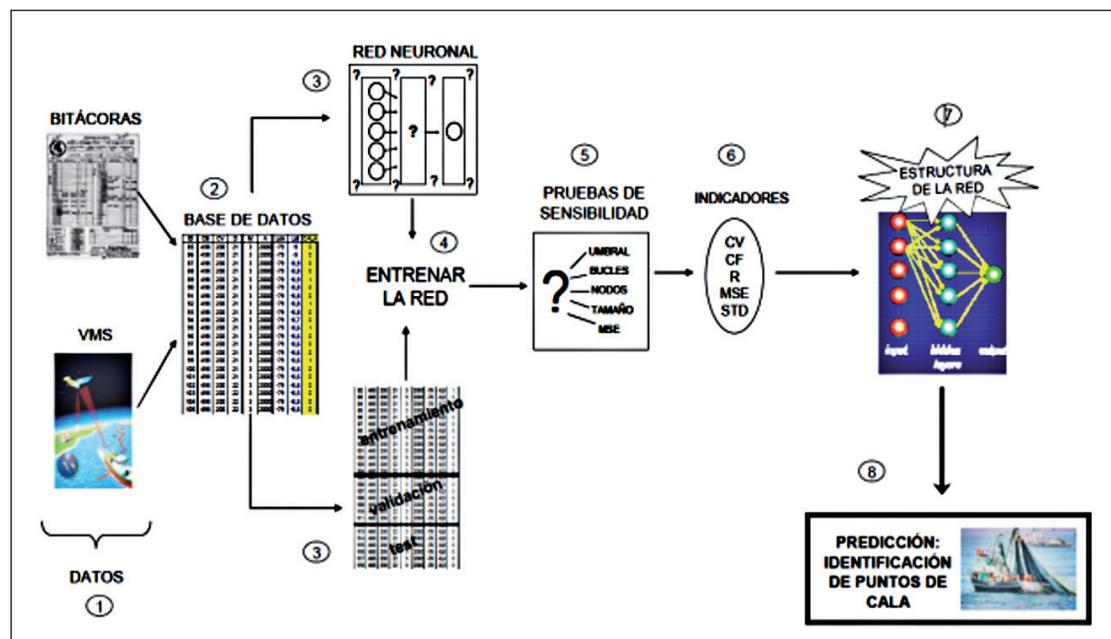
Fig. 11. Análisis del esfuerzo pesquero por distancia de la costa, flota RSVW.



Empleando algoritmos de reconocimiento de ciertos patrones repetitivos, corroborados por información *in situ* de planillas de bitácoras, la red neuronal permite determinar el número de calas probables y la ubicación de cada embarcación (fig. 13).

El IMARPE permanentemente busca nuevas tecnologías que puedan reforzar el trabajo de la baliza hacia una baliza que llamamos inteligente, a fin de que estas integren sensores giroscopios, sensores de vibración y choque, sensores auditivos, lectores de estabilidad de la embarcación, el incremento de registros utilizando balizas duales del tipo satelital/3G, entre otros. Todo ello permitirá que las balizas cumplan un papel protagónico en la determinación de parámetros operacionales de la embarcación durante una cala y que muestren características inobjctables de operaciones realizadas, para propósitos de un efectivo monitoreo y, si el caso lo requiere, sanción.

Fig. 13. Redes neuronales y calas probables.



En el futuro, el SISESAT deberá integrar a toda embarcación pesquera, artesanal o industrial, incrementar la frecuencia de información, el uso de balizas inteligentes con comunicación satelital, inalámbrica y celular dentro de la cobertura costera, y el uso de bitácoras electrónicas, entre otras cosas. Todo ello forma parte de los propósitos institucionales del IMARPE para proteger a las especies hidrobiológicas de la sobreexplotación, la pesca ilegal y la pesca no reglamentada. El objetivo es adaptar un proyecto a nuestra realidad pesquera, similar al proyecto FAROS (España-Portugal), que involucre la gestión de los descartes o residuos y capturas accidentales a bordo en tiempo real, además de establecer modelos de previsión del estado de las pesquerías. Esta implementación permitiría conectar mejor el sector pesquero con la industria transformadora y los destinatarios finales, que pueden ser empresas de alimentación para humanos o animales o también empresas farmacéuticas. Esta tecnología se centra en el procesado y transmisión de datos en tiempo real, a través del Management Geoportal Network, fundamentada en Sistemas de Información Geográfica (SIG), que no solo sea una ayuda a la pesquería, sino que también permita una mejor administración y conservación de los recursos pesqueros.

### **Artes y métodos de pesca**

Desde su creación, el IMARPE ha dedicado buena parte de sus esfuerzos a la mejora de las artes y métodos de pesca, continuando así la labor llevada a cabo por el Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos. El Grupo de Artes de Pesca—entonces Departamento de Tecnología de la Pesca— estaba dirigido por el ingeniero José Sánchez Torres y contó con asesoría de expertos de la FAO, llevando a cabo cuatro programas: Investigaciones Técnico-Industriales, Estudios Químicos, Ecorastreo y Pesca Exploratoria y Experimental.

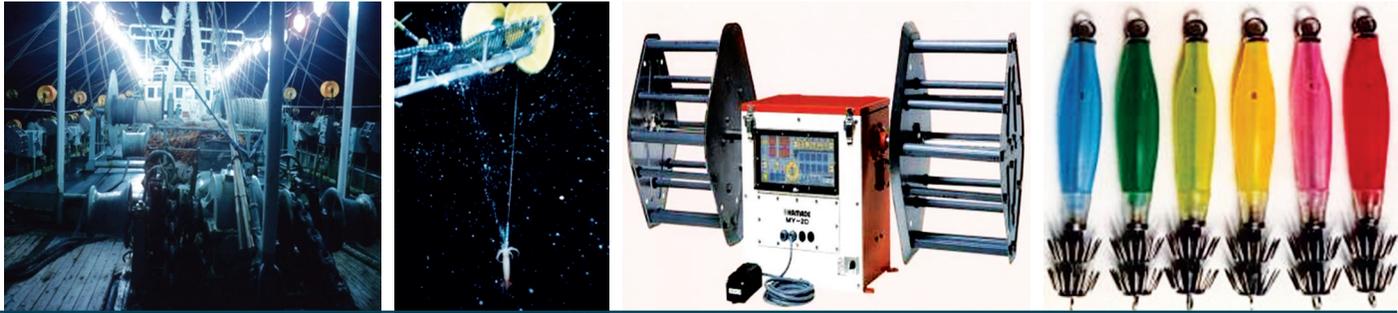


Fig. 14. Implementación del BIC SNP-1 con máquinas calamareras.

El primero de estos programas estaba enfocado al empleo de recursos marinos para la alimentación directa, pero en 1970 se desligó del IMARPE para formar el actual Instituto Tecnológico de la Producción (ITP).

A fines de los años 60 el programa de Pesca Exploratoria y Experimental, a cargo de biólogo Julio Castillo, llevó a cabo los primeros ensayos con artes de pesca de arrastre de superficie para la captura de anchoveta a bordo del *Explorador*. Se empleó tecnología acústica-net sonda alámbrica, batikimógrafos y telémetros para determinar la velocidad de hundimiento de la red, profundidad y distancia entre las puertas de arrastre respectivamente.

En la década siguiente se desarrollaron tareas tecnológicas enmarcadas en las políticas pesqueras de entonces, coincidiendo con el cambio de régimen del ecosistema, que impactó negativamente a la anchoveta pero positivamente a los recursos demersales y costeros. Fue entonces cuando se realizaron los primeros trabajos de investigación tecnológica-pesquera, desarrollando pescas experimentales con diferentes artes y métodos de pesca. Se aplicaron luces de atracción, se caracterizó las embarcaciones pesqueras y se evaluó las artes de pesca, todo lo cual permitió sentar las bases de la experimentación tecnológica pesquera actual. También se empleó el BIC SNP-1 para estudiar la potencialidad de diversas especies costeras (fig 14).

A lo largo de esa década se llevaron a cabo varios trabajos referidos a artes de pesca, tradicionales y no tradicionales, tanto en buques nacionales como extranjeros. Se experimentó con redes arrastreras, tipo danesa y miniGranton, así como con redes estacionarias Fike net (Biturón), Long-Line (palangre) y de cerco machetera, entre otras. También se llevaron a cabo trabajos en aguas continentales, desarrollándose programas tanto en el lago Titicaca, como en el río Mazán.

La experiencia adquirida en el extranjero por varios de los profesionales del IMARPE permitió que en la década de 1980 se aplicaran diversas metodologías para evaluar el rendimiento de las redes de pesca y específicamente de la selectividad en redes de arrastre de los cruceros de investigación (fig. 15). Con esos resultados se analizó el rendimiento de equilibrio de la merluza y se hicieron propuestas para su manejo.

En 1988 se fusionaron la Dirección de Investigaciones en Pesca y el Centro Regional de Electroacústica para América Latina.

A fines del siguiente año hubo una presencia notable de calamar gigante, razón por la cual el IMARPE y el Japan Marine Fishery Resources Research Center (JAMARC) realizaron varios estudios en el *Shinko Maru 2*, pudiendo así evaluar la factibilidad de explotar comercialmente esa especie.

En la década del 90, gracias al apoyo japonés, varios de nuestros profesionales se capacitaron en selectividad de artes de pesca, pesca sostenible con enfoque ecosistémico, puertos pesqueros y pesquería. Ello permitió realizar valiosos estudios sobre la flota pesquera industrial de merluza en Paita, la selectividad en las redes de arrastre de fondo y el tamaño mínimo de malla de los copos de ese tipo de redes y de las de media agua. En la década siguiente se puso énfasis en el recurso



Fig. 15. Estudio sobre el rendimiento de las redes de pesca.

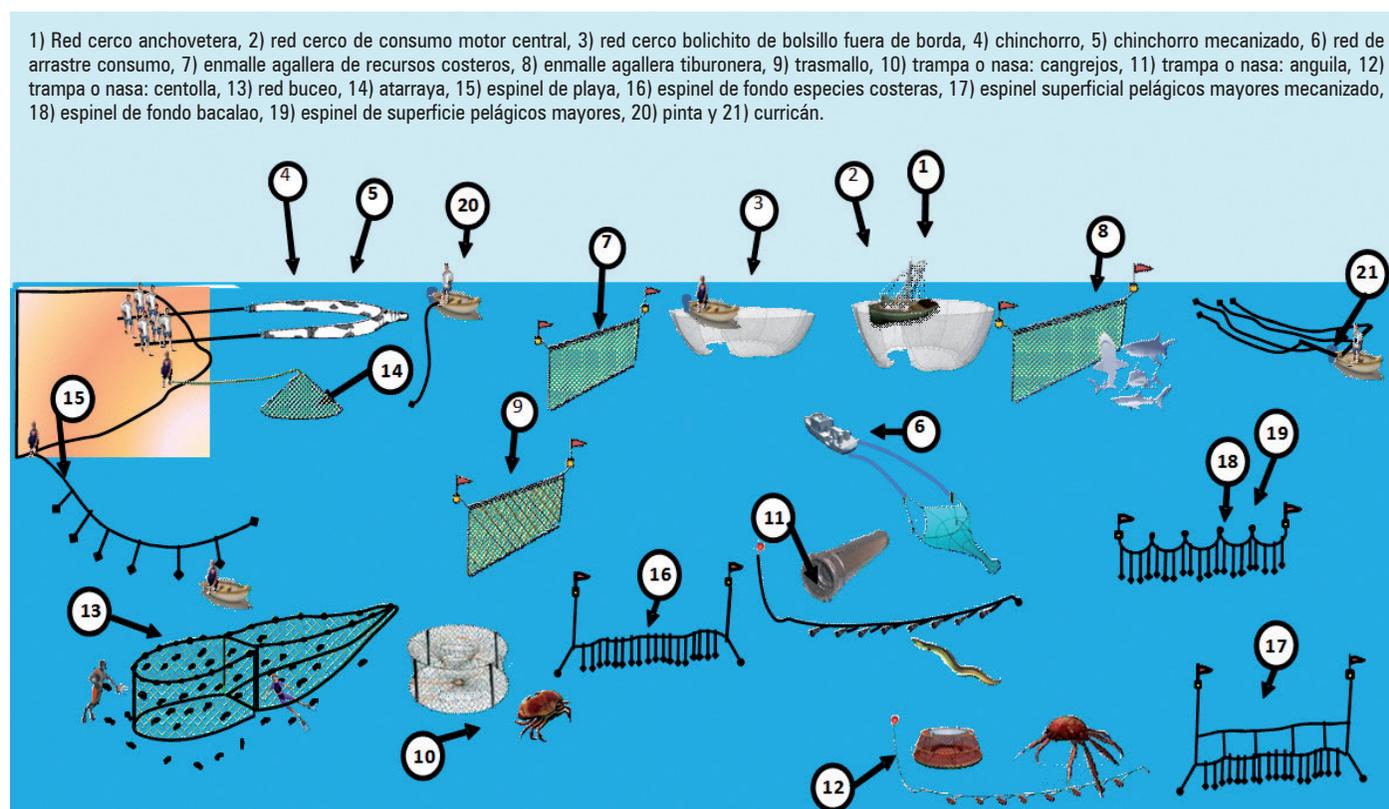


Fig. 16. Principales artes de pesca utilizada en el Perú.

pejerrey, la diversificación de la pesca, la pesca con explosivos, las posibilidades tecnológicas de extracción amigable de la concha navaja, el uso del chinchorro manual, del zambullo en pesquerías costeras, red boliche activada por buzos y redes de cerco en Tumbes. Este último estudio contribuyó de manera significativa a la elaboración del Reglamento de Ordenamiento Pesquero (ROP) de esa región (fig. 16).

El Grupo de Pesca trabaja en el armado, mantenimiento, diseño, eficiencia, selectividad y evaluación del comportamiento de las redes para fines de investigación en los diversos cruceros de evaluación del IMARPE, incluyendo la región Antártica, donde en el 2013 se realizaron las primeras operaciones peruanas de pesca de fondo alrededor de la isla Elefante.

# La Antártida

**Marco Espino**

Rodolfo Cornejo y Patricia Ayón.

Investigar en temática antártica es una tarea compleja que demanda una inversión significativa, algo que para un país como el Perú podría ser entendido como oneroso e innecesario frente a otras necesidades que requieren solución inmediata. Es por eso que los recursos que se inviertan en la Antártida deben ser usados eficientemente y con el mayor beneficio posible, tratando de que tengan un efecto multiplicador que redunde en beneficio del país. Al respecto, hay que destacar que, por sus singulares características, la Antártida constituye una zona donde aún hay mucho que descubrir, labor que conlleva la colaboración científica de diversos países, con profesionales del más alto nivel, empleando las más modernas metodologías y tecnologías. Se podría afirmar, en términos sencillos, que la Antártica es el laboratorio de investigación más grande del mundo.

Por otra parte, los trabajos que realiza el IMARPE en ese continente contribuyen a un mejor conocimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del océano Antártico, así como de los recursos pesqueros presentes en este espacio singular. Quizá el más importante de esos recursos sea el krill (*Euphausia superba*), pequeño crustáceo que es la especie clave del ecosistema marino antártico. Forma grandes



BIC Humboldt en aguas antárticas.



Expedicionarios IMARPE- ANTAR I.

concentraciones denominadas enjambres y ocupa un nicho ecológico en el ambiente pelágico similar a la anchoveta en el ecosistema de afloramiento peruano. Se alimenta por filtración de fitoplancton y de otras algas presentes en el hielo antártico, lo que le permite sintetizar ácidos grasos de cadena larga y transferirlos hacia los niveles tróficos más altos de la cadena ecológica antártica.

El krill constituye la base alimenticia de especies de mayor tamaño, como peces, aves, focas, pingüinos y ballenas de los océanos del sur. Se considera que la biomasa del krill (aproximadamente 500 millones de toneladas) es tan grande como la población humana, y probablemente sea la especie animal más abundante del planeta. Algunos de sus cardúmenes pueden ocupar un espacio equivalente al territorio de Andorra.

Recientemente se aprobó la Política Nacional Antártica (DS N° 014-2014-RE, 29/3/2014), que establece los lineamientos normativos para que el Perú cautele sus intereses y derechos en la región antártica, en el marco del Tratado Antártico. Considerando el actual escenario internacional, nuestro país debe continuar desempeñando un rol activo para profundizar y fortalecer la cooperación técnica-científica ante los desafíos que afronta la Antártida, tales como el cambio climático, las actividades humanas y el desarrollo de nuevas tecnologías. En este sentido, el IMARPE tiene un rol preponderante en los programas de investigación antártica, particularmente en lo que se refiere al océano Antártico.

### **Investigaciones científicas antárticas**

Desde el verano austral de 1988 hasta la actualidad (2014) el IMARPE ha participado en las 13 expediciones o campañas científicas peruanas a la Antártida llevadas a cabo por el BIC *Humboldt*, denominadas “ANTAR”, desarrollando un programa

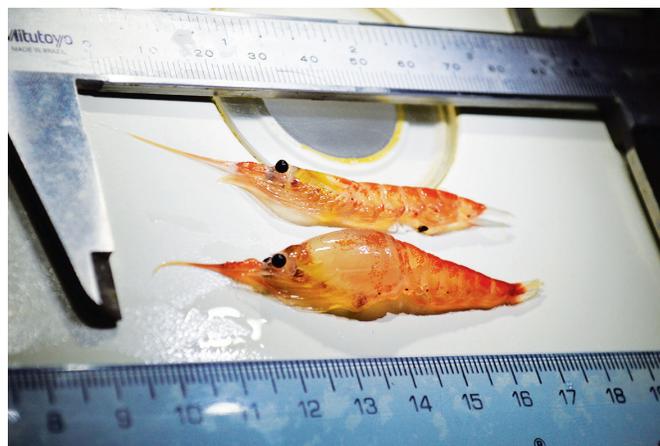
de investigación dirigido al estudio del medio ambiente, la biodiversidad y sus principales recursos marinos (krill, aves y mamíferos). Los resultados de esos esfuerzos contribuyen al conocimiento, conservación y protección ambiental del ecosistema antártico, en el marco del Sistema del Tratado Antártico, y son compartidos con la comunidad científica internacional a través del SCAR (Comité Científico de Investigación Antártica) y de la CCRVMA (Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos).

Las primeras investigaciones antárticas del IMAR-PE estuvieron enfocadas en el krill y sus depredadores, destacando los estudios sobre la determinación de su estructura poblacional y abundancia (1988-1991, ANTAR I-III); ecología del krill y sus predadores a nivel de mesoescala (1998-2003, ANTAR IX-XIV). A partir del año 2005, en el marco del concurso de proyectos propuesto por el Instituto Antártico Peruano, se optó por un modelo de investigación con enfoque ecosistémico de los espacios marítimos evaluados, mediante la ejecución de los proyectos COPEPOD I y COPEPOD II, que integran el estudio de la biología y ecología de las principales comunidades pelágicas del estrecho de Bransfield y alrededores de la isla Elefante, los que fueron ejecutados en los veranos australes del 2006 y 2007, en el marco de las campañas ANTAR XVI y XVII.

El estudio de las comunidades pelágicas y bentónicas se ha continuado durante las campañas ANTAR XXI y XXII (2013 y 2014), con una visión integradora y multidisciplinaria del ecosistema Antártico como una función de las interrelaciones entre el krill, su flora y fauna acompañante, sus depredadores y las condiciones oceanográficas imperantes.

Las líneas de investigación corresponden a: (i) Estudio Integrado del Ecosistema Marino en el

Krill antártico *Euphausia superba*, macho (arriba), hembra en estado de gravidez (abajo).



Red Isaac Kid Mid Trawl (IKMT) para la colecta de krill.

Petrel damero (*Daption capense*).



Pingüino papua.



Foca cangrejera.

estrecho de Bransfield, Joinville y alrededores de la isla Elefante; (ii) Ecología de las comunidades bentónicas de fondo blando somero y profundo antártico, y su relación con las características sedimentológicas y geoquímicas de los sedimentos en el estrecho de Bransfield y ensenada Mackellar, y bahía Almirantazgo; y (iii) Estudio del medio ambiente en la ensenada MacKellar, bahía Almirantazgo y estrecho de Bransfield.

Dentro del ámbito de la investigación se ha considerado tanto el estudio de la comunidad fitoplanctónica como el avistamiento y comportamiento de depredadores superiores, desde las aguas frente al Callao hasta el área de evaluación en el continente Antártico, para establecer la conexión entre el Pacífico Sudamericano y las aguas antárticas desde una visión oceanográfica y biogeográfica.

### Zona de estudio

El área de cobertura geográfica de las estaciones de muestreo biológico y oceanográfico (físico, químico y geológico), así como los transectos de evaluación hidroacústica, comprenden el subsistema pelágico y bentónico del estrecho de Bransfield, ensenada Mackellar, bahía Almirantazgo—donde se encuentra la estación científica Machu Picchu—, isla Rey Jorge, en las Shetland del Sur, y los alrededores de la isla Elefante, en la sub-región CCAMLR 48.1 (península Antártica) entre las latitudes 60 y 64°S.

En algunas ocasiones se han realizado trabajos en áreas distintas a las señaladas, como sucedió en el verano del 2000 (ANTAR XI), cuando conjuntamente con Japón y EEUU se evaluó el krill en el paso de Drake y alrededores de la isla Elefante, extendiéndose hasta los 60°S. Asimismo, en el verano del 2001 la evaluación fue realizada sólo en los alrededores de la isla Elefante, entre los 60 y 62°S.

## Programa Científico Antártico del IMARPE

Los trabajos de investigación del Programa Científico Antártico del IMARPE se han orientado principalmente a evaluar el tamaño poblacional y las biomásas, patrones de distribución y concentración espacio-temporal y comportamiento nic-témico del krill y de las principales especies de las comunidades pelágicas y bentónicas en relación con la producción primaria, depredadores y las variables ambientales de la sub región CCAMLR 48.1 en el continente antártico.

La pregunta científica que se plantea el IMARPE en los mares australes es la siguiente:

¿Cómo se interrelacionan las principales especies de las comunidades biológicas en la Antártida en función a las condiciones ambientales en el ecosistema de la sub región 48.1?

La respuesta requiere de la participación de las siguientes ramas de las ciencias marinas:

- **Oceanografía:** geológica (sedimentos superficiales), física (masas de agua y sistema

Expedicionarios IMARPE- ANTAR XXII.



de corrientes y circulación oceánica), química (oxígeno y nutrientes) y biológica (bentos, fitoplancton y zooplancton) cuyo objetivo es la caracterización del área de estudio como elemento que permita entender la dinámica del ecosistema en función a los patrones de variabilidad imperantes.

- **Biología y ecología:** orientado al conocimiento de la biodiversidad con levantamientos taxonómicos de la flora y fauna marina pelágica y bentónica, características biológicas (tallas, sexo, proporción sexual, madurez sexual, reproducción, alimentación, crecimiento) y dinámica del ecosistema del estrecho de Bransfield, bahía Almirantazgo y alrededores de isla Elefante, incluyendo parte de paso de Drake.
- **Depredadores superiores:** tiende al conocimiento de aves y mamíferos (cetáceos y pinnípedos) que basan su supervivencia en el krill.
- **Tecnología de detección acústica, técnicas y estrategias de pesca:** que con herramientas de última generación tecnológica dimensiona la biomasa del krill, determina los patrones de distribución y abundancia del krill y de otros recursos en relación a las variables físicas, químicas y biológicas imperantes en la zona. Este componente apoya con imágenes satelitales en el comportamiento meteorológico y de las masas de agua superficiales en el área de estudio.

### El ecosistema marino antártico: una visión al verano austral del 2014

Durante el verano austral del 2014 el ecosistema marino antártico en la zona comprendida entre el estrecho de Bransfield, Joinville y alrededores de la isla Elefante estuvo caracterizado por condiciones oceanográficas de temperatura superficial del mar entre  $-1,5$  y  $1,6$  °C, asociadas a aguas frías



Muestreo de bentos con draga Van Veen, bahía Almirantazgo.



Colecta de muestra de krill con red Engel.

del mar de Weddell, altamente oxigenadas con 5,3 a 8,24 ml/L, debido a la intensa dinámica de circulación dominada por fuertes vientos y al aporte de aire comprimido proveniente de los deshielos. Las masas de agua que ocupan el estrecho de Bransfield son principalmente producto de la mezcla de masas procedentes de los mares de Weddell y de Bellingshausen, con las que se forman en el estrecho de Gerlache e *in situ* debido a los deshielos

La comunidad de fitoplancton estuvo conformada por diatomeas: (i) centrales, *Corethron criophilum*, *Proboscia alata* y *Rhysisolenia styliformis*; (ii) pennatales, con géneros más frecuentes como *Fragilaria* sp., *Fragilariopsis* sp., *Navicula* sp. y *Pseudo-nitzschia*.

La comunidad de zooplancton estuvo integrada por copépodos, quetognatos, eufáusidos, hidromedusas, anfípodos, poliquetos, gasterópodos y cirrípedos, entre otros. Las especies más importantes fueron los copépodos *Calanoides acutus*, *Metridia gerlachei* y *Rhincalanus gigas*, el quetognato *Sagitta* sp. y el eufáusido *Thysanoessa macrura*.

Entre los eufáusidos se determinó la presencia de 5 especies: *Euphausia superba*, *E. crystallorophias*, *E. triacantha*, *E. frigida* y *Thysanoessa macrura*, siendo *E. superba* y *T. macrura* las especies que mostraron mayor cobertura espacial y densidad.

La comunidad pelágica estuvo dominada notablemente por krill (94,7 %), seguido por el *Salpa thompsoni* (3,6 %) y medusas scyphozoas *Desmonema* sp. y *Peryphylla peryphylla* (1,34 %). También se registró la captura de peces hielo y peces linterna perteneciente a las familias Channichthyidae, Paralepididae y Myctophidae, respectivamente.

Las mayores biomásas de krill se registradas en los alrededores de la isla Elefante (62,3 %) y Joinville, seguidas por el estrecho de Bransfield.



Zooplankton antártico.



Expedicionarios observando una foca de Weddell cerca de la Estación Machu Picchu.

La estructura de tallas en la zona de isla Elefante estuvo representada por ejemplares entre 40 y 60 mm, con una moda mayor a 53 mm. En el estrecho de Bransfield la moda mayor estaría en 42 mm, con un rango de 25 a 58 mm. En Joinville la moda estuvo en 40 mm, con rango entre 30 y 50 mm. Estos resultados sugieren que Joinville sería una zona de reclutamiento que alimentaría tanto al estrecho de Bransfield (zona de crianza), como a los alrededores de isla Elefante (zona de reproducción). Por otro lado, el análisis cualitativo del contenido estomacal del krill ratifica su condición alimentaria fitoplanctófaga.

El krill realiza migraciones verticales diarias. Durante las horas de oscuridad tiende a concentrarse en la capa superficial, entre los 0 y 25 m de profundidad, mientras que durante el día se sumerge ubicándose entre los 15 y 90 m, formando en este periodo enjambres “densos” más compactos y de mayor longitud en la columna del agua.

A nivel de fondo, la biodiversidad marina demersal registró 65 especies perteneciente a 9 grupos taxonómicos representados principalmente por equinodermos (erizos, estrellas de mar, ofiuroideos, holoturias), así como peces (nototenidos y peces hielo), celentéreos, ascidias, esponjas, moluscos (pelecípodos y anfineuros) y crustáceos (anfípodos e isópodos) en profundidades entre 90 y 161 m.

El análisis estomacal de los peces *Notothenia gibberifrons* y *Chionodraco rastrospinosus*, evidencia que, a pesar de tratarse de recursos demersales, se alimentan de krill, confirmando la hipótesis de que estas especies serían “conectores” entre el acoplamiento del sistema pelágico y demersal.

En cuanto a aves marinas, se registraron 25 especies pertenecientes a 3 órdenes y 8 familias, siendo la especie más abundante el petrel dame-

Personal científico trasladándose hacia el BIC Humboldt.



Expedicionarios IMARPE, ANTAR XXI.



Bahía Almirantazgo.

ro (*Daption capense*), seguido del petrel plateado (*Fulmarus glacialisoides*) y del pingüino de barbijo (*Pygoscelis antarctica*).

Por otra parte, se registraron 7 especies de mamíferos marinos, pertenecientes a 2 órdenes y 3 familias, representados por observaciones de cetáceos (75,96 %) y pinnípedos (24,04 %). Se destaca entre los cetáceos la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), seguida por la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), *B. bonaerensis* y *B. borealis*. Entre los pinnípedos, *Arctocephalus gazella* fue la especie más observada.

### Importancia e implicancias de las investigaciones antárticas

En lo referente a las ciencias del mar, el IMARPE estuvo y estará presente en el más importante laboratorio natural que existe en nuestro planeta, la Antártida, con sus investigaciones científicas en todos los aspectos de relevancia, siendo obviamente el más significativo el relativo al krill, por su enorme potencial como recurso proteico, así como *proxi* o indicador de la salud del ecosistema por efecto del clima y el impacto humano.

A futuro deberá continuarse con las investigaciones científicas y tecnológicas, dándole especial atención a los aspectos de oceanografía física, química y biológica, así como las capacidades de observación y monitoreo del krill y sus predadores con equipos y sensores biológicos, acústicos, ópticos y biogeoquímicos de última generación. Esto permitirá ampliar el conocimiento de los patrones de la ecología marina antártica, en el marco de un enfoque ecosistémico que incluya una visión integral en el área de estudio. Asimismo, se contribuirá al mejor entendimiento y comprensión de la variabilidad ambiental e impacto antropogénico en las propiedades y dinámica del ecosistema antártico y su influencia



Presidente Ollanta Humala con expedicionarios en la Base Machu Picchu, ANTAR XXI.

en el ecosistema de afloramiento peruano. Todo esto facilitará predecir la capacidad de respuesta de los organismos y comunidades frente al cambio climático y a las actividades extractivas actuales y futuras, de manera de reconocer, prever y mitigar la influencia y alcance de las actividades humanas.

En este contexto, el IMARPE es la institución sudamericana con la serie de datos más larga en la zona de estudio (estrecho de Bransfield y bahía Almirantazgo), comprendiendo los últimos 25 años (13 campañas científicas). Su programa de Ciencia Antártica tiene pues relevancia mundial, y está a disposición de los países miembros del Tratado Antártico, lo cual lo posiciona de una manera expectante en este importante sistema geopolítico mundial.

# Cooperación técnica

Renato Guevara Carrasco

Las grandes civilizaciones no habrían sido tales si no hubiese existido la capacidad de cooperar entre los seres humanos. La palabra “cooperación” viene del latín *cooperatio* (co: unión, y operatio: operar), que significa: acción y efecto de obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin. Para el IMARPE, la cooperación ha sido un valioso instrumento para su desarrollo, tanto en el accionar de sus investigadores, como en sus relaciones con otras entidades: sea como representante del Estado Peruano en una cooperación de gobierno a gobierno, o como contraparte directa en convenios bilaterales. Su propia creación fue producto de la cooperación del Fondo Especial de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con el gobierno peruano, y en gran medida ha marcado su crecimiento y desarrollo a lo largo de estos 50 años de existencia.

La cooperación técnica internacional, específicamente, le ha permitido al Instituto:

- capacitar a su personal en los conceptos y metodologías importantes para el óptimo desarrollo de su quehacer cotidiano;
- acceder al conocimiento actualizado en diversas disciplinas científicas relacionadas con sus fines, para mejorar la capacidad de investigación y prestar asesoría técnica en el país; y

*Yo hago lo que usted no puede, y usted hace lo que yo no puedo. Juntos podemos hacer grandes cosas*

*Madre Teresa de Calcuta*

- contar con equipamiento moderno para la investigación, que habría sido prácticamente imposible adquirir con recursos propios, entre ellos sus principales buques de investigación (*SNP-1*, *Humboldt* y *José Olaya Balandra*).

Las fuentes cooperantes internacionales han sido diversas: universidades, instituciones especializadas y agencias gubernamentales de países desarrollados, organismos multilaterales financieros y técnicos, instituciones no gubernamentales de alcance internacional, etc. Las motivaciones también han sido diversas, yendo del altruismo al pragmatismo intrínsecamente puro. Prácticamente toda la cooperación internacional ha sido no reembolsable.

También ha existido un componente importante de cooperación técnica nacional, principalmente con universidades públicas y privadas, gobiernos locales y regionales, instituciones gubernamentales, ong y empresas privadas.

Pese a tener convenios de cooperación con casi todas las universidades nacionales, particularmente a través de sus escuelas o facultades de biología e ingeniería pesquera, nunca se logró establecer una relación dinámica con sus docentes e investigadores. No obstante, se contribuyó de manera significativa en la formación de cuadros nacionales mediante prácticas pre-profesionales en las sedes del IMARPE, así como al facilitar datos, infraestructura y la experiencia de su personal científico para la elaboración de tesis de pre y posgrado. En los últimos cinco años este impacto se ha incrementado pues un creciente número de investigadores del Instituto ha comenzado a dictar clases en diversas universidades nacionales.

Otro aspecto a resaltar es la cooperación con los gobiernos regionales (y en su momento con los gobiernos locales), que ha permitido que se construyan y/o equipen algunos de los laboratorios



descentralizados, o que se desarrollen actividades de investigación científica en sus respectivos ámbitos geográficos, ampliando de esa manera el campo de acción institucional, que sería inviable sólo con recursos propios.

Enumerar toda la cooperación que ha tenido el IMARPE en estos 50 años rebasa el espacio asignado a este capítulo; sin embargo, se describirán los proyectos que, a criterio del autor, han tenido mayor impacto.

### **Proyectos de desarrollo pesquero con la FAO**

Estos fueron los proyectos generativos. Entre 1960 y 1966 se desarrolló el proyecto FAO/SF: 66/PER 2 para la creación de un instituto de investigaciones de recursos marinos que dio origen al IMARPE. El presupuesto inicial para cuatro años fue de US\$ 1.862.600, unos US\$14 millones actuales. El Fondo Especial del PNUD contribuyó inicialmente con el 41% de ese monto, con aportes complementarios en 1962 por US\$ 873.442 ( $\approx$  US\$ 6,9 millones actuales) y en 1964 por US\$ 959.000 ( $\approx$  US\$ 7,4 millones actuales).

Logrado el objetivo, el gobierno solicitó la continuación de la cooperación para asegurar el desarrollo institucional. Así, entre 1967 y 1970 se ejecutó el proyecto UNDP/FAO PER/66/527 (conocido también como proyecto PERU 27). El Fondo Especial del PNUD aportó US\$ 800 mil ( $\approx$  US\$ 5,7 millones actuales). Finalmente, entre 1972 y 1975, se desarrolló el proyecto UNDP/FAO PER/72/008, también para la investigación y desarrollo pesquero, con un aporte del PNUD de US\$ 405.600 ( $\approx$  US\$ 2,3 millones actuales). Este último proyecto permitió, entre otras cosas, convocar los paneles internacionales de expertos que evaluaron el colapso de la pesquería de la anchoveta en esos años.



En términos muy simples, estos proyectos le dieron al Perú una institución científica prestigiosa, el IMARPE; un programa de investigaciones del mar y sus recursos vivos con proyección de futuro; y un equipo de científicos y técnicos capacitados para respaldar el desarrollo pesquero del país, en el mar y en las aguas continentales.

### **Desarrollo de la pesca continental con la FAO**

En enero de 1970, con la creación del Ministerio de Pesquería, el IMARPE salió del sector Marina y fue incorporado a este nuevo sector. En ese contexto, con el propósito de desarrollar la pesca para el consumo humano directo, en 1974 se solicitó apoyo a la FAO para desarrollar las investigaciones sobre pesca continental (Tumbes, Amazonia y lago Titicaca), cuyo planeamiento se inició como sub-proyecto del UNDP/FAO PER/72/008. El proyecto FAO-PER/76/022 se desarrolló entre 1978 y 1981, y quizás su logro más saltante fue el dimensionar que el rendimiento de las pesquerías amazónicas (unas 80 mil toneladas anuales) eran perfectamente comparables con los rendimientos anuales de toda la pesca artesanal marina de esa época y, por tanto, debían recibir similar atención. El aporte inicial de la FAO ascendió a US\$ 73.500 ( $\approx$  US\$ 300 mil actuales).

### **Creación del Centro Regional de Investigaciones Acústicas**

Con la cobertura del proyecto UNDP/FAO PER/72/008, en 1975 se desarrolló el proyecto “Centro Regional de Investigaciones Acústicas para América Latina”, mediante convenio con Noruega como país donante, con un aporte de US\$ 360 mil ( $\approx$  US\$ 1,75 millones actuales), y la FAO como entidad ejecutora (FAO/NORAD). El Centro se constituyó en la sede del IMARPE con un equipo de profesionales entrenados y con equipamiento moderno para la época. El Perú era



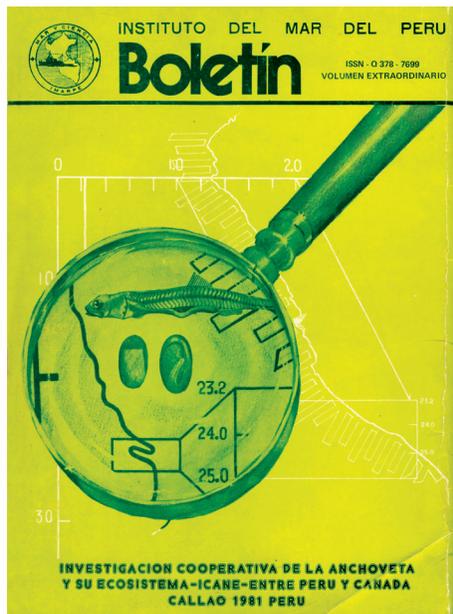
entonces uno de los pocos países, a nivel mundial, que utilizaba la técnica electroacústica para la investigación científica de los recursos vivos del mar, principalmente de la anchoveta. El proyecto brindó entrenamiento a investigadores locales y de países vecinos (Brasil, Chile, Argentina, Uruguay, Cuba, entre otros) y finalizó en 1980 tras alcanzar sus objetivos.

### **Análisis de los ecosistemas de afloramiento costero**

Mejor identificado por sus siglas en inglés como CUEA, este proyecto fue parte del Programa del Decenio Internacional de la Exploración de los Océanos, promovido por los Estados Unidos y apoyado por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Contó con un presupuesto cercano a los US\$16 millones (unos US\$ 70 millones actuales) de la National Science Foundation (USA) y duró unos 8 años. Buscó mejorar el entendimiento de las relaciones entre los procesos físicos y los cambios biológicos para poder anticipar las variaciones de la productividad costera, en base al monitoreo de unas pocas variables físicas.

Realizó actividades en las costas de Oregon, el sur de California, el noroeste de África y la costa del Perú, con participación de investigadores de una docena de universidades e instituciones científicas norteamericanas. El Perú fue invitado a participar en este proyecto y, por convenio entre el IMARPE y el CUEA, se ejecutaron actividades de campo entre 1975 y 1977 en el área de San Juan (15°S). Participaron representantes del IMARPE, SENAMHI, IGP y DHN, así como de instituciones norteamericanas, que operaron cuatro buques de investigación, dos aviones y satélites. Las acciones de gabinete se prolongaron hasta 1979 y los resultados se plasmaron en decenas de publicaciones científicas conjuntas y en la participación de nuestros investigadores en diversos eventos internacionales.





## Investigación Cooperativa de la Anchoveta y su Ecosistema entre Perú y Canadá (ICANE)

En noviembre de 1973 se suscribió un Convenio Básico de Cooperación Técnica entre los gobiernos del Perú y Canadá, y un acuerdo subsidiario dentro de ese convenio fue el proyecto denominado “Investigación Cooperativa de la Anchoveta y su Ecosistema” (ICANE). En este proyecto la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA) representó a su gobierno y el IMARPE al Perú. El objetivo principal fue ampliar el conocimiento sobre las interacciones entre la anchoveta y su hábitat para mejorar el sistema de predicción, mediante un modelo integrado. Se desarrolló entre 1977 y 1979, con un aporte canadiense de US\$ 945 mil ( $\approx$  US\$ 3,7 millones actuales) y una contrapartida peruana de US\$ 85 mil ( $\approx$  US\$ 330 mil actuales).

El proyecto incluyó la donación de equipos, desarrollo de actividades de campo con el buque científico canadiense *Baffin*, trabajos experimentales en laboratorios y acuarios especialmente implementados, estadias cortas de expertos canadienses, principalmente de la Universidad de Dalhousie, y entrenamiento de casi 20 profesionales del IMARPE con estadias de 2 a 10 semanas en Canadá. Este proyecto demostró que se habían producido cambios significativos en la estructura y funcionamiento del ecosistema del mar peruano, luego del colapso de la población de anchoveta de comienzos de los años 70. Los principales resultados se publicaron en un número extraordinario del *Boletín* del IMARPE.

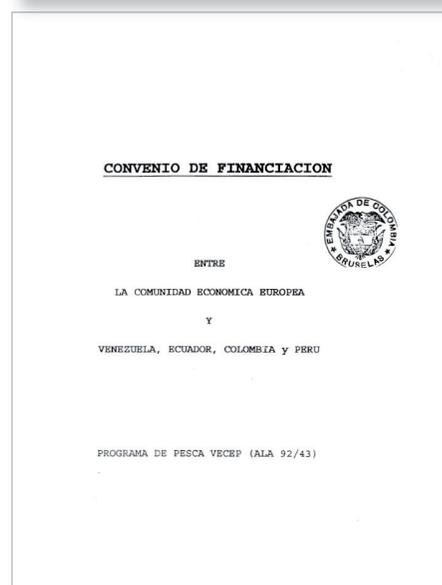
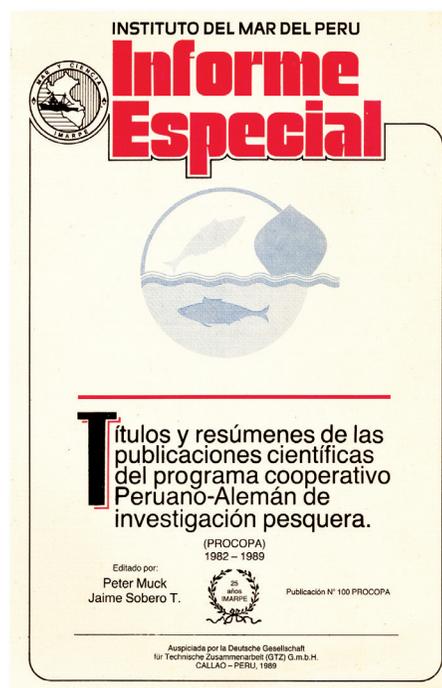
## Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA)

En junio de 1974 se suscribió un convenio básico de cooperación técnica entre los gobiernos

del Perú y la entonces República Federal Alemana, quedando a cargo de su implementación la agencia de cooperación técnica alemana GTZ. El primer acuerdo dentro de este convenio fue adoptado en 1975, y consistió en la construcción y equipamiento de un moderno buque científico para el IMARPE, el *Humboldt*, con un aporte alemán equivalente a US\$ 8,2 millones ( $\approx$  US\$ 36,5 millones actuales) y del gobierno del Perú por US\$ 5,2 millones ( $\approx$  US\$ 23,2 millones actuales).

En 1976 se firmó un segundo acuerdo para apoyar la futura operación del *Humboldt* durante 4 años, por el cual Alemania se comprometió a proporcionar expertos en diversos campos que llegaron a partir de fines de 1979. También se acordó capacitar a profesionales del IMARPE y desarrollar algunas actividades de investigación y equipamiento. En 1981 los científicos alemanes y sus contrapartes peruanas elaboraron un programa cooperativo de investigaciones para profundizar las bases científicas para la explotación de recursos pesqueros, al que se denominó PROCOPA. Dicho programa fue el sustento para ampliar la cooperación, fusionando los dos proyectos anteriores (operatividad del *Humboldt* y el programa científico) y se extendió hasta comienzos de 1989.

La cooperación general se orientó a los recursos marinos vivos, principalmente para la pesca de consumo humano directo, la determinación de su potencial extractivo, así como la dinámica oceanográfica del mar peruano. El plan de capacitación entrenó a toda una generación (unos 50 profesionales) con becas completas por periodos de 6 meses a un año en Alemania y en otros países desarrollados. Los resultados se plasmaron en unos 100 trabajos publicados en revistas científicas internacionales y del IMARPE, y en dos importantes libros sobre la anchoveta y su ecosistema.





Quizás el logro científico más importante de este proyecto fue cambiar nuestra concepción sobre el significado del evento El Niño en el mar peruano. Antes sólo era asociado con aspectos catastróficos, pero los estudios evidenciaron que era uno de los principales factores de la gran productividad del ecosistema de la Corriente Peruana.

### **Plan de Acción para la Contaminación del Pacífico Sudeste (CONPACSE)**

Dos años después de la Declaración de Estocolmo de 1972, sobre el Medio Ambiente Humano, el PNUMA lanzó el Programa Mares Regionales, identificando al Pacífico Sudeste como uno de ellos. En 1981, Perú, Colombia, Ecuador, Chile y Panamá, firmaron el Convenio de Lima por el cual adoptaron el Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y las Zonas Costeras del Pacífico Sudeste (CONPACSE), coordinado por la CPPS. Este proyecto es un instrumentos vinculante y ha sido el principal mecanismo de cooperación regional en el tema ambiental. En el Perú se conformaron cinco grupos de trabajo, teniendo al IMARPE como Punto Focal Nacional.

Esto convirtió al IMARPE en la institución nacional pionera en el monitoreo sistemático de la contaminación en lugares críticos del litoral peruano. Le permitió capacitar personal y participar exitosamente en experimentos internacionales de calibración y estandarización de metodologías de análisis. Con ello viene aportando información confiable para el desarrollo de los estándares de calidad ambiental para el país, considerados posteriormente en la normatividad.

### **Programa de Cooperación Técnica para la Pesca CEE-VECEP (CEE-VECEP ALA 92/43)**

Este programa fue un convenio de financiación entre la Unión Europea (UE) y las repúblicas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, para el

desarrollo sostenible de la pesca. El acuerdo se firmó en agosto de 1993, comprometiéndose la UE a aportar 20 millones de ECU (unos US\$ 37 millones actuales) en un lapso de 5 años. Por su parte, los 4 países beneficiarios se comprometieron a aportar un monto equivalente al 25% de esa cifra. El programa consideró tres líneas de acción: evaluación de recursos pesqueros, pesca artesanal y capacitación.

Si bien en el Perú este proyecto tuvo una amplia gama de actividades, que consideraban a otras instituciones nacionales, el IMARPE fue una de las más beneficiadas, ya que el proyecto financió dos o tres cruceros de investigación por año, apoyó la capacitación de corta duración en el extranjero, así como la adquisición de algunos equipos. El proyecto denominado Potencial Pesquero Artesanal, que construyó una base de datos sobre captura, esfuerzo de pesca y datos socioeconómicos de la pesca artesanal, considerada entre las más completas del mundo, fue reconocido por la misma UE como uno de los más exitosos de esa cooperación.

### Cooperación con el Japón

En 1996 se hicieron gestiones ante el gobierno del Japón, a través de la JICA, para la donación de un moderno y equipado buque de investigación científica, obteniendo así un aporte de US\$ 11 millones ( $\approx$  US\$ 16,7 millones actuales). Este buque, el *José Olaya Balandra*, se incorporó al IMARPE en marzo de 1998 y ha desarrollado desde entonces una intensa actividad científica navegando más de 180 días por año.

Por otro lado, en abril de 1998 se firmó el convenio con la Japan Deep Sea Trawler Association con el objetivo de investigar El Niño y su impacto sobre los recursos pesqueros. La entidad japonesa que financió este convenio fue la Overseas Fisheries Cooperation Foundation, que aportó alrededor de US\$ 6 millones. Se desarrollaron seis importantes cruceros de investigación a lo



largo de la costa peruana (tres con el buque japonés *Shinkai Maru* y tres con el *Humboldt*), para monitorear las características oceanográficas del mar peruano, los recursos mesopelágicos, como la “vinciguerra” o “pez linterna”, y recursos demersales de grandes profundidades (debajo de 200 m). Como resultado más destacable se señala la determinación de una importante biomasa de “vinciguerra”, de similar magnitud a la de la anchoveta. Finalizó en el año 2006.

### Cooperación IMARPE - Institut de Recherche pour le Développement, Francia

Los primeros contactos se hicieron a fines de los años 90 y en julio del 2001 se firmó un acuerdo genérico por 4 años denominado Convenio de Cooperación Científica, Técnica y de Formación entre el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) y el IMARPE. Sin embargo, este fue básicamente para formalizar la participación de IMARPE como socio de una investigación multidisciplinario específica del IRD, sobre el comportamiento de peces explotados con el método acústico. La cooperación se fue ampliando progresivamente hacia nuevos campos, lo cual condujo a la firma de un nuevo acuerdo en noviembre de 2005 denominado Convenio de Cooperación Científica, Técnica y de Formación entre el IMARPE e IRD, que contó desde el inicio con un Programa General de Investigación y de Formación “Funcionamiento Bio-Físico-Químico (Actual y Pasado) y Ecológico del Sistema de la Corriente de Humboldt Frente a las Costas Peruanas y sus Recursos Explotables”, compuesto por 8 proyectos específicos, que involucró a un gran número de investigadores del IMARPE. El convenio se renovó en noviembre de 2009 por 4 años más, pero en este caso el Programa se reordenó con 5 proyectos específicos; y a fines de 2013 se volvió a renovar por otros 4 años, con un programa de investigaciones más simplificado.

International Conference

Climate, ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries

*The Humboldt Current System*

**The HUMBOLDT CURRENT SYSTEM**

Climate, ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries

November 27<sup>th</sup>  
December 1<sup>st</sup>, 2006

Biblioteca Nacional del Perú  
Avenida de la Poesía 260  
San Borja, Lima, Perú

*Book of extended abstracts*

IRD Institut de recherche pour le développement

FAO



### Ámbito histórico de la cooperación internacional del IMARPE

Instituciones financieras	Sistema ONU	Organismos regionales	Agencias de cooperación internacional	Instituciones científicas	
BM	FAO	IEA	Alemania: GTZ	FAO: ASFA	Japón: JAMARC y JDSTA
GEF	PNUMA	CPPS	Canadá: CIDA	Asia: WC	Marruecos: INIH
BID	UNESCO - COI	JUNAC	Corea: KIOST y KOICA	Alemania: Alfred Wegener, Max Plank y THETIS	México: CICESE y CIBNOR
CAF	WMO	OLDEPESCA	España: AECI	Chile: IFOP	Noruega: SINTEF
OFCF	PNUD	APEC	Francia: IRD	Cuba: CIP	Nueva Zelanda: GNS y Southern Sea Bird Solution
	OMS - OPS - CEPIS	PECC	Japón: JICA	Ecuador: INP	Rusia: USAVNIRO
	CEPAL	ICES	Noruega: NORAD	España: IEO y U. Alicante	USA: IAI, IRI, MBARI, SCRIPPS, U. Hawai (SOEST) y UCAR
	IAEA	FOCALAE	USA: USAID	El Salvador: CENDEPESCA	
		EPCOR		Filipinas: BFAR	
		SCOR			
		GLOBEC			
		SPACC			

Esta cooperación ha permitido alcanzar algunos logros relevantes, como los avances en el entendimiento de la dinámica del ecosistema de la corriente Peruana. Un paso fundamental de esta cooperación fue la organización de la Conferencia Internacional sobre el Sistema de la Corriente de Humboldt: clima, dinámica del océano, procesos ecosistémicos y pesquerías, con el apoyo de la FAO y el auspicio de una decena de instituciones científicas mundiales. Estos avances se han plasmado en más de 100 presentaciones en eventos científicos nacionales e internacionales, unas 50 publicaciones científicas en revistas indexadas, siendo la más relevante un volumen especial en



una importante revista internacional sobre el ecosistema de la corriente Peruana, producto de la conferencia del 2006.

Asimismo, cabe destacar que quizás el hito más importante es la capacitación de un buen número de investigadores jóvenes del IMARPE y de algunas universidades nacionales, con más de 800 horas lectivas dictadas en temas de ciencias del mar. El valor agregado de esta cooperación es que muchos investigadores están teniendo acceso a estudios de posgrado en Francia, Perú y otros países (unos 30 estudiantes de pre-grado y maestría), que están incrementando la masa crítica institucional, y con el más alto nivel académico (unos 12 estudiantes de doctorado).

Al terminar esta breve síntesis, se debe indicar que otros dos importantes proyectos internacionales están en proceso de gestión. Además, hay que señalar que progresivamente se ha observado la creciente importancia de la cooperación horizontal entre países en desarrollo, campo en el cual el IMARPE tiene la tarea moral de apoyar a otros países de la región, conforme se consolida como institución de referencia a nivel internacional.

# Publicaciones y biblioteca

**Emira Antonietti**

Desde su creación en 1964, el IMARPE ha desarrollado investigaciones sobre los recursos hidrobiológicos tanto del mar, como de las aguas continentales (ríos de la costa, lago Titicaca y Amazonia). Durante las décadas de los 70 y los 80 su principal objetivo fue la anchoveta, pero su producción científica ha sido mucho más amplia. Al llegar a su 50 aniversario, las publicaciones del IMARPE suman, en todas sus series, 1118 artículos científicos.

Para tener una guía y reforzar los conocimientos adquiridos en el trabajo diario, y para dar servicio principalmente a los integrantes del cuerpo profesional del IREMAR y posteriormente del IMARPE, se formó la primera biblioteca especializada en asuntos de su competencia. Se encomendó su organización a la bióloga Manuela Esquerre, quien laboriosamente acopió una importante cantidad de publicaciones sobre ciencias del mar, tanto nacionales como extranjeras, que aún se conservan y sirven de referencia a las investigaciones de larga data en la institución. En sus inicios, era imprescindible escribir cartas solicitando publicaciones y ni siquiera era un sueño el poder hacer, como ahora, una búsqueda a través de la internet y tener el trabajo en sólo segundos. Eran tiempos en los que tomaba mucho trabajo obtener



Equipo editorial y de la Biblioteca. De izquierda a derecha, arriba: Emira Antonietti, coordinadora, Pedro Aguilar (†) y Violeta Valdivieso, editores; abajo: Margarita Portal, Olga Cornejo y Miryam Arce.



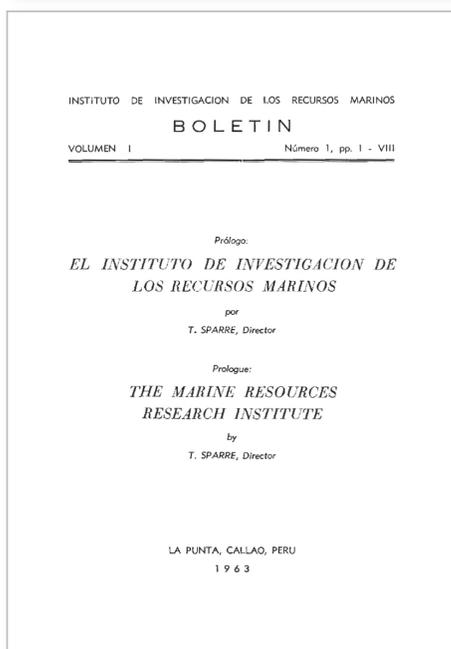
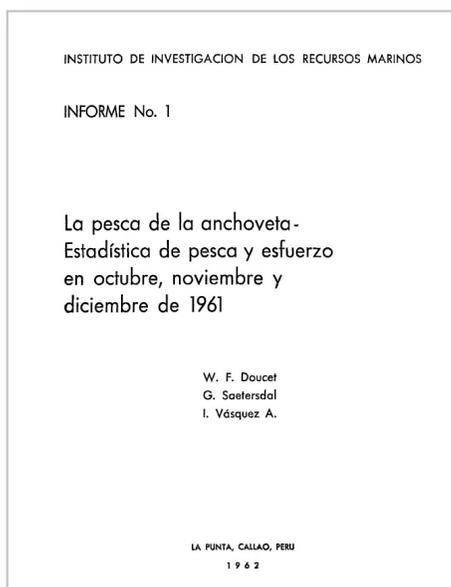
Margarita Portal, toda una vida al servicio de la biblioteca.

una referencia para discutir una publicación que tuviera el rigor científico necesario que sirviera para poder ofrecer la asesoría puntual y específica al Estado Peruano en materia de pesquerías.

Posteriormente se contrató profesionales y técnicos en Bibliotecología, que convirtieron la biblioteca inicial en un repositorio especializado en Ciencias del Mar, único en su género en el Perú y una de las mejores de América Latina. Para su organización se siguieron las pautas de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos de América, institución que se precia de tener la colección completa del IMARPE y fue una de las primeras con las que se canjeó publicaciones. Hoy contamos con 2071 títulos de revistas especializadas, 8180 libros de referencia en ciencias marinas, físicas, químicas y biológicas (incluyendo tesis realizadas en o con información del IMARPE); 1505 separatas, 354 artículos sueltos sobre el Fenómeno El Niño y, en general, publicaciones con miles de referencias sobre el mar y sus recursos.

Desde el IREMAR se concibieron dos series de publicaciones para dar a conocer los resultados de las investigaciones: los informes y los boletines. Los primeros contienen los resultados preliminares o finales de una operación o actividad dentro de un campo específico de la investigación científica y tecnológica. En tal sentido, están destinados a difundir dichos resultados de manera inmediata. Los segundos constituyen un aporte al mejor conocimiento de los recursos acuáticos, las interacciones entre éstos y su ambiente, y permiten obtener conclusiones preliminares o finales sobre las investigaciones. En consecuencia, los temas que allí aparecen pueden incluir los aspectos parciales de los informes, de modo de consolidarlos y/o enmarcarlos en una conceptualización más amplia.

Hasta el 2013 la serie *Informes de IMARPE* ha publicado 417 trabajos de investigación, de los



que 164 aparecieron en volúmenes individuales, mientras que a partir del 2001 se publicaron volúmenes con 2 a 4 números, llegando a contener hasta 19 artículos.

La serie ha tenido, además, dos subseries: informes especiales e informes progresivos. La primera apareció entre 1964 y 1989, llegando a publicar 195 artículos. La segunda circuló entre 1995 y el 2001, y en sus 159 números difundió 216 trabajos de investigación, algunos de ellos de estudios en progreso que ameritaban hacerlos de conocimiento de la comunidad científica nacional. Dos de estos números correspondieron a catálogos de publicaciones.

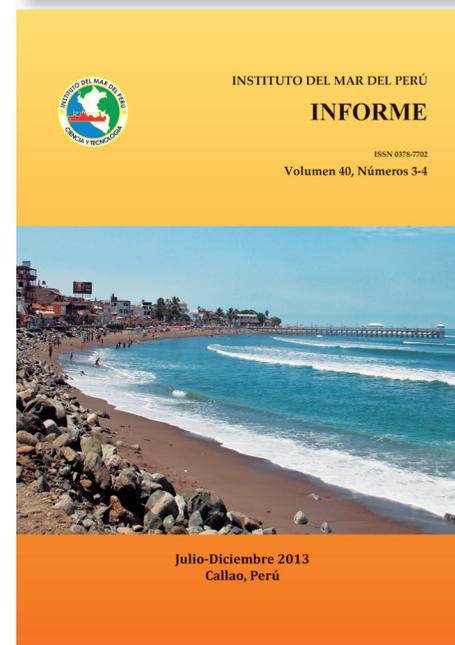
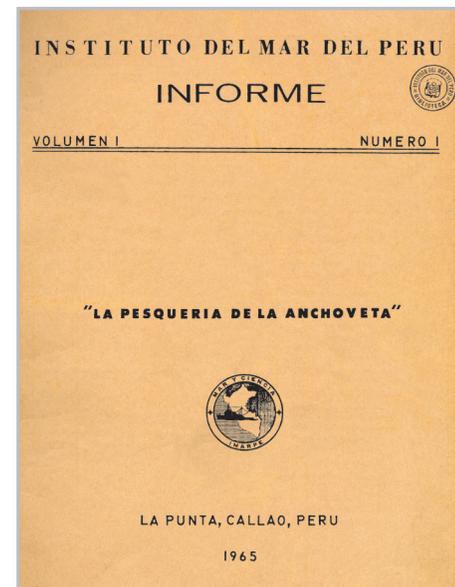
Por otro lado, se han publicado 79 boletines, con un total de 152 trabajos de investigación, que en conjunto constituyen el aporte del IMARPE a la comunidad científica nacional e internacional.

El primer número, aparecido en 1964, estuvo destinado a difundir el trabajo de Aurora Chirinos de Vildoso y Esmeralda Chumán D. titulado “Estudio sobre el desarrollo embrionario de *Odonthestes (Austromenidia) regia regia*, familia Atherinidae”. Dicho trabajo describe al pejerrey desde el huevo hasta su etapa juvenil, realizado con huevos embrionarios de esa especie colectados entre mayo y julio de 1963. El segundo número (1965) contiene el trabajo de G. Saetersdal, Isabel Tsukayama y Bertha Alegre, “Fluctuaciones en la abundancia aparente del stock de anchoveta en 1959-1962”, que estudia las fluctuaciones en la disponibilidad y abundancia de la población de anchoveta, utilizando datos disponibles sobre esfuerzo y captura de la pesca durante 1959-1962. En el tercer número los ingenieros José Sánchez y Roberto Lam publican su investigación sobre curado progresivo en el almacenamiento de la harina de anchoveta en diferentes tipos de envases, concluyendo que con un envase eficiente se

evitaría el riesgo de la combustión espontánea y la proliferación de hongos. Un exhaustivo análisis de la dinámica de la pesquería de anchoveta, por Milner B. Schaefer, del Scripps Institution of Oceanography, constituyó el quinto número del primer volumen.

En los números siguientes aparecieron investigaciones sobre diversas ciencias del mar, aunque la importancia de la anchoveta llevó a que los temas vinculados a su estudio tuvieran una presencia preponderante. Y no era para menos, pues en las décadas del 60 y del 70 nuestro país llegó a ser el de mayor captura de esa especie en el mundo. Durante la primera década de vida institucional investigadores de la talla de J. D. H. Strickland, R. W. Eppley, G. Saetersdal, L. K. Boerema, M. Schaefer, G. I. Murphy, G. J. Paulik, W. E. Ricker y J. P. A. Lochner, aunaron esfuerzos con los investigadores nacionales para plasmar en los números del boletín los resultados de trabajos conjuntos. Es destacable también el número 5 del volumen 2, con el trabajo de los investigadores nacionales Salvador Zuta y Oscar Guillén, “Oceanografía de las aguas costeras del Perú”, cuyos resultados son utilizados hasta la fecha como referencia para describir y entender características anómalas en el mar, en tiempo y espacio.

Entre estas publicaciones figuran 7 números extraordinarios, en los que aparecieron 116 artículos. Entre ellos destacan los referidos a trabajos realizados en aguas del lago Titicaca, 26 sobre el importante fenómeno El Niño de 1982-83 y otros 36 títulos en el *Boletín Extraordinario de las investigaciones conjuntas con Canadá (ICANE)*. Asimismo, cabe señalar 52 artículos publicados durante el COLACMAR 1988, en los que se aprecia una mayor diversidad de temas, pues además de los referidos a la anchoveta, figuran investigaciones sobre recursos demersales y bentónicos, y estudios sobre la concha de abanico *Argopecten purpuratus*, que fuera un boom de producción en



la década del 80 y que propició mayores estudios en acuicultura como productos de exportación para el país.

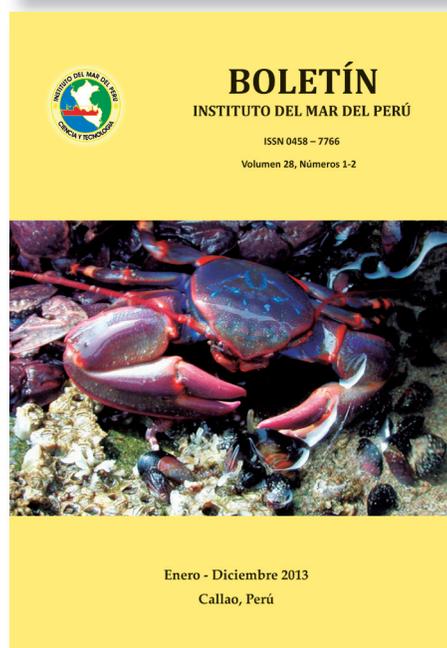
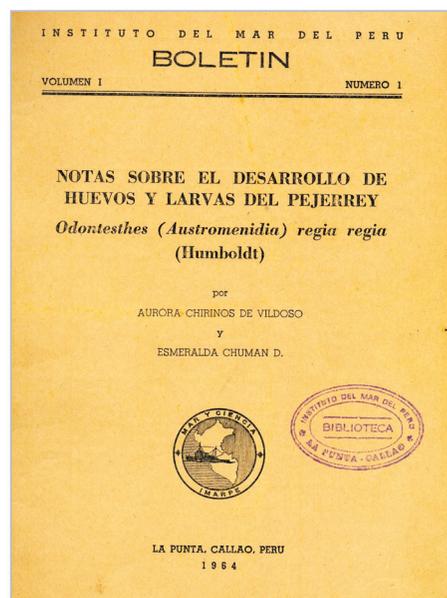
Además, merece ser destacado el trabajo de recopilación bibliográfica sobre el Fenómeno El Niño, con 1018 trabajos de investigación existentes en la Biblioteca del IMARPE, referentes a ese evento, en especial del ocurrido en 1982-83; y el Catálogo de Datos Oceanográficos que presenta la data del período 1970-1985.

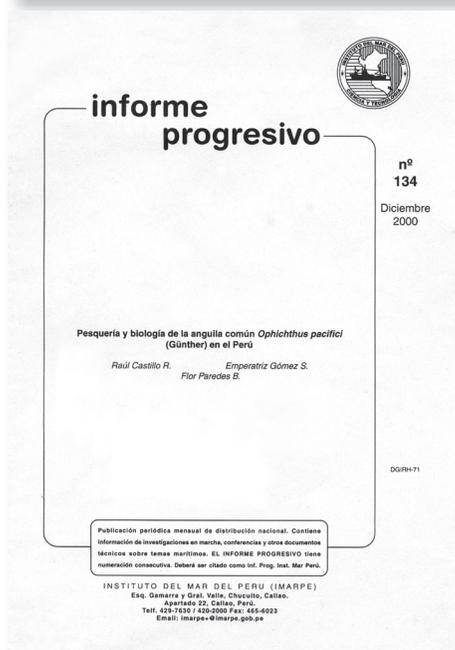
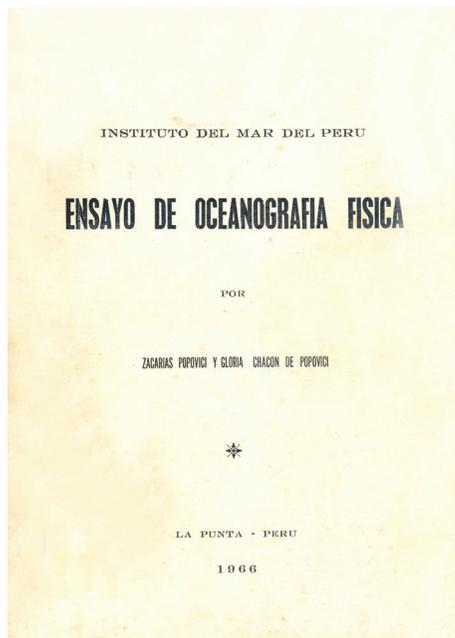
El Programa Cooperativo Peruano-Alemán de Investigación Pesquera (PROCOPA) impulsó una serie de investigaciones que eventualmente pudieron ser divulgadas a través de las publicaciones del IMARPE y de dos libros que aparecieron bajo el sello editorial del International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). El primero de estos libros, editado por Daniel Pauly, de ICLARM, e Isabel Tsukayama, del IMARPE, *The peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change* (1987), reúne 18 trabajos de investigación. El segundo, editado por D. Pauly y Peter Muck, de GTZ, y por Jaime Mendo e I. Tsukayama, *The Peruvian upwelling ecosystem: Dynamics and Interactions* (1989), tiene otras 33 contribuciones científicas.

Otros trabajos, cuyos títulos y resúmenes se encuentran en el *Informe Especial IMARPE 1989* (publicación N° 100 de PROCOPA 1982-1989), aparecieron en el *Journal of Fisheries Biology*, en *Fishbyte* y en otras revistas.

En los últimos años, gracias al convenio con el Institute de la Recherche pour le Développement (IRD), de Francia, se han publicado 113 artículos en 52 revistas científicas extranjeras indizadas.

Las publicaciones del IMARPE y de las instituciones que lo precedieron son cauteladas en la bi-





biblioteca institucional, que en marzo de 1996 pasó a ser denominada Biblioteca Humberto Fuentes Tapia, en homenaje a uno de nuestros más destacados biólogos. Actualmente, todas las publicaciones del IMARPE están disponibles a texto completo en el Repositorio Digital Institucional. Esta herramienta de la información está funcionando oficialmente desde el 7 de marzo de 2013, siendo el IMARPE, como miembro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT), la institución pionera en la puesta en marcha del primer repositorio digital de investigación científica. Esa información es utilizada tanto para el repositorio nacional como para el latinoamericano.

Este repositorio muestra además, a texto completo, todas las publicaciones con los resultados de las investigaciones científicas realizadas por la institución antecesora del IMARPE, el Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos (IREMAR), cinco trabajos de la serie Boletín, en 1963 y 1964, y 28 de la serie Informe, con artículos publicados en el período 1962-1964: seis en 1962, quince en 1963 y siete en 1964.

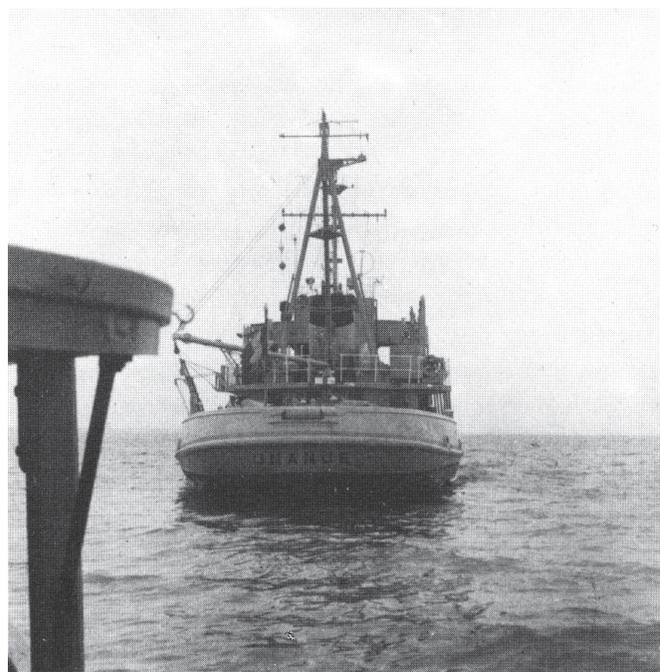
# Naves

José Coloma

La investigación científica del mar demanda el empleo de embarcaciones que permitan tomar muestras, hacer mediciones, procesar datos y sostener, por periodos relativamente prolongados, tanto a los científicos que llevan a cabo esas labores como a su propia dotación. Contar con un buque de estas características fue uno de los temas centrales del convenio que el gobierno peruano suscribiera con la FAO que dio origen al IREMAR. Mientras se construía una nave aparente, la Armada facilitó el B.A.P. *Bondy*, pero en 1963 entró en funciones el buque de pesca experimental y exploración *Explorador*, y al año siguiente lo hizo el B.A.P. *Unanue*, una vez concluidos los trabajos para convertirlo en buque de investigación científica.

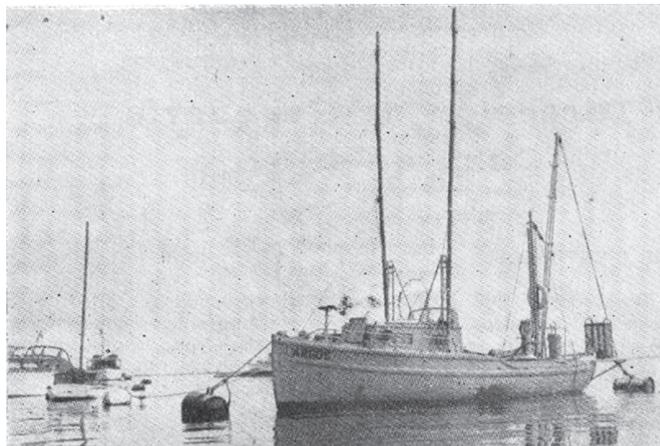
A partir de 1964, cuando el IMARPE sustituyó al IREMAR, estas dos últimas naves llevaron a cabo cruceros oceanográficos con regularidad, en un esfuerzo en el que también participaban embarcaciones de la Sociedad Nacional de Pesquería, que en 1965 llegó a fletar a la nave panameña *Bettina* para que realizara un viaje exploratorio de pesca de profundidad.

Ese mismo año el *Explorador* pasó a ser el B.A.P. *Carrillo*, pero sus condiciones no lo hacían muy



B.A.P. *Unanue*, crucero oceanográfico en 1964.

Lancha Argos, sirvió al IMARPE de 1964 a 1970,



El SNP-1 sirvió desde 1968 hasta 1997.



El Imarpe 1 en el lago Titicaca.

aparente para cruceros prolongados, por lo que en 1966 se optó por devolverlo a la Armada.

También se contó con la lancha *Argos*, de 34 pies de eslora, construida en 1954 para el Servicio de Pesquería del Ministerio de Agricultura, transferida al IMARPE en 1964 y puesta en servicio para trabajos científicos tres años después. Sus condiciones no eran las más aparentes para los trabajos científicos, por lo que fue dada de baja en 1970.

Interesada en apoyar la investigación de los recursos marinos, particularmente la anchoveta, la Sociedad Nacional de Pesquería facilitó a IMARPE una embarcación construida en astilleros noruegos. Bautizada *SNP-1*, esta embarcación realizó su primer crucero de pesca exploratoria del 24 de febrero al 25 de marzo de 1968, siendo entregada en diciembre de ese mismo año por un alquiler simbólico y transferida en setiembre de 1971.

Esta nave prestó importantes servicios al Instituto, pero en marzo de 1997, mientras realizaba un crucero por el norte del país, sufrió un incendio que causó su pérdida total. Los tripulantes lograron ponerse a salvo y, luego de una angustiosa noche en la balsa salvavidas, pudieron ser rescatados.

En junio de 1970 la compañía pesquera Neptuno donó la embarcación *Hikari Maru n° 5*, construida en Japón en 1959. Rebautizada *Imarpe 1* sirvió un par de años en la zona de Atico y Mollendo, antes de pasar al Callao, desde donde fue enviada al lago Titicaca para apoyar las investigaciones llevadas a cabo en esa zona del país.

En 1974 el SIMA de Iquitos inició la construcción de un buque de investigación científica para la Amazonia. Bautizado *Rosendo Melo*, en homenaje a ese destacado marino e historiador, fue comisionado en mayo de 1976 y asignado al laboratorio de Iquitos. Llevó a cabo varios cruceros de

El Rosendo Melo sirvió en los ríos amazónicos.



Lanzamiento del Humboldt, 1978.

Sala de hidroacústica del Humboldt.



investigación hasta que en 1987 fue transferido al IIAP con las otras instalaciones del IMARPE en Iquitos. También fue conocido como *Imarpe II*.

Además de las embarcaciones señaladas, entre 1976 y 1980 se alquiló la embarcación *Tareq II* para llevar a cabo cruceros de investigación.

### La flota actual

El convenio de cooperación técnica suscrito con la República Federal de Alemania en 1974 consideró la construcción y equipamiento de un buque de investigación científica. Las obras se llevaron a cabo en los astilleros del Servicio Industrial de la Marina, siendo iniciadas el 3 de enero de 1977. El buque fue lanzado el 13 de octubre del siguiente año y, una vez instalados sus equipos científicos y probado en la mar, fue entregado al IMARPE el 25 de enero de 1980.

La nave fue bautizada *Humboldt* en homenaje al científico alemán Alexander von Humboldt, quien en 1802 llevó a cabo varias mediciones de la temperatura de mar durante su viaje de Trujillo a Lima, durante su permanencia en el Callao y a bordo de la corbeta *Castor*, entre este puerto y Guayaquil, proponiendo una teoría para explicar el sistema de corrientes de aguas frías que fluye delante de nuestras costas. Su propuesta llevó a que eventualmente se denominara a dicho sistema como Corriente de Humboldt, pero él declinó aceptar tal designación, siendo hoy conocida como Corriente del Perú.

El *Humboldt* fue el buque de investigación científica más moderno en América del Sur, contando con laboratorios de química, oceanografía física y biología, así como equipamiento para realizar pesca de arrastre y en aguas costeras, y estudios sobre biodiversidad, plancton, bioreproducción, entre otros. También se le dotó con equipos de



B.I.C. Humboldt, 2014.

hidroacústica, para identificar y medir el tamaño de los cardúmenes.

Al contar el IMARPE con el *Humboldt*, en 1996 se creó la Unidad de Flota, organismo que depende directamente de la Dirección Ejecutiva y es responsable de planificar, coordinar, normar y dirigir las acciones conducentes a la operatividad y alistamiento de los buques de investigación científica, como función principal; teniendo como lema “Eficiente brazo largo de la investigación científica” .

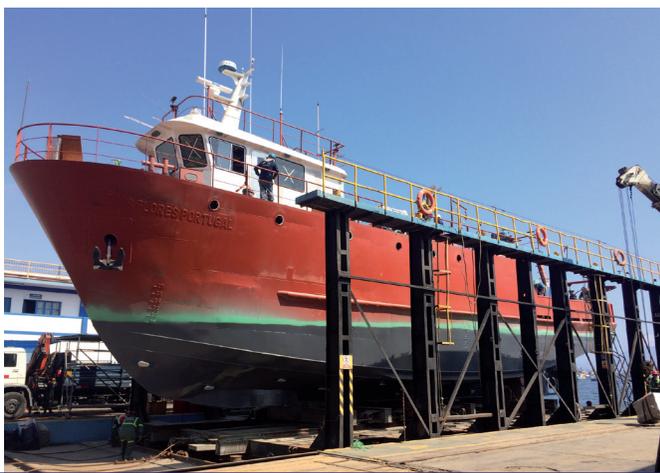
Entre 1980 y 1987 el *Humboldt* llevó a cabo numerosos cruceros de investigación, pero ese último año el gobierno decidió emplear esta nave para realizar la primera expedición peruana a la Antártida. El buque fue debidamente acondicionado para operar en zonas polares, realizando ese viaje entre el 4 de enero y el 1 de marzo de 1988. Desde esa fecha ha llevado a cabo varias expediciones al continente antártico.

En los años 2011 y 2012 fue modernizado, cambiando su sistema de propulsión e instalado nuevos equipos de ingeniería; así como mejorado las zonas de habitabilidad y de laboratorios.

El gobierno japonés, a través de su agencia de cooperación internacional JICA, donó en 1998 el buque de investigación científica *José Olaya Balandra*, nombrado así en homenaje a los pescadores peruanos representados por ese abnegado chorrillano que ofrendó su vida por la independencia nacional el 29 de junio de 1823.

Diseñada por la compañía japonesa Fisheries Engineering, conforme a los requerimientos técnicos del IMARPE, la embarcación fue construida en los astilleros de Mitsubishi Heavy Industries Limited, en la ciudad de Shimonoseki, Japón. La quilla fue colocada el 9 de setiembre de 1997, siendo lanzado al mar el 13 de enero siguiente, e incorporado al IMARPE el 5 de marzo.





BIC Luis Flores Portugal (ex SNP-2) listo para efectuar pruebas a flote y de navegación.

El diseño del *José Olaya Balandra* permite que la nave tenga muy bajo nivel de ruido, conforme lo requieren los más altos estándares internacionales para realizar prospecciones acústicas óptimas. Asimismo, cuenta con diferentes sistemas de pesca, como arrastre de media agua y de fondo, redes de enmalle y nasas, espineles para diferentes horizontes y máquinas calamareras automáticas, que permiten una amplia cobertura de experimentación. De igual forma, cuenta con modernos equipos oceanográficos, como guinches especializados para el lanzamiento de rosetas, CTD y multinet.

Todo ello convierte a esta nave en un buque de investigación moderno y totalmente versátil.

Su primer crucero fue realizado entre marzo y mayo de 1998, investigando los recursos anchoveta y jurel.



Para reemplazar al *SNP-1*, tras su pérdida en 1997, al año siguiente se construyó en los astilleros del SIMA el buque de investigación científica *SNP-2*.

Diseñado bajo los requerimientos específicos planteados por el IMARPE, el *SNP-2*, recientemente rebautizado *Luis Flores Portugal*, tiene capacidad para realizar trabajos de pesca científica superficial (pelágica). Ello le permite complementar la labor del *Humboldt* y del *José Olaya Balandra*, operando fundamentalmente en aguas costeras en la evaluación de los recursos pesqueros y en la determinación del stock de biomasa de las especies comerciales.

Su primer crucero lo llevó a cabo en 1999, realizando varios viajes más en los años subsiguientes. En ellos se pudieron detectar algunos problemas de estabilidad y flotabilidad, lo que llevó a que, a partir de noviembre del 2013, fuera sometido a una serie de trabajos que implicaron sustantivas modificaciones estructurales. Paralelamente, se le instalaron nuevos equipos hidroacústicos y se recorrieron los que tenía, de modo que al concluir los trabajos pueda efectuar mediciones más precisas.

Cabe indicar que, dada la magnitud de los trabajos y el cambio sustancial de las líneas de forma del buque; así como a la renovación de gran parte de los sistemas y equipos de a bordo, se consideró pertinente rebautizarlo como *BIC Luis Flores Portugal*, en homenaje a uno de los más reconocidos e importantes investigadores del IMARPE, quien fuera uno de los autores de la catalogación de gónadas de anchoveta que actualmente es utilizada.

Al margen de las tres naves mencionadas, el IMARPE cuenta con varias embarcaciones de menor porte con capacidad de efectuar investigaciones en zonas costeras.

La *Imarpe III* fue incorporada al Instituto en 1980, junto con el *Humboldt*, habiendo sido construida en Alemania. Actualmente es usada para transportar personal y material entre el Instituto y sus buques.

Las denominadas *Imarpe IV*, *Imarpe V* e *Imarpe VI* fueron construidas en los astilleros del SIMA en 1995 para el FONDEPES y transferidas al IMARPE en octubre del siguiente año. Asignadas a los laboratorios de Ilo, Chimbote y Paíta, respectivamente, cuentan con equipos que les permiten complementar los cruceros de investigación y/o de evaluación de recursos pesqueros pelágicos llevados a cabo por los buques de investigación científica. Asimismo, realizan trabajos de prospección y monitoreo oceanográfico-pesquero.

Las denominadas *Imarpe VII* e *Imarpe VIII* fueron construidas en fibra de vidrio por Star Line del Perú S.A. en el año 2000. Menores que las anteriores, son utilizadas principalmente en operaciones de prospección pesquera y monitoreo oceanográfico y ambiental; así como, en la toma de muestras y transporte hacia zonas de trabajo.

La *Imarpe VII* se encuentra asignada al Laboratorio Costero de Pisco, mientras que la *Imarpe VIII* presta servicios en el lago Titicaca.

Se cuenta además con tres lanchas de fibra de vidrio, la *Señor de Sipán*, la *Don Paco* y la *Don Manuel*, asignadas a los laboratorios costeros de Santa Rosa, Huanchaco y Pisco, respectivamente; y la lancha de madera *El Pionero*, asignada al Laboratorio Costero de Pisco. Todas ellas se emplean en prospecciones de pesca costera.





### Buques de investigación científica (características principales)

	Humboldt	José Olaya Balandra	Luis Flores Portugal (ExSNP-2)
Lugar de construcción	Callao	Shimonoseki	Callao
Año construcción	1979	1997	1998
Puesta en servicio	1980	1998	1999
Eslora (metros)	75,20	40,60	28,45
Manga (metros)	12,60	8,30	6,20
Puntal (metros)	6,90	3,72	2,81
Arqueo bruto (toneladas)	1341,32	365	136,50
Cap. Combustible (galones)	120.240	36.000	6840
Cap. agua dulce (toneladas)	212	60	12
Velocidad de crucero (nudos)	13	10,5	9
Motores principales (potencia)	2X1059	1059	365
Autonomía (días)	51	32	15
Acomodación	100	32	20

### Otras embarcaciones (características principales)

	Imarpe III	Imarpe IV	Imarpe V	Imarpe VI	Imarpe VII	Imarpe VIII	El Pionero	Don Paco	Don Manuel	Señor de Sipán
<b>Año construcción</b>	1980	1995	1995	1995	2000	2000	2003	1998	2006	2008
<b>Eslora (metros)</b>	10,30	16,50	16,50	16,50	11	11	7,50	7,85	9	8,37
<b>Manga (metros)</b>	3,5	5,30	5,30	5,30	3,20	3,20	3	2,29	3,36	2,3
<b>Puntal (metros)</b>	1,86	2,50	2,50	2,50	0,75	1	1,10	1,05	1,40	0,86
<b>Arqueo bruto (toneladas)</b>	11,01	31,50	38,45	46,51	4,45	6	3,61	2,80	2,42	2,74
<b>Combustible (galones)</b>	25	1000	1000	1000	290	550	6	60	25	
<b>Agua dulce (galones)</b>		264	264	264	80	90	16	29	25	
<b>Velocidad (nudos)</b>		7,5	7,5	7,5	7	7				
<b>Motor (potencia)</b>	96	190	190	190	82	130	40	75	30	60
<b>Autonomía (días)</b>		5	5	5	4	4				
<b>Acomodación</b>		12	13	10	7	6	4	4	5	4



# Instalaciones

Jorge Ortiz

La construcción de la sede central del IMARPE se inició en 1964 y se prolongó durante tres años, lapso en el que el Instituto, como sucesor del desaparecido IREMAR, continuó funcionando en La Punta, en la llamada Casa Rospigliosi.

El nuevo local fue inaugurado el 18 de mayo de 1967 por el presidente Fernando Belaunde Terry, tomando parte en el acto, además del personal del IMARPE, el ministro de Marina, los alcaldes del Callao y de La Punta, así como los miembros del directorio. Como suele suceder, hubo algunas modificaciones entre el diseño inicial y la obra inaugurada, en parte debido a los recortes fiscales de 1966, que afectaron también al Instituto. No obstante, el flamante local era amplio y moderno, y en sus seis pisos y sótano contaba con todo lo necesario para que el IMARPE pudiera desarrollar sus actividades y crecer durante las siguientes décadas.

Naturalmente, con el paso del tiempo, hubo que habilitar nuevos espacios, y a mediados de los años 70 fue necesario adquirir un terreno en la avenida Argentina, Callao, para levantar otro local inicialmente destinado a ser un laboratorio de investigaciones en tecnologías pesqueras. Hoy alberga a varios laboratorios, así como al archivo institucional y a los almacenes donde se guarda buena parte del equipamiento de la flota del IMARPE.



Presidente Belaunde en la inauguración del local central del IMARPE, 18/5/1967.

El esfuerzo iniciado por el IREMAR para establecer y operar laboratorios en otras partes del país, fue continuado por el IMARPE, que actualmente cuenta con diez de estos organismos en Tumbes, Paita, Santa Rosa, Huanchaco, Chimbote, Huacho, Pisco, Camaná, Ilo y Puno. Asimismo, entre 1972 y 1987 estuvo presente en la Amazonía, contando con un moderno laboratorio de aguas continentales, en Quistococha, Iquitos, inaugurado en 1979. Este laboratorio, junto con el buque de investigación científica *Rosendo Melo*, fue transferido al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

A principios de los años 80 se habilitó un laboratorio en Huachipa, que fue transferido a SEDAPAL a mediados de la siguiente década.

Los laboratorios cuentan con el equipamiento necesario para llevar adelante tanto los proyectos de investigación programados por la sede central, como proyectos específicos de interés regional o local generados por los investigadores de cada laboratorio. Asimismo, contribuyen al monitoreo de la pesca industrial y artesanal, contando para ello con observadores de campo en diversos puntos de desembarque; y de las condiciones medioambientales del ámbito litoral y marítimo de su respectiva jurisdicción.

Algunos laboratorios cuentan con embarcaciones asignadas por la sede central o por los gobiernos o entidades regionales, lo que facilita la ejecución de sus proyectos de investigación. Sus profesionales también participan en los cruceros de evaluación que llevan a cabo las embarcaciones científicas del IMARPE.

Finalmente, todos ellos participan de manera activa en la difusión de las investigaciones científicas realizadas por el IMARPE, sea a través de conferencias o publicaciones, y en algunos casos



El antiguo local del IMARPE en Iquitos es hoy del IIAP.

contribuyen a divulgar la riqueza e importancia del mar peruano mediante exposiciones de parte de su colección hidrobiológica, así como las artes de pesca locales y otros elementos, en ambientes especialmente habilitados para ello.

El más septentrional de los laboratorios se ubica en el centro poblado Nueva Esperanza, provincia de Contralmirante Villar, Tumbes. Su ámbito de acción abarca el espacio marítimo tumbesino, que forma parte de la provincia Biogeográfica Panameña. Las aguas tropicales de dicha zona le dan una especial composición y distribución especiológica, que lleva a que 3447 pescadores artesanales procuren explotarlo.

El Laboratorio de Tumbes cuenta con 10 profesionales, 2 técnicos y 13 colaboradores, y recopila información en las caletas de Puerto Pizarro, La Cruz, Grau, Zorritos, Acapulco y Cancas. Cuenta, asimismo, con el único laboratorio de sanidad acuícola del país fuera de la sede central, equipado para hacer análisis mediante técnicas de biología molecular, microbiología, histopatología, parasitología, inmunología, toxicología y virología.

Piura es la región con más pescadores y embarcaciones artesanales en el país (13.248 y 4058, respectivamente), los que llevan a cabo sus labores en 23 lugares de desembarque. El ámbito marítimo piurano es cubierto por el Laboratorio de Paita, cuyos orígenes se remontan a la época del IREMAR. Su actual local fue construido en 1975 sobre un terreno de 762 m<sup>2</sup>.

Cuenta con 8 profesionales, siendo apoyados por otras 9 personas, de los cuales algunos son observadores de campo en Máncora, Los Órganos, El Ñuro, Talara, Paita, Parachique, Las Delicias y Bayóvar. Para el trabajo en el mar cuenta con la *Imarpe VI*.

Laboratorio Costero de Tumbes,  
coordinado por Elmer Ordinola Zapata



Laboratorio costero de Paita,  
coordinado por Edward Barriga Rivera.

Gracias al apoyo del gobierno regional y de diversas instituciones locales, lleva a cabo un activo programa de investigación y difusión, buscando además fortalecer sus instalaciones y capacidades.

El IMARPE inició su presencia en Lambayeque en 1991, a través de un laboratorio que funcionó en San José. Ocho años más tarde, la Municipalidad Distrital de Santa Rosa donó un terreno donde se levantó el actual laboratorio, inaugurado el 20 de enero del 2000.

Con 6 profesionales, 6 técnicos y 2 tripulantes de la lancha *Señor de Sipán*, el Laboratorio debe atender un ámbito marítimo donde laboran 2945 pescadores artesanales. La información sobre dicha pesquería es registrada en Santa Rosa, San José, Pimentel y Puerto Eten.

Con apoyo del gobierno regional y de otras instituciones se vienen desarrollando varios proyectos de impacto local, y también difundiendo las investigaciones realizadas. Como parte de esto último, se cuenta con un ambiente donde exhibe especies hidrobiológicas, artes y aparejos de pesca, así como otros elementos sobre el mar y sus recursos.

Ubicado a un lado del viejo muelle de Huanchaco se encuentra el Laboratorio de IMARPE que debe atender el ámbito marítimo liberteño, donde laboran 1223 pescadores artesanales.

Establecido el 15 de setiembre del 2008, cuenta con 10 profesionales y 8 colaboradores, lo que le permite recolectar información estadística de la pesca artesanal en Puerto Morín, Salaverry, Huanchaco, Malabrigo y Pacasmayo. En Malabrigo registra también los desembarques de la pesca industrial y efectúa mediciones de anchoveta y otros pelágicos. Cuenta además con la embarcación *Don Paco*.

Laboratorio costero de Santa Rosa, coordinado por Jaime de la Cruz Galloso.



Laboratorio costero de Huanchaco, coordinado por Jorge Alberto Llanos Urbina

Gracias al apoyo de diversas entidades públicas y privadas puede difundir los trabajos de investigación del IMARPE, además de orientar y capacitar a los pescadores de su jurisdicción. Asimismo, cuenta con un ambiente en el que expone parte de su colección, contribuyendo de esa manera a que la comunidad liberteña y de otras zonas del país conozca mejor las riquezas de nuestro mar.

El Laboratorio Costero de Chimbote fue establecido en 1960 por el IREMAR, iniciando sus actividades en su local actual el 3 de abril de 1995. En el extenso ámbito marítimo ancashino laboran 3645 pescadores y 747 embarcaciones artesanales, además de existir una intensa actividad de pesca industrial.

El Laboratorio cuenta con 8 profesionales y 17 colaboradores, además de la *Imarpe V*, reuniendo información de la actividad pesquera en Coishco, Chimbote, Samanco, Casma, El Dorado, Culebras y Huarmey.

Lleva a cabo diversos proyectos de investigación, entre los cuales se puede mencionar la evaluación poblacional de invertebrados marinos comerciales, y de la recuperación bio-ecológica de la bahía El Ferrol. Además, considera poner en marcha un proyecto de evaluación poblacional del pejerrey.

Participa activamente en varios comités regionales, difundiendo la labor del IMARPE a través de conferencias y publicaciones. Asimismo, contribuye a fomentar la pesca responsable y el cuidado del medio ambiente marino.

En Huacho se comenzó a realizar investigaciones en 1988, en un laboratorio ubicado frente al desembarcadero artesanal. Posteriormente se adquirió un terreno en Carquín, inaugurándose el actual laboratorio el 21 de mayo de 1997.



Laboratorio costero de Chimbote, coordinado por Erasmo Isaías Gonzales Chávez.

Laboratorio costero de Huacho,  
coordinado por Francisco Ganoza Chozo.



Desde allí se monitorea la pesca industrial y artesanal del litoral norte limeño, y desde el 2012 también también lo hace en Cerro Azul.

Son 9 los profesionales y 8 los colaboradores que trabajan en este laboratorio, los que además de los proyectos regulares contribuyen a caracterizar la estructura térmica y halina de una línea base de 10 millas frente a nuestro litoral. El laboratorio también cultiva varias especies para recuperar los recursos pesqueros nativos de la región.

El ámbito marítimo de Ica, donde laboran 5731 pescadores artesanales y hay 15 lugares de desembarque, atrajo a los investigadores desde la época de la Compañía Administradora del Guano, que contó con un laboratorio en La Puntilla. El IMARPE se estableció en la zona en 1975 y, tras varias mudanzas, en el 2007 inauguró su actual local en Paracas.



Laboratorio costero de Pisco, coordinado  
por Juan Alfredo Rubio Rodríguez.

Cuenta con 17 profesionales y 8 colaboradores, levantando información de campo en Tambo de Mora, San Andrés, La Puntilla, El Chaco, puerto General San Martín, Lagunillas, Laguna Grande, Rancherío y San Juan de Marcona. Para la investigación en el mar tiene las embarcaciones *IMARPE VII* y *Don Manuel*.

La investigación desarrollada por este laboratorio es difundida de diversas maneras, tanto a la comunidad científica local como al público en general. Asimismo, su personal participa activamente en programas de capacitación y orientación dirigidos a los pescadores artesanales, buscando fomentar el uso sostenible de los recursos marinos y una mayor seguridad en su labor.

La presencia del IMARPE en el litoral arequipeño es relativamente reciente, funcionando inicialmente como la Estación Costera de Matarani, dependiente del laboratorio de Ilo hasta el 2009. En

Laboratorio costero de Camaná,  
coordinado por Marco Antonio Quiroz Ruiz.



Laboratorio costero de Ilo,  
coordinado por Ygor Sanz Ludeña.

el siguiente año elevó su condición a laboratorio costero y posteriormente se trasladó a Camaná, donde viene construyendo un moderno local gracias al apoyo de la Asociación de Pescadores de Machas y del gobierno regional.

Con 8 profesionales y 9 colaboradores, monitorea tanto las actividades de desembarque de la flota artesanal e industrial en Matarani, Quilca, La Planchada, Atico y Lomas; como de las 6 plantas procesadoras de harina ubicadas en esos lugares.

Desarrolla varios proyectos de impacto regional y participa activamente en la capacitación de los 4006 pescadores y 900 armadores artesanales arequipeños, promoviendo una cultura de pesca responsable y de defensa del medio acuático.

En 1966 el IMARPE instaló un laboratorio en Ilo, el mismo que, luego de 22 años de pasar por varios locales, finalmente se asentó en su actual ubicación, a un costado del desembarcadero artesanal.

Su ámbito de actuación comprende la zona marítima y litoral de los departamentos de Moquegua y Tacna, donde 3062 personas se dedican a la pesca artesanal y se desarrolla una importante pesca industrial.

Cuenta con 9 profesionales y 15 colaboradores, así como con dos embarcaciones, la *Imarpe IV* y *El Pionero*.

Con apoyo de los gobiernos regionales de Moquegua y Tacna viene desarrollando varios proyectos de interés local. Uno de ellos es Laboratorio de Investigación de Moluscos LIM (reproducción artificial), apoyado por el Gobierno Regional de Moquegua.

En colaboración con diversas instituciones regionales, difunde la importancia de defender el medio acuático y de llevar a cabo una explotación

racional de sus recursos. Asimismo, capacita a los pescadores artesanales.

Entre 1973 y 1994 el IMARPE estuvo presente en Puno para investigar los recursos pesqueros y el medio ambiente del lago Titicaca y su cuenca, utilizando para ello a la *Imarpe I*. Entre esa última fecha y el 2006 el laboratorio y la embarcación estuvieron en manos de la Universidad Nacional del Altiplano, pero finalmente el laboratorio retornó al ámbito del IMARPE.

Su ámbito de actuación está organizado en cuatro grandes zonas: bahía de Puno, Zona Norte, Zona Sur y Lago Pequeño; donde no menos de 1734 personas, en 130 comunidades, se dedican a la pesca, empleando para ello 1716 embarcaciones.

Cuenta con 10 profesionales y 5 colaboradores, además de la *Imarpe VIII*; realizando programas de investigación en pesquerías, limnología y acuicultura, que generan información para incrementar el conocimiento de la ecología del Titicaca y el aprovechamiento racional de sus recursos pesqueros.

Con apoyo de los gobiernos regional y local se está planificando la construcción de un nuevo local, así como la modernización de los equipos científicos tanto del laboratorio como de la *Imarpe VIII*.

Las investigaciones de este laboratorio son difundidas a través de publicaciones y conferencias, y se mantiene un activo programa de capacitación dirigido a los pescadores para fomentar una cultura de pesca responsable y preservación del medio lacustre.

Laboratorio continental de Puno, coordinado por César Gamarra Peralta.



# Hacia el triángulo interior

Jorge Zuzunaga

Minutos antes de las 9 de la mañana del día lunes 27 de enero del 2014, un pequeño grupo de directores generales y profesionales, junto con el Presidente del Consejo Directivo del Instituto del Mar, estaba congregado en el auditorio “Jorge Sánchez Romero”, situado en el sexto piso de nuestra sede institucional. El motivo de la reunión era presenciar por televisión el momento en que el presidente de la Corte Internacional de Justicia de La Haya diera lectura al fallo de dicho organismo sobre la controversia entre Chile y Perú sobre la frontera marítima entre ambos países.

Como es conocido, Perú y Chile habían adoptado posiciones fundamentalmente diferentes en este caso. Perú argumentaba la inexistencia de una frontera marítima acordada entre los dos países y había solicitado a la Corte de La Haya trazar el límite utilizando el método de la equidistancia, con el fin de lograr un resultado equitativo. Chile, por su parte, sostenía que la Declaración de Santiago de 1952 había establecido un límite marítimo internacional a lo largo del paralelo de latitud que pasaba por el hito n° 1 de la línea de frontera terrestre entre ambos países, extendiéndose hasta las 200 millas náuticas.

Estábamos convencidos que la sólida posición jurídica presentada por el Perú en el tribunal de



Rumbo a aguas territoriales (óleo de Alan O. Miller).

La Haya tendría como resultado un fallo beneficioso para el país, el tema en duda era la extensión del dominio marítimo que la Corte concedería al Perú.

Aparte de vivir ese momento histórico como peruanos, los funcionarios y profesionales del IMARPE estaban interesados en el fallo porque, al extenderse nuestro dominio marítimo, sería necesario considerar esa nueva área en los planes de trabajo del Instituto.

La lectura del fallo por el presidente de la Corte, Peter Tonka, duró aproximadamente dos horas. En conclusión, la Corte estableció que el límite marítimo se inicia en la intersección del paralelo de latitud que pasa por el Hito N° 1 con la línea de baja marea, y se extiende por 80 millas náuticas a lo largo del paralelo hasta un punto denominado A. Desde este punto la frontera marítima corre a lo largo de la línea equidistante hasta un punto denominado B, y luego a lo largo del límite de las 200 millas marinas medidas desde las líneas de base chilenas hasta un punto denominado C. En otras palabras, el Perú obtuvo el llamado triángulo externo y parte del interno, quedando un segmento de su costa colindando con aguas chilenas, situación que es conocida como “costa seca”.

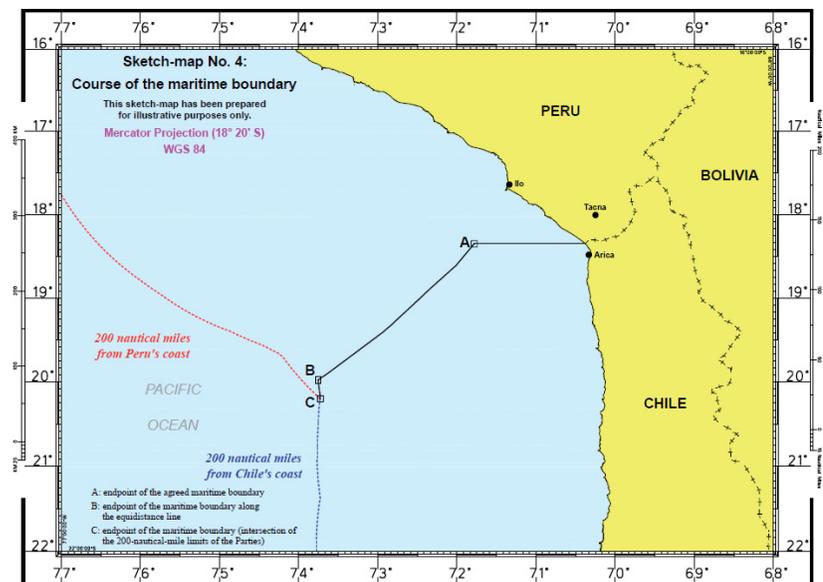
Establecido el límite marítimo, era tiempo que los científicos del Instituto del Mar comenzaran la evaluación de la zona marítima lograda.

Se conocía que, desde hace ya algún tiempo, los directivos del Instituto habían venido considerando diversas estrategias para ejecutar de forma inmediata una actividad de investigación y evaluación de los recursos hidrobiológicos presentes en tal área, y esto era precisamente lo que el país esperaba. Se contaba con un antecedente. En setiembre del 2007 el BIC *Humboldt* había realizado una exploración en el triángulo exterior,

como parte del crucero de estimación de la biomasa desovante de anchoveta de tal año. En esa ocasión el jefe de crucero fue el actual director ejecutivo-científico de IMARPE, el biólogo Andrés Chipollini. Por lo tanto, el IMARPE estaba preparado para ejecutar a la brevedad un crucero de investigación en la nueva área. El encargo de organizar ese crucero recayó en la Dirección General de Hidroacústica, asignándose para tal labor al buque de investigación científica *José Olaya Balandra*, al mando del capitán de fragata Atilio Aste Evans.

El jefe del crucero fue el ingeniero Luis Escudero Herrera, tomando parte en el mismo 16 técnicos y científicos de las especialidades de hidroacústica, oceanografía, recursos pelágicos y biología.

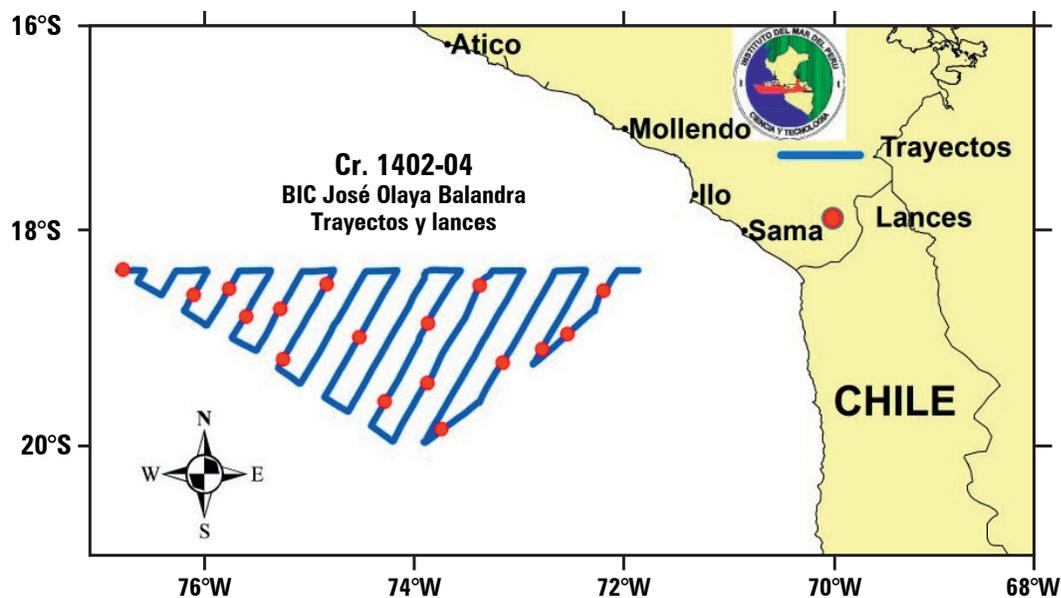
La expedición se denominó “Crucero de Evaluación Hidroacústica de los Recursos Pelágicos Cr.1402-04”, y se ejecutó en la zona delimitada por la Corte de la Haya entre los días 10 y 23 de febrero del 2014. Se recorrieron en total 1306 millas náuticas, en 16 transectos con longitudes variables de 17 a 110 millas, en las que se lleva-



ron a cabo mediciones acústicas y observaciones oceanográficas. Asimismo, se realizaron 17 lances de pesca de arrastre, que permitieron llevar a cabo muestreos acústicos, biológicos y oceanográficos.

Conforme a los resultados del Crucero, la zona prospectada se caracterizó por el predominio de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con altas temperaturas (24,5 a 25,5°C) y salinidad (35,3 a 35,6 ups). La profundidad de la zona varía entre los 2335,6 y 6827 metros, el área de mayor profundidad se localizó frente de Ilo y Morro Sama, entre 75 y 80 millas de la costa, sobrepasando los 6000 y 6500 m, coincidiendo con la prolongación del talud continental.

Durante la evaluación se realizaron observaciones oceanográficas en toda la columna de agua, para lo cual se ejecutaron 129 estaciones oceanográficas superficiales y 16 estaciones hidrológicas. En ellas se obtuvieron y analizaron 281 muestras de salinidad y 177 de oxígeno disuelto y pH. Se colectaron 281 muestras para análisis de nutrientes, 116 para clorofila "a", 16 muestras con la red



Hensen (300  $\mu$ ) y 16 muestras para la red Estándar de Fitoplancton de 75  $\mu$ .

Los principales recursos capturados mediante las operaciones de pesca de arrastre pelágico fueron: Pota (*Dosidicus gigas*) y Vinciguerría (*Vinciguerría lucetia*). Algunas capturas también fueron obtenidas a profundidades entre 30 y 250 metros, utilizando el sistema de pesca a la carrera o “curricán”, permitiendo detectar la presencia de pelágicos mayores como: atún aleta amarilla (*Tunnus albacares*) y perico (*Coryphaena hippurus*).

Asimismo, se ha estimado que la biomasa de vinciguerría alcanza 1,2 millones de toneladas, calculándose que la de pota llega a las 15 mil toneladas.

Luego de estos primeros resultados, y en base a los estimados de abundancia de los recursos, se deberá establecer un programa de investigación y monitoreo permanente. Esta zona marina, integrada al Mar de Grau, será escenario de nuevas exploraciones que continúen evaluando la presencia de los recursos hidrobiológicos y la evolución del ambiente marino, lo que permitirá al Instituto del Mar del Perú continuar dando el oportuno asesoramiento para el manejo pesquero responsable por los siguientes 50 años y más, en beneficio de nuestra Nación.

Participar en este crucero fue para los profesionales y técnicos una gran experiencia, muchos de ellos contaban ya con una trayectoria acumulada de participación en muchas de las expediciones que IMARPE ejecuta como parte de su programa de investigación y evaluación de recursos anualmente, pero este crucero constituyó una ocasión especial.

Milagros Franco, jefa del grupo de pelágicos, la califica de una experiencia interesante y provechosa “porque ha permitido ampliar mis expectativas sobre el área marítima recuperada”. También señala:



Personal del IMARPE participante en el histórico “Crucero de Evaluación Hidroacústica de los Recursos Pelágicos Cr.1402-04- BIC José Olaya Balandra”: Luis Escudero Herrera (jefe de crucero), Oswaldo Flores Huamán (jefe grupo hidroacústica), Walter García Díaz (jefe grupo oceanografía), Milagros Franco Meléndez (jefe grupo pelágicos), Ángel Perea de la Matta (jefe grupo biología reproductiva), Luis Mariátegui Rosales, Luis La Cruz Aparco, Jaime Atiquipa Ortiz, Jairo Calderón Martell, Jorge Pazos Villalobos, Dany Ulloa Espejo, Julio Limache Valenzuela, Miguel Llapapasca Lloclla, María Carrasco Rodríguez, Iván Navarro Alzamora y Carlos Robles Cáceres.

*...las condiciones del mar fueron favorables lo que permitió que las actividades de los diferentes programas de investigación se ejecutaran sin problemas... La primera impresión de esa extensión de mar de tonalidad azul mostraba ser poco productiva, pero los lances de pesca experimentales sobre los registros frecuentes de especies propias de aguas oceánicas, como la pota y vinciguerría, así como también las observaciones de los peces altamente migratorios que circundaron el área, generó mayor interés... es necesario continuar el monitoreo de esta área con el propósito de obtener mayor información a futuro.*

Y así será. Ahora veremos nuestros barcos de investigación continuar con el trabajo realizado en esta primera expedición denominada Crucero 1402-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC *José Olaya Balandra*.

# Mar y ciencia

Jorge Zuzunaga

Salir al mar es una expresión comúnmente usada por pescadores y marinos que se refiere a emprender una actividad de pesca o un viaje por mar. En algunos textos dicha frase también es usada para referirse al inicio de un viaje aventurado hacia la inmensidad y misterio del océano. En el IMARPE, de manera más habitual, se suele usar esta expresión cuando el personal va a participar en una de las muchas expediciones de investigación que se realizan permanentemente. Sin embargo, no puede negarse que “salir al mar” tiene reminiscencias de aventura, de alejamiento y de riesgo, pero que quizás por eso mismo sigue atrayendo hacia lo desconocido y hacia lo que hay que descubrir.

No es raro para la gente del IMARPE articular este concepto para indicar que se sale al mar a investigar, que se abordará un buque para hacer ciencia, para descubrir algo que está oculto de cierta manera, siendo por eso mismo y con alguna probabilidad, que el lema original del Instituto del Mar del Perú recogió las dos ideas y las fundió en una sola expresión, “Mar y Ciencia”, acompañando el diseño del mapa del Perú y un buque de investigación dirigiéndose hacia el mar.

A lo largo de los 50 años de actividades del Instituto del Mar del Perú se han realizado múltiples cru-

ceros de investigación y exploraciones pesqueras en diferentes embarcaciones, desde pequeñas lanchas de pesca hasta buques de investigación científica equipados con las tecnologías más desarrolladas y modernas. Actualmente, el IMARPE se enorgullece de contar entre sus embarcaciones al BIC *Humboldt* y al BIC *José Olaya Balandra*, ambos posibilitan investigar tanto en el Mar de Grau como en la Antártida y así cumplir con la responsabilidad de nuestra institución, incrementar el conocimiento sobre el océano y sus recursos vivos, conocimiento necesario para orientar la política del Estado hacia la óptima utilización del ecosistema marino por parte de nuestro país.

Durante este tiempo gran parte de las investigaciones se ha dirigido principalmente a evaluar la abundancia y los cambios dinámicos de las poblaciones de peces sometidas a explotación; sin embargo, esta clase de estudios plantea una problemática particular dado que los objetos de investigación, los organismos marinos vivos, tienen una característica de “invisibilidad” para nuestros sentidos. Por lo tanto, se requiere de plataformas, instrumentos y técnicas especiales para la adquisición de la información básica necesaria para llevarla a cabo. Históricamente, la toma de información se ha logrado, entre otras operaciones, mediante los denominados cruceros bio-oceanográficos ejecutados en embarcaciones especializadas.

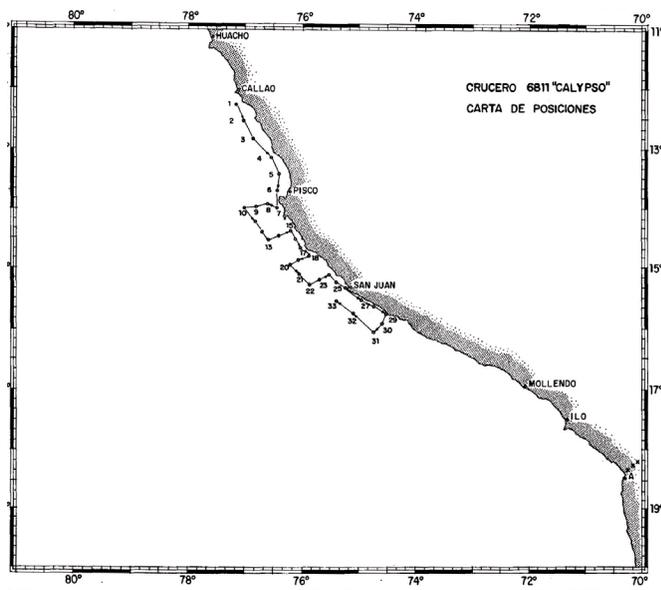
Es por eso que, a lo largo de estos 50 años del IMARPE, las observaciones en el mar han sido ejecutadas con buques de investigación científica del IMARPE o con el apoyo de algunas embarcaciones de la Marina de Guerra del Perú. Otras investigaciones se han planificado y ejecutado, en el marco de diversos proyectos de cooperación internacional, como operaciones especiales que han marcado hitos históricos en el camino hacia el conocimiento y comprensión del mar peruano. El común denominador de estos estudios, a los que

nos referimos en esta contribución, son los convenios que implicaron el uso de embarcaciones de investigación científica que en su momento contaban con el equipamiento más sofisticado o desarrollado. Recordar los nombres y las características de aquellos buques, tripulados en su momento por científicos del IMARPE y de muchos otros países, y de los logros alcanzados por ellos, ahora en la perspectiva del tiempo transcurrido, deben llenar de sano orgullo a los que conforman el Instituto.

El sólo nombre de estas embarcaciones trae un recuerdo especial para los científicos y técnicos que participaron en los cruceros que realizaron. Esperamos que estos breves relatos sean suficientes para tener presente a todos los buques que son parte de la historia de los primeros 50 años de IMARPE.

### *Bettina*

El interés por el valor comercial de la merluza (*Merluccius gayi*) generó que, por acción mancomunada de la Sociedad Nacional de Pesquería, el Instituto del Mar del Perú y el Servicio de Pesquería, se realizara una exploración en la costa norte y central del Perú con el propósito de determinar las áreas de mayor abundancia de merluza e incrementar la pesca de consumo humano. Para el efecto, y a iniciativa del doctor Enrique del Solar, se contrató al barco arrastrero *Bettina*. Esta embarcación realizó inicialmente tres cruceros entre marzo y abril de 1965, extendiéndose luego su utilización a un crucero adicional entre junio y julio 1965. En total, la exploración cubrió el área entre 3°28'S y 15°00'S. El *Bettina* era un buque de arrastre por babor, construido en 1964, de 36 metros de eslora, con una capacidad de bodega de 150 toneladas y tripulado por 17 personas. Para los arrastres utilizaba un guinche para 15 toneladas, con 800 brazas de cable



Carta de posiciones del Crucero 6811 Calypso. Referencia: Informe Especial N° IM-36. Exploración del área Callao-Puerto Chala, a bordo del buque Calypso, por H. Santander, F. Tello y J. Cisneros.

de  $\frac{3}{4}$ " en cada tambor y dos tipos de redes denominadas Francesa y Gourock. Participaron en los primeros cruceros el Dr. Enrique del Solar y luego, por IMARPE, el capitán Nils K. Hansen, asesor FAO, y los biólogos Rogelio Villanueva y Mario Mesía. Asimismo, por el Departamento de Tecnología, el ingeniero José Sanchez y Edmundo Icochea; y por el Servicio de Pesquería, los biólogos Abelardo Vildoso y Renán García.

### *Calypso*

Para estudiar algunos aspectos del comportamiento de la anchoveta y de las concentraciones de calamares y lobos marinos, se realizó una exploración con la embarcación *Calypso*, de propiedad del comandante Jacques-Yves Costeau. El *Calypso*, antiguo barreminas británico adecuado para la investigación oceanográfica por Costeau, disponía de un laboratorio para investigación submarina. Tenía una eslora de 39,16 metros, manga de 7,6 y puntal de 3,15 m, desplazando 799,834 toneladas. Si bien estaba dedicado principalmente a observaciones y filmaciones submarinas para el cine y la televisión, el *Calypso* contribuía también con instituciones científicas como el IMARPE. Estuvo a cargo del capitán Claude Caillart cuando ejecutó las investigaciones en el mar peruano, en noviembre de 1968. Participaron en esa ocasión, por parte de IMARPE, los biólogos Haydeé Santander, Felicitas Tello y Jaime Cisneros. Algunas de las observaciones que realizaron fueron: temperatura superficial del mar, colección de zooplancton, así como de huevos y larvas de anchoveta.

Un evento especial fue la primera observación del fondo marino, haciendo uso de la televisión en circuito cerrado instalado a bordo. Esta se efectuó en "El Camotal", frente a la isla San Lorenzo, donde se esperaba encontrar un banco de concha de abanico, pero sólo se vio a través de la pantalla

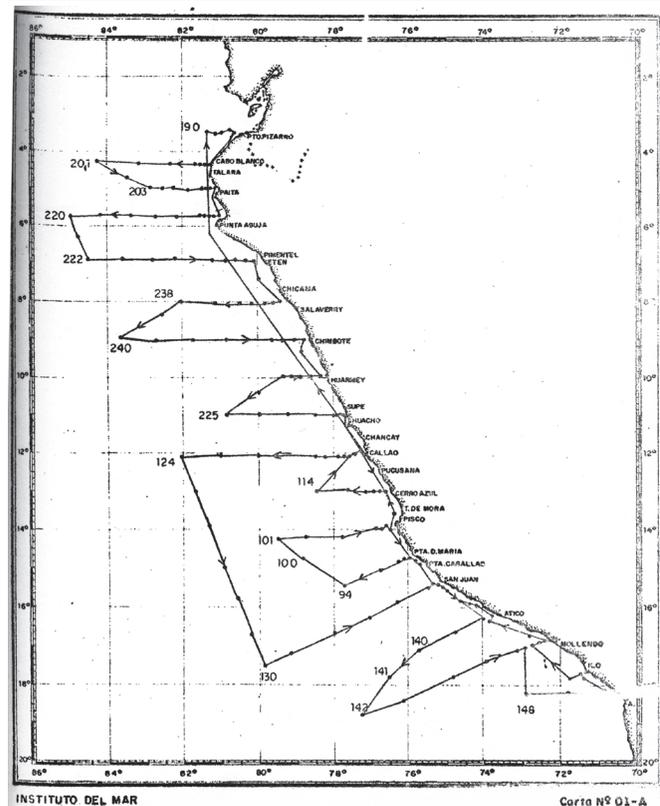
un suelo fangoso. Luego, entre las islas Ballestas central y sur, sí logró observarse gran cantidad de moluscos y algas sobre un fondo rocoso y de conchuela. Esta observación fue comprobada luego por buzos, quienes extrajeron muestras de dichas especies.

### *Professor Mesyatsev*

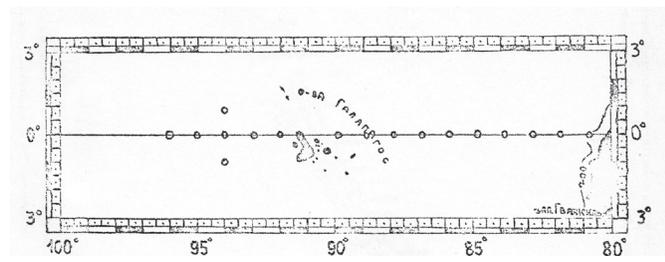
La participación de este buque fue producto de los trabajos conjuntos entre VNIRO (URSS) y el IMARPE, como parte del Convenio de Cooperación Técnica suscrito entre Perú y la Unión Soviética. Con el interés de conocer la distribución y presencia de recursos pesqueros en relación con el medio marino, se dio particular importancia a los trabajos científico-pesqueros y a la pesca por arrastre. Las actividades se llevaron a cabo en una primera expedición entre los meses de agosto y diciembre 1972; y luego otra, entre marzo y junio 1973. Se efectuaron investigaciones oceanográficas y pesca de arrastre experimental, incluyendo conocer el relieve del fondo y características de los sedimentos por su relación con la pesca de arrastre. El programa de trabajo comprendió exploraciones hidroacústicas e investigaciones hidrológicas e hidroquímicas, recolección de muestras de plancton y estudios biológicos de las especies de peces capturadas con redes de arrastre de fondo y media agua.

También fue posible realizar prácticas experimentales de envasado en conservas de caballa, jurel y cojinoba; además de los análisis químicos de algunos peces como merluza, cabrilla, lenguado y congrio, entre otros. El BIC *Professor Mesyatsev* era un buque tipo *Atlantik*, de 3300 toneladas de desplazamiento, con equipos electro-acústicos como la ecosonda Hag-331, que operó a lo largo de todo el recorrido del barco en sus dos expediciones. Los arrastres se llevaron a cabo hasta profundidades de 800m en zonas con relieve relativamente plano, usando principalmente la red

Esquema de los trabajos de exploración durante las investigaciones de invierno a bordo del *Professor Mesyatsev* en los meses de agosto y setiembre 1972 (Informe Especial N° IM-128. Investigaciones científico-pesqueras en las aguas del océano Pacífico adyacentes a la costa del Perú durante el invierno de 1972).



Esquema de la sección y estaciones recomendadas para la obtención de datos para pronosticar “El Niño” (Informe Especial N° IM-131. Resumen de las investigaciones científico pesqueras en aguas adyacentes a la costa del Perú en invierno y primavera de 1972).



“Xek-M”, también una draga a profundidades de 600-800 m. En los arrastres de media agua se usó una red pelágica de cuatro partes 57/140.

Es interesante observar que una recomendación para obtener información necesaria para pronosticar el fenómeno El Niño fue el de ampliar la región de investigaciones oceanográficas, ejecutando perfiles a lo largo del Ecuador, en el área que luego implementaría NOAA con el sistema de boyas en el Pacífico.

### *Kaiyo Maru*

En su viaje inaugural, en diciembre 1968, denominado “Crucero Esmeralda”, el *Kaiyo Maru* realizó una investigación conjunta sobre la plataforma continental del norte de Perú con el objetivo de comprobar la situación de las poblaciones de peces de fondo. Para ello utilizó una red de arrastre de fondo con la ayuda de equipos electrónicos para registrar la profundidad de trabajo de la red. El *Kaiyo Maru* era un buque de investigación pesquera construido y financiado por el Servicio de Pesquerías del Japón (Ministerio de Agricultura), siendo en su momento la nave mejor diseñada y equipada para desarrollar actividades pesqueras de altura. Su eslora era de 91,87m, la manga y puntal de 15,0 y 9,20m respectivamente; un tonelaje bruto de 3210,28 toneladas y una autonomía de 15 mil millas náuticas. Las concentraciones de

Disposición de la maniobra de la red y puertas de arrastre [Informe Especial N° IM-53. Informe sobre el viaje de pesca exploratoria entre el Banco de Mancora y Supe, del buque de investigación pesquera *Kaiyo Maru* (7-30 de diciembre 1968)].

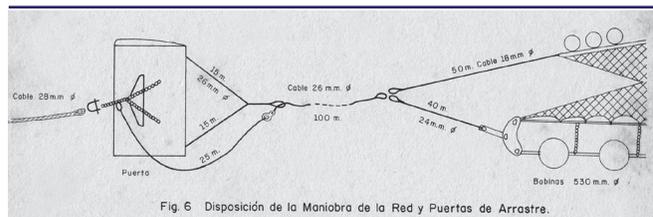


Fig. 6 Disposición de la Maniobra de la Red y Puertas de Arrastre.

peces demersales se determinaron con ecosondas “Sanken”. El *Kaiyo Maru* contaba con laboratorios para artes de pesca, oceanografía, biología, química, preservación en frío y de cómputo. Tenía capacidad para acomodar a 77 personas, incluyendo a 15 científicos.

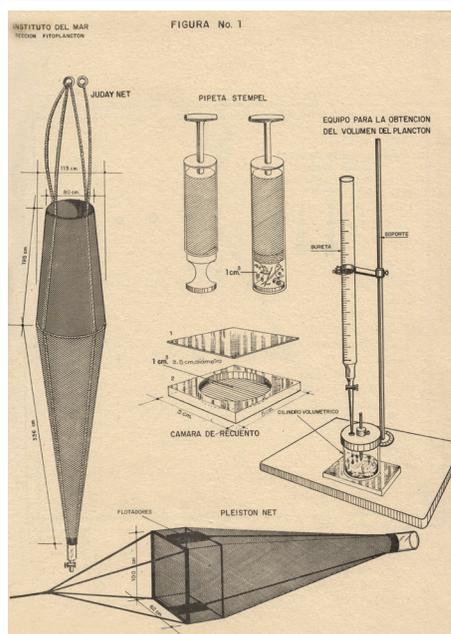
### *Akademik Kurchatov*

Este buque pertenecía a la Academia de Ciencias de Rusia. Uno de los trabajos que realizó en el Perú estuvo relacionado a estudios del plancton. El buque estaba equipado con diversos laboratorios, entre ellos el de plancton, en éste se utilizaba la red “Juday net”, que estaba diseñada para jales verticales y provista de un mecanismo de cierre. Con ella se podía coleccionar organismos de zooplancton, de fitoplancton que no era posible coleccionarlos en muestras de agua que se toman con botellas Nansen, además de coleccionar huevos y larvas de peces. También contaba con laboratorios de microbiología marina, geología, meteorología, productividad, ictiología, instrumentación, batimetría, oceanografía química y oceanografía física, además de una biblioteca.

El R/V *Kurchatov* realizó dos cruceros en aguas peruanas, uno entre setiembre y noviembre de 1968, con observaciones de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes entre 5°57' y 17°48'S. Un segundo crucero fue realizado en febrero 1982, denominado Cr 34TH.

### *Professor Siedlecki*

Este buque del Morski Instytut Rybacki, Polonia, fue construido para llevar a cabo investigaciones en aguas antárticas. Su primer crucero tuvo lugar en 1974, a cargo del capitán Miron Babiak. Era un arrastrero por popa con 2798 toneladas de registro bruto, eslora de 89,34m y manga de 15m. Podía acomodar 53 tripulantes y 33 investigadores.



Características de las redes Juday y Pleiston, utilizadas en el buque científico Akademik Kurchatov (Informe Especial N° IM-36. Actividades desarrolladas a bordo del buque científico Akademic Kurchatov).



En 1979, antes de trabajar en aguas peruanas, el *Professor Siedlecki* realizó exploraciones en la Antártica, en los bancos pesqueros de la isla Kerguelen y, posteriormente, en la ejecución del programa BIOMASS-SIBEX. En el Perú ejecutó tres cruceros entre 1979 y 1980, en el marco del “Programa de Cooperación Científica y de Investigación Pesquera” peruano-polaco. El primero fue el Cr 7912, del 2 al 24 de diciembre 1979, entre  $4^{\circ}00'$  y  $9^{\circ}33,5'S$ ; luego en 1980, el Cr 8001 del 11 al 29 de enero, el área fue  $4^{\circ}13'$  a  $13^{\circ}34'S$ ; y, finalmente, el más extenso Cr 8002-04, de febrero a abril, desde  $4^{\circ}33'$  a  $18^{\circ}15'S$ .

El primer crucero tuvo como objetivo la identificación y evaluación de recursos demersales, así como observar las condiciones oceanográficas en el norte del litoral peruano, incluyendo la detección de zonas de afloramiento. Para ello fueron muy útiles las capacidades del buque, como su sistema de arrastre por popa, laboratorios de electroacústica y de integración, sistema de computación y laboratorios de biología pesquera, oceanografía, técnicas de pesca y tecnología de procesamiento.

A inicios de 1980 se realizó un crucero oceanográfico con el fin de determinar las condiciones predominantes en el litoral norte del Perú, comprendiendo: temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes hasta 500 y 1000m de profundidad; distribución de clorofila “a” hasta 100m de profundidad en áreas seleccionadas y características del bentos y plancton, así como corrientes y condiciones meteorológicas.

El tercer crucero tuvo como objetivo la evaluación acústico-pesquera y la distribución, concentración y disponibilidad a la pesca de las poblaciones de peces pelágicos como sardina, jurel y caballa desde 30 hasta 200 millas de la costa. Complementariamente, se realizaron



Científicos del IMARPE en el *Professor Siedlecki*.

observaciones de las condiciones físicas, químicas y biológicas del ambiente marino. Cabe señalar que en este crucero se alcanzó un alto grado de integración y confraternidad entre los científicos polacos y peruanos, en todos los trabajos que se realizaron en equipo, sin distinción de la nacionalidad. En la memoria de muchos de los científicos peruanos que participaron en los cruceros del *Professor Siedlecki* se encuentra el Dr. Jan Romanski, jefe científico polaco, quien entre las anécdotas que contaba mencionó que fue compañero de carpeta de Karol Wojtyla, ahora San Juan Pablo II, y la verdad que hacía honor a tal compañía con su don de gentes y amabilidad.

### **Buques que participaron en proyectos destacados**

#### **CUEA (Coastal Upwelling Ecosystem Analysis)**

En 1972 la región del afloramiento costero en Perú fue seleccionada para ejecutar parte del Proyecto CUEA, el mayor esfuerzo realizado por Estados Unidos en el marco de la denominada “Década de la exploración Oceanográfica” (IDOE). En este esfuerzo participaron científicos de diversos países, buscando una mayor comprensión de los

océanos y sus recursos. El área de afloramiento en Perú fue escogida por su gran productividad y el interés del país, específicamente del Instituto del Mar, e incluyó la investigación del afloramiento a lo largo del litoral y de la pesquería de anchoveta. Adicionalmente, se tomó en cuenta que en la costa del Pacífico se iniciaba el programa ERFEN (Estudio del Fenómeno El Niño). Para los peruanos, el mayor interés residía en complementar nuestros cruceros de gran escala con estudios de los procesos de menor escala, necesarios para entender las relaciones en el ecosistema que gatillaban el colapso de la productividad en el área de afloramiento. Este estudio se denominó JOIN II. Entre las embarcaciones científicas que participaron en este proyecto figuran las siguientes.

#### *Thomas G. Thompson*

Este buque ejecutó la LEG 1 del CUEA, entre el 25 de abril y el 25 de junio 1976 en el área de San Juan ( $15^{\circ}00'$  y  $15^{\circ}59'S$ ) con observaciones de CTD, temperatura, salinidad y nutrientes. Anteriormente, entre marzo y mayo 1969, había realizado similares observaciones en el crucero CR. 36 (Pisco). Construido entre 1963 y 1964, estaba rentado a la Universidad de Washington, tenía una capacidad para acomodar a 41 tripulantes y hasta 30 científicos. Tenía 1200 toneladas, 209 pies de eslora, 40 de manga y 16 de calado. Especialmente diseñado para trabajos de investigación científica, el *Thomas G. Thompson* fue utilizado para conducir investigación oceanográfica y realizar experimentos en apoyo de varios programas de oceanografía en Estados Unidos y otras áreas, como el mar peruano.

#### *Melville*

Fue un buque de investigación oceanográfica operado por la Scripps Institution of Oceanography, de la Universidad de California





en San Diego. El *Melville* tenía 2991 toneladas de desplazamiento, una eslora de 85m, 14 de manga y 5 de puntal. En su participación en CUEA llegó a realizar 4 cruces en 1977: LEG I del 4 al 8 de marzo, entre 15°02' y 15°50'S; LEG II, del 12 al 28 de marzo, entre 11°59' y 16°43'S; LEG III, del 4 al 25 de abril, de 09°56' a 15°55'S y LEG IV, del 5 al 22 de mayo, entre 4°58' a 17°15'S, con observaciones de CTD, temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes.

#### *Cayuse*

Si bien fue uno de los buques más pequeños de los que participaron en los experimentos y cruces de CUEA, fue bastante eficiente, realizando la LEG 0, en marzo de 1977.

#### **ICANE (Investigación Cooperativa de la Anchoqueta y su Ecosistema)**

Propuesto por nuestro gobierno al canadiense en 1976, a través del IMARPE, este proyecto buscó mejorar la administración de la pesquería en base a un mayor entendimiento científico de los mecanismos que determinan la dinámica de las poblaciones de peces. Dada la situación del stock de anchoqueta en ese momento, fue necesaria la inclusión de observaciones sobre la población de anchoqueta y su ecosistema. El Plan final de ICANE involucró alrededor de ochenta científicos, tres barcos de investigación, una bolichera comercial, y un laboratorio temporal en tierra situado en la bahía de Samanco. En el IMARPE se instalaron equipos especiales, incluyendo la construcción de un "Aquatron", o sistema para mantener peces en agua de mar de circulación abierta. En esta reseña incluimos la del buque de investigación canadiense *Baffin*.

#### *Baffin*

Construido en 1956 y operado por el Bedford Institute of Oceanography, este buque fue

uno de los más modernos para la investigación hidrográfica. Tenía 90 metros de eslora y un desplazamiento de 4986 toneladas, pudiendo acomodar 57 tripulantes y 29 científicos. Dejó el servicio en 1990.

En aguas peruanas trabajó en noviembre 1977 ejecutando un crucero entre 3°39' y 9°31'S, obteniéndose datos sobre temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes, entre otros. La investigación realizada está recogida en una de las publicaciones extraordinarias del IMARPE, en la que se menciona que "...algunos de los trabajos más sofisticados fueron posibles sólo por la disponibilidad del CSS *Baffin*".

Como se mencionó al inicio de este artículo, esta es sólo una pequeña muestra del trabajo realizado por buques científicos en el mar peruano, gracias a la cooperación técnica. Por supuesto, hubo muchos más buques científicos y pesqueros que son parte de la historia institucional, y cuyos nombres están registrado en los libros e informes de las expediciones que llevaron a cabo. Entre ellos, podemos mencionar a los siguientes: *Mendeleev*, *Researcher*, *Moana Wave*, *Pokramovich*, *Elbrus*, *Nansen*, *Anton Bruun*, *Oceanographer*, *Chatyr Dag*, *Agassys*, *Alpha Helix*, *Eastward*, *Wecoma*, *Endeavor* y, últimamente, al buque español *Olivier*.



Por ahora dejamos este tema, invitando a los lectores a revisar las publicaciones del Instituto, a redescubrir aspectos de la ciencia y del mar, y de cómo el conocimiento se obtuvo con el esfuerzo de muchos científicos y técnicos a bordo de estas embarcaciones ya legendarias.

# Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

María del Carmen  
Grados Quispe

## **El IMARPE y la gestión del conocimiento de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) en el Perú**

La naturaleza manifiesta diferentes modos de variabilidad. Uno de ellos, de frecuencia interanual conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y su manifestación cálida “El Niño” (EN) y fría “La Niña” (LN), conjuga procesos de origen oceánico y atmosférico en el océano Pacífico Tropical, determinando cambios sustantivos temporales a escala planetaria debido a sus teleconexiones.

La costa occidental de Sudamérica es altamente vulnerable a ENOS, evento que genera amenazas que no son aisladas ni de carácter estático, lo que dificulta el monitoreo, pronóstico como la identificación de las pérdidas por ENOS. Así, por ejemplo, dos eventos pueden generar fenómenos físicos de similar magnitud, sin embargo, sus impactos serán distintos según el contexto económico, social, histórico, ambiental y político de las zonas afectadas (Lavell & Brenes, 2008).

Los efectos de EN en el territorio andino, según la Corporación Andina de Fomento, se traducen en daños en sectores productivos como la agricultura y la pesca, en la infraestructura vial, en las viviendas y en miles de damnificados por la pér-

dida de sus bienes y medios de vida, así como por afectaciones en la salud por el aumento de enfermedades por vectores que proliferan con cambios temporales en los regímenes climáticos. Por otro lado, las lecciones aprendidas indican que ENOS, no obstante, también ofrece oportunidades.

### **La CPPS y la constitución de los Comités ERFEN y ENFEN**

La recurrencia y los efectos de El Niño 1972-1973 en Colombia, Ecuador, Perú y Chile, países miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), determinó la constitución del Programa “Estudio Regional del Fenómeno El Niño” (ERFEN) en el año 1974.

El Programa ERFEN es un programa integral y multidisciplinario para el estudio de EN y LN en los campos meteorológico, oceanográfico (físico y químico), biológico-marino y biológico-pesquero, que funciona con la participación de instituciones especializadas de los países miembros bajo la coordinación de la CPPS (fig. 1) y el apoyo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

En el año 1976 este Programa inició sus actividades con la constitución de los Comités ERFEN nacionales para el esfuerzo coordinado de monitoreo y vigilancia integrada del ambiente costero regional, acción que ha prevalecido y más bien se ha fortalecido en el tiempo, sustentado en disposiciones y acuerdos a nivel de los gobiernos de Colombia, Ecuador, Perú y Chile.

En el Perú, la instancia competente es el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) constituido el 7 de junio de 1977 e integrado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), el Servicio Nacio-

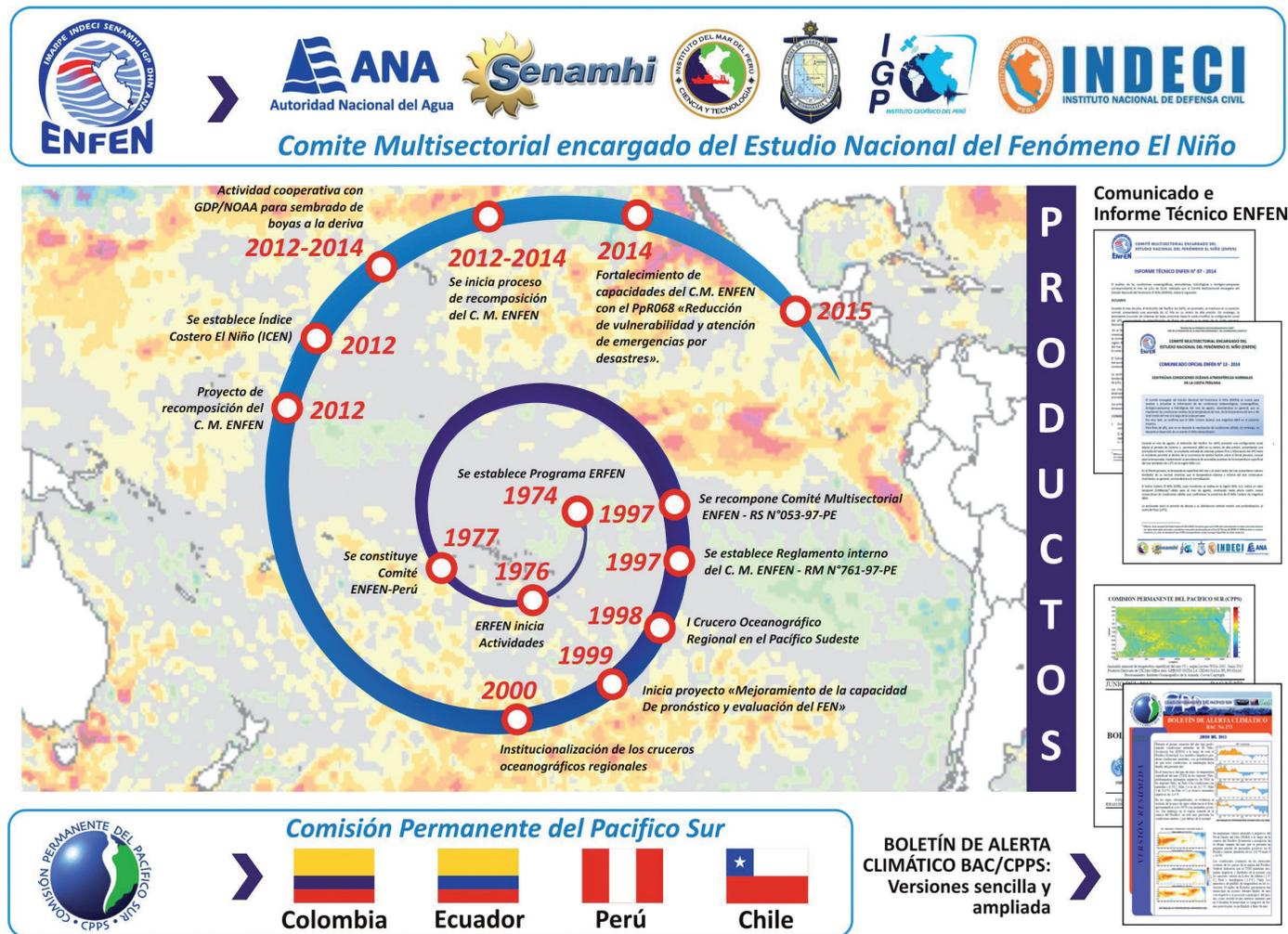


Fig. 1. La gestión del conocimiento de ENOS en el Perú es realizada por el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) presidido por IMARPE e integrado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHNM), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El Comité ENFEN, a su vez, participa en el Programa “Estudio Regional del Fenómeno El Niño” (ERFEN), en el que contribuyen instituciones especializadas de Colombia, Ecuador y Chile. Se presenta la línea de tiempo de los hitos en la institucionalidad, principalmente, así como los productos que elaboran el Comité ENFEN del Perú y el Programa ERFEN de la CPPS. La imagen de fondo, en escala de colores, es la anomalía diaria de la temperatura superficial del mar del 7/7/2014 adaptada de <http://www.ncdc.noaa.gov/sst/images.php>.

nal de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHNM), el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). Dos décadas más tarde, el 12 de septiembre de 1997 (R.S. N° 053-97-PE), el Comité se recompuso con la integración del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), la fenecida ONERN y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Recientemente, el Comité ha iniciado un proceso de fortalecimiento esperando la incorporación del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo

de Desastres (CENEPRED) y la oficialización de la incorporación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) por el INRENA.

### **El Comité Multisectorial ENFEN**

De acuerdo con la R.M. N° 120-77-PM/ONAJ, el Comité es el ente científico y técnico multisectorial de carácter oficial que, por encargo del Estado Peruano, tiene la función de monitorear, vigilar, analizar y alertar sobre las anomalías del océano y la atmósfera que permitan diseñar medidas de prevención oportunas para reducir los impactos de EN en el Perú. En el contexto regional, el Comité también contribuye a las investigaciones de ENOS.

En sus inicios, las investigaciones del Comité estaban dirigidas a la oceanografía biológica; ampliándose posteriormente a los aspectos físicos oceanográficos y meteorológicos, así como a la incidencia del evento en los recursos pesqueros.

### **Iniciativas para el fortalecimiento del Comité**

El evento El Niño extraordinario de 1997-1998 y sus considerables impactos, determinó la necesidad de fortalecer las investigaciones de ENOS en el Perú. Así, en el año 2000 se inició el proyecto “Mejoramiento de la Capacidad de Pronóstico y Evaluación del fenómeno El Niño para la prevención y mitigación de desastres en el Perú”, con el objetivo de mejorar la capacidad de pronóstico y evaluación de EN mediante la implementación de un Sistema de Prevención de Desastres Océano-Atmosférico. Su finalidad era prevenir y mitigar los daños materiales y económicos, reducir las pérdidas de vidas humanas y mejorar el aprovechamiento de los beneficios por EN. Al culminar el proyecto se desarrolló un sistema de pronóstico integrado. Los elementos del sistema fueron: observación del tiempo y colección de datos, comunicaciones, gestión de

datos, modelado y desarrollo/fortalecimiento de capacidades. Esta iniciativa fue co-financiada por el Banco Mundial y el Estado Peruano como parte de un paquete de fondos destinados a la reconstrucción de la infraestructura dañada por EN 1997-1998. El proyecto contempló el reforzamiento institucional del IMARPE, SENAMHI, IGP y DHN, en prevención y mitigación mediante el Convenio de Traspaso de Recursos N° CTR-012-99/EF/FNIÑO-RE\*ODI/MEF a estas instituciones.

En el año 2014 algunas instituciones del Comité ENFEN participan en una nueva estrategia de gestión pública denominada Programa Presupuestal por Resultados (PPR), que el Gobierno Peruano viene implementando desde el año 2007 y que vincula la asignación de recursos a productos y resultados medibles a favor de la población. El PPR vinculado a la gestión de riesgo de desastres, Programa Presupuestal 068 “Reducción de Vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres” (PREVAED), considera desde este año al SENAMHI, IGP e IMARPE en el marco del ENFEN mediante el producto “Entidades Informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” que provee información de la más alta calidad científica que coadyuve a la adopción de decisiones de las autoridades y público en general hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo.

### **Sistema observacional para el monitoreo de ENOS en el Perú**

El sistema observacional de largo plazo comprende redes de observación multidisciplinarias meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica convencionales y automáticas que administran el IMARPE, la DHN, el SENAMHI y la ANA en el territorio peruano, contribuyendo a mejorar el conocimiento de la variabilidad am-

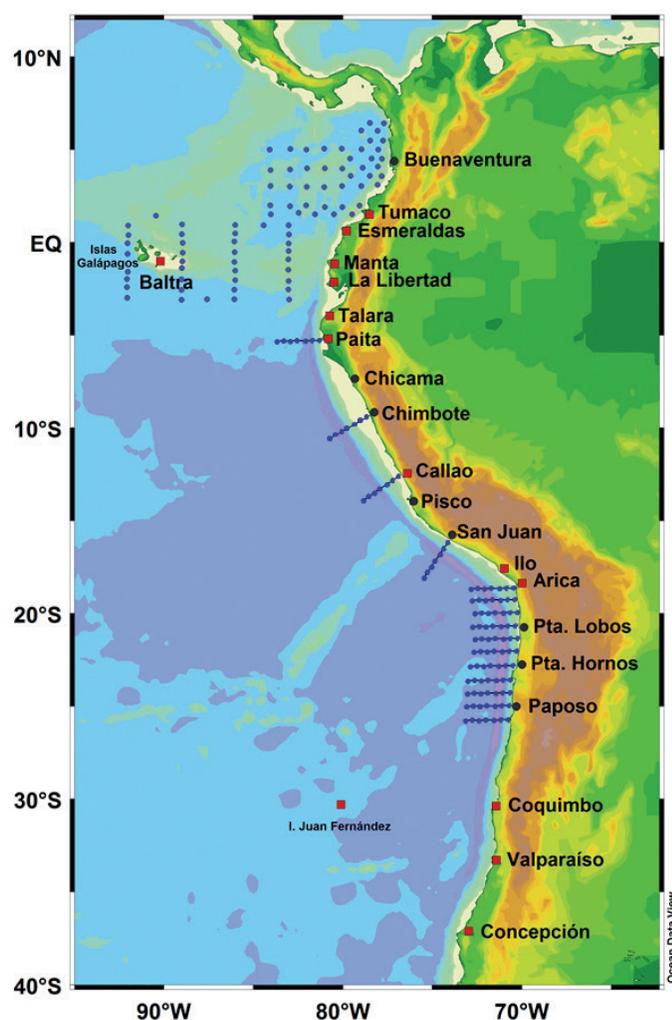


Fig. 2. Sistema observacional del océano Pacífico tropical oriental y costa occidental de Sudamérica que coordina el Programa ERFEN, de la CPPS. Los cuadrados en color rojo en la costa y en las islas Baltra (Ecuador) y Juan Fernández (Chile), representan las estaciones océano-meteorológicas y mareográficas de instituciones especializadas de la región. En la mar, los puntos en color azul representan las estaciones oceanográficas que se ejecutan anualmente en los cruceros oceanográficos regionales en el PTSE, iniciativa que coordinan a nivel nacional la Dirección General Marítima (DIMAR)/Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) de Colombia, el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) del Ecuador, el IMARPE (Perú) y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) de Chile.

biental y comprensión de los procesos y el rol del océano y atmósfera adyacente.

La estrategia observacional se complementa con cruceros y operaciones de investigación oceanográfica rutinarios del IMARPE, así como cruceros de evaluación de recursos pesqueros. A nivel regional, el Comité contribuye a la red de estaciones oceanográficas y meteorológicas de instituciones especializadas de Colombia, Ecuador y Chile. De igual forma, contribuye a la iniciativa “Crucero Oceanográfico de Investigación Conjunta en el Pacífico Sudeste” desde el año 1998, iniciativa que se ejecuta anualmente y que coordina el IMARPE en nuestro país (fig. 2).

Estas redes y plataformas observacionales suministran al Comité información en tiempo real y diferido para monitorear y vigilar el clima costero. Las nuevas tecnologías de alta resolución disponibles, tales como anclajes, vehículos submarinos autónomos, radiosondas, entre otras, desplegadas por períodos limitados como nuevas herramientas para el análisis de la información, han contribuido al mejoramiento del conocimiento de ENOS. Sin embargo, existe la necesidad de establecer redes de monitoreo sostenido de la estructura oceánica de largo plazo en lugares críticos del territorio peruano.

### Índices y la previsión de ENOS

En los últimos años, la definición de la ocurrencia de un episodio EN o LN, debido a sus implicancias socioeconómicas, conllevó a algunas instituciones científicas en el mundo al desarrollo de índices para su definición operacional. En el caso de los países sudamericanos, lograr un índice constituyó una necesidad, en la medida que en las últimas décadas se notó que las señales oceánica y costera, no necesariamente coincidían, e incluso pueden ser opuestas debido a que para el PSE,

el desarrollo de EN o LN, en gran medida, está modulado por las condiciones locales-regionales con efectos diferenciados entre los países de esta región. Además, recientes investigaciones indican que la configuración espacial de las anomalías de TSM relativas a la fase cálida EN “canónico”, centradas en el océano Pacífico oriental, ahora ha cambiado y muestra el desplazamiento de estas anomalías hacia el Pacífico central, configuración que se ha denominado EN del Pacífico central (CP-EN, según sus siglas en inglés) (Yeh et al., 2009) que presenta impactos de magnitud menor en las costas occidentales de Sudamérica (Kao y Yu, 2009).

Así, en el año 2012 el Comité ENFEN estableció un índice para la definición de la ocurrencia de los eventos EN y LN en la región costera del país, así como los criterios para clasificar estos eventos de acuerdo a su magnitud. Actualmente, las bases de datos integradas como la aplicación de nuevas herramientas permiten refinar los resultados iniciales hacia la definición y pronóstico operacional de ENOS en el Perú.

### **La divulgación del conocimiento**

El Comité Multisectorial ENFEN emite diagnósticos de carácter mensual –y si es necesario, de carácter extraordinario– del escenario climático actual y su previsión en apoyo a la toma de decisiones y acciones de prevención por parte del Gobierno Peruano y de la sociedad.

Esta información se presenta en informes técnicos, como en su versión resumida denominada “Comunicado Oficial”. Asimismo, el Comité contribuye al producto regional Boletín de Alerta Climático (BAC) del Programa ERFEN, así como al Boletín El Niño/La Niña Hoy de la OMM. Finalmente, instituciones científicas del Comité publican documentos técnicos informativos y de divulgación en el marco del PPR068.

### **La gestión del conocimiento de ENOS y la visión de futuro**

Las perspectivas de evolución del clima terrestre en el contexto de ENOS y la variabilidad climática plantean retos. Proveer la bases científicas para el desarrollo nacional sostenible en el contexto de ENOS considera, por un lado, mejorar las redes observacionales actuales implementando, por ejemplo, tecnologías de última generación como plataformas oceánicas integradas físicas y biogeoquímicas sostenidas en el tiempo en localidades críticas del mar peruano.

Otros aspectos importantes son fortalecer las capacidades de investigación de los científicos y mejorar la comunicación con la sociedad, re-educando en la ciencia de ENOS para satisfacer las necesidades de información como fortaleciendo la capacidad de adaptación para aprender a convivir con El Niño y La Niña.

# El futuro

Andrés Chipollini

En el presente artículo trataremos de inferir como será o debería ser el IMARPE en los siguientes años. En esta visión, eminentemente de largo plazo, es invariable la finalidad para la que fue creado, es decir: realizar investigaciones científicas y tecnológicas del mar y de aguas continentales y de sus recursos, con el objeto de lograr su racional aprovechamiento. Creemos que este objetivo es lo que el Perú espera de la institución, ya que se orienta a continuar contribuyendo, mediante su importante rol científico y técnico, al desarrollo del país en un horizonte hacia el futuro.

Para visualizar lo que el IMARPE será en el mediano y largo plazo debemos partir de un análisis de lo que es hoy, luego de medio siglo de funcionamiento, y trazar directrices para los próximos 50 años en función de la “Visión” institucional. Esta es: alcanzar la excelencia y afirmar su liderazgo en las investigaciones sobre los ecosistemas marinos y de aguas continentales, contribuyendo al desarrollo sostenible de las pesquerías y de la acuicultura con un enfoque ecosistémico.

Si nos preguntamos ¿de qué manera ha contribuido el IMARPE al desarrollo de la ciencia y la tecnología marina peruana?, y ¿qué ha cambiado en nuestro país y en nuestra actitud frente al

mar, a lo largo de estos 50 años, con la existencia del IMARPE?, podemos afirmar que el Perú y los peruanos son hoy mucho más conscientes de la importancia del mar para el país. En buena medida, esto se debe a la labor desarrollada por nuestra institución, que ha sabido cumplir con la responsabilidad que le asigna la ley de llevar a cabo la investigación científica del mar, aún a costa de ser malinterpretada en los tiempos difíciles. El profundo compromiso con el país ha significado no sólo asesorar técnicamente el ordenamiento pesquero como labor cotidiana, sino en muchos otros temas que le son consultados por una diversidad de instituciones y entidades públicas y privadas. Es decir, no solamente ha creado ciencia, sino que además la ha puesto al servicio de la sociedad y de la Nación.

Por lo tanto, si queremos entrever el futuro de la institución, debemos comprender el pasado y presente de la misma, y para ello lo mejor es dar una rápida revisión a los logros esenciales alcanzados en este devenir del tiempo. Este libro trata especialmente sobre ello, en su lectura hemos podido anotar con cierto detalle los avances obtenidos en disciplinas como oceanografía, biología-pesquera, tecnología de la extracción, ordenamiento pesquero, etc. Así pues, creemos que el compromiso futuro de la institución está relacionado a acrecentar el actual conocimiento del mar y sus recursos y, a la vez, impulsarse en un salto cualitativo a ser parte activa de la comunidad científica internacional. El balance que ahora presentamos implica poner sobre el tapete ¿qué conocemos?, y ¿qué conocimiento aún nos falta por obtener?, conocimiento tanto sobre las características y dinámica del mar peruano, de los recursos vivos que en él habitan y de los cambios que sucederán en los próximos años, de manera que ese conocimiento ampliado nos posibilite aprovechar de manera óptima y sostenible los bienes y servicios que ofrece el océano Pacífico partiendo de la va-



loración de los bienes y servicios que provee el ecosistema.

Podemos afirmar que a lo largo de estos 50 años hemos visto incrementado nuestro conocimiento de la dinámica del mar peruano, la cual fue descrita inicialmente con algunas publicaciones precursoras de científicos como Erwin Schweigger en *El Litoral Peruano*, seguidas de múltiples publicaciones de científicos de IMARPE, como Zuta y Guillén con *Oceanografía de las aguas costeras del Perú*, y continuadas con los resultados de una infinidad de cruceros oceanográficos de tal manera que, a la fecha, podemos entender mucho de la interacción de los diversos procesos atmosféricos y oceánicos que confieren sus características esenciales a nuestro mar; entre ellas, la razón de su excepcional productividad.

También ahora podemos lidiar parcialmente con los retos provenientes de nuestra exposición a la variabilidad climática y prepararnos para enfrentar y adaptarnos, de ser el caso, al cambio climático. Se puede destacar el entendimiento logrado del vital proceso de afloramiento, la surgencia a la superficie de aguas más frías y ricas en nutrientes, base para el sostenimiento de los recursos vivos a través del plancton, la identificación de los tipos de agua y la razón de su rica o pobre productividad, el rol de la salinidad para identificar dichas masas y la complejidad de la circulación marina; los frentes de convergencia de las masas de agua con características termohalinas diferentes, generadoras de los vórtices en la capa superficial del mar de importancia también para la presencia de los recursos de la fauna marina peruana.

Todo ello gracias a esfuerzos como los de nuestros colegas Norma Chirichigno, con su *Lista sistemática de peces del Perú* y su *Lista de crustáceos del Perú*, y *las claves para identificar los peces y crustáceos comerciales*; así como de Matilde Méndez con *Claves de*



*identificación y distribución de los langostinos y camarones (crustácea: decápoda) del mar y ríos del Perú;* y de Víctor Álamo y Violeta Valdivieso con *Lista sistemática de moluscos marinos del Perú*. Estas contribuciones constituyen el inventario faunístico del mar peruano, punto de partida para nuestro aporte futuro en la conservación de la biodiversidad.

Otro notable avance de los científicos del Instituto es su gran experiencia y habilidad para tratar con los problemas de la evaluación de los recursos pesqueros. Ya hemos señalado que, lejos de tener un estado productivo invariable como entorno para el desarrollo biológico de las especies, el mar peruano se ha distinguido por su alta variabilidad. Esto ha sido un permanente reto para implementar y mejorar las técnicas de evaluación y de la dinámica poblacional en las cuales se basan las recomendaciones para el ordenamiento pesquero, hechas con la precisión suficiente para garantizar la correcta toma de decisiones y poder superar las diversas situaciones que ocurren durante el desarrollo de la explotación de los recursos. En este sentido, y a pesar de la distancia en el tiempo, siempre queda presente la experiencia de las décadas del 60 y del 70, cuando al dejar de lado los resultados de las investigaciones y recomendaciones del IMARPE se condujo al colapso de la pesquería de anchoveta.

Consciente de esa responsabilidad, el IMARPE ha incrementado y perfeccionado las técnicas de evaluación tanto indirectas, mediante el uso de modelos estadísticos de evaluación de stocks; como directas, mediante cruceros de prospección y evaluación acústica, en este caso con el empleo de los equipos con tecnología de punta y con la implementación del software desarrollado especialmente para procesar la información de los cruceros de evaluación acústica de las poblaciones de peces de manera objetiva. Por lo tanto, ahora el Instituto está en plena capacidad de utilizar y contrastar di-

ferentes métodos de evaluación y de dinámica de poblaciones en los escenarios más complejos de variabilidad, y preparado para ir a la vanguardia en la aplicación de los nuevos conceptos de administración de las pesquerías en los que se incorpore el enfoque ecosistémico y el manejo adaptativo, como orientaciones que posibilitarán enfrentar los futuros retos en la utilización de los recursos del ecosistema de manera integral y sostenible.

La pesca extraída del mar ha sido siempre una fuente importantísima para obtener información de las mismas pesquerías, tanto los datos biológicos de las capturas como del esfuerzo pesquero empleado por las flotas son la base estadística de los modelos biométricos. En este sentido, la capacidad del IMARPE para recoger información de las actividades artesanales, pelágicas, demersales y costeras, se ha visto incrementada con el fortalecimiento continuo de los laboratorios costeros. Por otra parte, la contribución de las investigaciones realizadas por el IMARPE en la actividad acuícola también ha sido significativa. Estas fueron iniciadas con el cultivo de truchas y la obtención de ovas de esta especie para incrementar los cultivos. En la Amazonia peruana se trabajó con el cultivo experimental del paiche, y en el norte del país con la crianza de langostinos. Todas estas actividades han sido una importante contribución al desarrollo de la acuicultura peruana. Un hito en esta actividad fueron las investigaciones para la acuicultura de la concha de abanico, cuyos resultados transferidos al sector privado son fundamento del actual desarrollo acuícola comercial de la especie con mayor nivel de cultivos a la fecha. Durante los últimos años las investigaciones del IMARPE en el tema de la acuicultura han estado orientadas a la evaluación de las metodologías de organismos en cultivo con potencial acuícola y a analizar la calidad del ambiente marino costero. Con la creación del Centro de Investigaciones Acuícolas Alexander Von Humboldt se abrió la posibilidad de nuevos proyectos, entre

ellos la producción de semilla de lenguado, los cultivos auxiliares de microalgas, rotíferos, artemia y copépodos. No se puede pasar por alto la importante contribución del IMARPE para superar la problemática causada por los virus de la mancha blanca y otros que afectaron los cultivos de langostino, pero como es cierto que los problemas inducen a superar las deficiencias, ahora el laboratorio de Tumbes está en capacidad de realizar análisis de sanidad acuícola y continuar contribuyendo con el desarrollo de la acuicultura en esa región del país, al igual que lo hace el laboratorio Von Humboldt con pruebas ecotoxicológicas, biotecnología y microbiología acuática, entre otras especializaciones.

Esta sucinta descripción de algunas de las realizaciones del Instituto deja de lado muchas actividades que son necesario tenerlas presente para visualizar su amplia gama de temas de interés. Basta recordar que su ámbito de acción comprende cuatro programas de investigación: i) diagnóstico de las poblaciones de los recursos pesqueros para el ordenamiento como base para la seguridad alimentaria; ii) biodiversidad, salud del ecosistema y adaptación al cambio climático; iii) oceanografía; y iv) desarrollo competitivo de las actividades acuícolas.

Y entonces llegamos a la pregunta central: ¿qué esperamos del futuro del IMARPE? Ya señalamos que, en principio, es acrecentar el conocimiento del mar y de sus recursos, incluyendo lo propio de las aguas continentales. En este sentido, el objetivo deberá ser proyectarse al mundo, convirtiéndose en una entidad generadora de iniciativas para enfrentar los grandes cambios que viene experimentando el planeta, dado el incontrolable incremento de la población mundial y el impacto que sus actividades productivas ocasiona. Para ello se deberán fortalecer los lazos de cooperación con entidades y organismos internacionales, ampliando la visión de un enfoque nacional a uno global.



La base para alcanzar este objetivo está en la capacidad de los investigadores, utilizando técnicas modernas e innovadoras, para prever los escenarios ambientales futuros y los procesos que nos están conduciendo a ellos. La tarea de incorporar nuevas disciplinas a la investigación será fundamental, así como el proceso de permanente capacitación de sus científicos, que ha sido y seguirá siendo el motor de la transformación del Instituto para enfrentar nuevos retos.

En este propósito, deberemos producir, procesar y analizar más información, monitoreando los componentes abióticos y bióticos, y sus relaciones funcionales, para lo cual una plataforma de observación apropiada será incrementar el tiempo de trabajo en el mar, ejecutando con una frecuencia estacional cruceros multidisciplinarios, como los de evaluación de recursos, incluyendo observaciones del ambiente marino. Teniendo en cuenta, además, que la variabilidad ambiental puede ocasionar, con mayor frecuencia, cambios en la distribución y abundancia de los recursos, la cual puede ser mejor observada directamente en el mar, estas observaciones serán acompañadas de una mayor capacidad para utilizar complementariamente tecnología satelital para obtener data de gran escala proveniente de estas fuentes. También deberán desarrollarse mecanismos que permitan utilizar la gran cantidad de información generada por las flotas pesqueras. Para ello se continuará con los programas de observadores a bordo, la colecta de información estadística pesquera y biológica en puertos, y la que las mismas flotas generen en sus viajes de pesca. En paralelo, el tratamiento adecuado de la información obtenida, perfeccionando los modelos de evaluación indirecta con el apoyo de modelos de oceanografía pesquera.

Así como es importante ampliar la capacidad de obtención y manejo de la información



oceanográfica, biológica y pesquera de gran escala, en base a cruceros a lo largo del todo el espacio marino, también debe desarrollarse investigaciones puntuales de pequeña o mediana escala, que posibiliten mejorar el conocimiento sobre aspectos claves en la historia de vida de las especies y que aún no son bien entendidas. Entre ellas se pueden mencionar: establecer las relaciones tróficas entre las especies del ecosistema, estudios bioecológicos para identificar áreas de desove y crianza y, en particular, sobre reclutamiento de las principales especies.

Es creciente el reconocimiento de la necesidad de mejorar la ordenación de las actividades pesqueras mediante la puesta en práctica del enfoque ecosistémico pesquero. Las interacciones que se producen entre las pesquerías y los ecosistemas, así como el efecto de la variabilidad natural de largo plazo en ambos, aunado al efecto antrópico del uso de los espacios marinos por otras actividades diferentes a la pesca, inducen a reconocer que un enfoque de ecosistemas en la pesca ayudará a planificar, desarrollar y ordenarla de un modo que satisfaga las múltiples necesidades y deseos de la sociedad sin afectar el beneficio presente y futuro de los bienes y servicios que pueden obtenerse de los ecosistemas marinos. Este reconocimiento, que el IMARPE hace suyo, también significa una visión y objetivos que deben implementarse en la labor futura desde nuestra institución hacia el sector pesquero.

Sin embargo, el desafío más delicado que afrontamos como sociedad es el Cambio Climático, la acidificación marina, la reducción de áreas oxigenadas en el mar, los cambios en la biodiversidad etc., como resultado de las actividades humanas. Esto es así porque significa la alteración de la composición de la atmósfera y se suma a la variabilidad natural propia del clima de nuestra región. Las investigaciones del programa



de oceanografía y cambio climático del IMARPE se dirigen, desde ya, a entender, caracterizar y vigilar los procesos y condiciones oceanográficas físicas, químicas, biológicas y geológicas del mar peruano, así como a estudiar el probable impacto climático en los ecosistemas marinos y marino-costeros. De esta forma, el IMARPE continuará estando en capacidad de asesorar en la toma de decisiones de los órganos de gobierno pertinentes. Estas actividades y proyectos involucran una activa cooperación con la comunidad científica internacional.

El IMARPE, desde sus inicios, ha estado ligado a la cooperación internacional y es un miembro activo de la comunidad científica mundial, muestra de ello es la actividad antártica, que se seguirá llevando a cabo en las próximas décadas. Del mismo modo, continuará desarrollando convenios interinstitucionales con sus pares, recibiendo e intercambiando científicos con instituciones similares.

Frente a este cúmulo de actividades, que se incrementarán en el futuro, surge la pregunta: ¿qué hacemos para prepararnos?

Lo primero es ampliar nuestras capacidades, tanto de infraestructura como humanas. Ya está previsto y en camino la mejora de oficinas y laboratorios implementados con la más alta tecnología, y a corto plazo se añadirá un nuevo edificio para ampliar las capacidades para ejecutar más investigaciones. Un nuevo buque de investigación se unirá a la flota del IMARPE y se está potenciando a los actuales, remotorizando al *Humboldt* y modernizando al ex *SNP-2* (ahora *Luis Alberto Flores Portugal*). También se creará e implementará un centro de producción y entrenamiento en acuicultura marina.

Finalmente, a manera de reflexión, quizás pudimos enfocar este artículo mediante la prospectiva y llegar a consolidar una visión

estratégica del devenir del Instituto. En algún momento podría ser conveniente utilizar esta ciencia para orientarnos a lo que podría ocurrir con el IMARPE en su contexto científico, social y económico. Sin embargo, dado que la prospectiva parte del concepto que el futuro aún no existe, y que “depende solamente de la acción del hombre” (Godet, 1987), estoy firmemente convencido que somos nosotros mismos los que podemos y debemos construir el mejor futuro posible de nuestra institución, y que el Instituto será lo que el esfuerzo de sus integrantes haga realidad.

Prever el futuro no depende de ningún sortilegio mágico, sino de fortalecer la institucionalidad para que, partiendo de nuestra realidad presente, se orienten todos los científicos y técnicos en nuestra labor diaria hacia la visión del Instituto: alcanzar la excelencia y afirmar su liderazgo en las investigaciones marinas y continentales.



# Vida institucional





## ***PRESIDENTES***

---

### **Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas**

- 10/3/1955 Calm. Luis Edgardo Llosa González-Pavón  
 14/3/1957 Calm. Guillermo Tirado Lamb  
 9/1/1958 Calm. Mariano H. Melgar Conde  
 10/1/1964 Valm. Miguel Chávez Goytizolo

### **Instituto del Mar del Perú**

- 1/7/1964 Valm. Miguel Chávez Goytizolo  
 31/1/1969 Valm. Luis M. Ponce Arenas  
 21/1/1970 Calm. Fernando Zapater Ventose  
 2/1970 C. de N. Jaime Vásquez Bejares  
 11/2/1972 C. de N. Óscar Iturrino Falco  
 21/11/1974 Calm. Alejandro Arana Noriega  
 30/6/1976 Valm. Alberto Indacochea Queirolo  
 8/3/1978 Calm. Guillermo Runciman Navarrete  
 21/8/1980 Valm. Alberto Indacochea Queirolo  
 19/8/1981 Calm. Jorge Villavicencio Soto  
 26/4/1983 Calm. Daniel Masías Abadía  
 2/1984 Calm. Hernán Quiroz Alva  
 27/8/1985 Valm. Javier Llerena Pérez  
 10/1986 Valm. Ricardo Zevallos Newton  
 22/8/1991 Calm. Alejandro Martínez Frisancho  
 1/1992 Valm. Daniel Mariscal Galiano  
 22/1/1996 Valm. Luis Giampietri Rojas  
 12/2000 Valm. Fernando Jiménez Román  
 8/2001 Calm. Hugo Arévalo Escaró  
 8/2006 Calm. Héctor Soldi Soldi  
 2/2010 Calm. Jorge Brousset Barrios  
 9/2011 Calm. Germán Vásquez-Solís Talavera

## **DIRECTORES\***

---

- 1964 Jorge Sánchez Romero, director técnico  
 1977 Felipe Ancieta Calderón, director general científico

### **Directores ejecutivos**

- 1982 Luis Gonzales-Mugaburo  
 1983 José Vera Rivasplata  
 1984 Fernando Madueño Gonzales  
 1985 Rogelio Villanueva Flores  
 1988 Jaime Sobero Taira  
 1990 Abelardo Vildoso Baca  
 1990 Ricardo Vílchez Espinoza  
 1991 Bernardo Ishiyama Cervantes  
 1992 César Chávez Navarro  
 1995 Jorge Zuzunaga Zuzunaga  
 1997 Godofredo Cañote Santamarina  
 2011 Carlos Palomares Palomares  
 2012 Marco Espino Sánchez

### **Directores científicos**

- 1997 Marco Espino Sánchez  
 2001 Renato Guevara Carrasco  
 2008 Carlos Benítez Rodríguez  
 2008 Renato Guevara Carrasco  
 2011 Gladys Cárdenas Quintana  
 2012 Raúl Castillo Rojas

### **Director ejecutivo-científico**

- 2012 Andrés Chipollini Montenegro

*\* La dirección técnica del IMARPE ha estado a cargo de distinguidos profesionales. El cargo ha variado de nombre a lo largo del tiempo, pero en esencia implicaba la gestión científica y administrativa de la institución. Entre 1997 y el 2012 ambas funciones se separaron, lo que explica un listado separado de quienes desempeñaron la dirección científica en ese lapso.*

## CIENTÍFICOS DESTACADOS

Emira Antonietti

**Rómulo Jordán Sotelo** (Cusco 10/2/1929-Lima 27/3/2007)

Estudió en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, doctorándose en Ciencias Biológicas en 1976. Trabajó inicialmente para la Compañía Administradora del Guano, pasando luego a formar parte del equipo del IREMAR y del IMARPE, llegando a ser director general de Investigaciones de Recursos Marinos. En 1984 fue nombrado secretario general de Asuntos Científicos de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, cargo que desempeñó hasta 1994. Fue consultor de la FAO y de la UNESCO, presidente del CONCYTEC, miembro del Consejo Directivo del IMARPE y docente en la Escuela de Post Grado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM.



**Ramón Humberto Fuentes Tapia** (Arequipa 22/2/1935-Lima 13/10/1989)

Fue uno de los biólogos captados tempranamente por el IREMAR, pasó luego a ser jefe del Departamento de Aves Marinas del IMARPE. Hizo una importante carrera como investigador en bioecología de los recursos marinos ligados a la anchoveta, llegando a ser director de Biología Básica de la Dirección General de Investigaciones de Recursos Marinos. Se especializó en ecología y comportamiento de peces en el laboratorio de Biología Marina de Aberdeen, Escocia. En reconocimiento a su contribución científica y calidad de investigador, en 1999 se le dio su nombre a la Biblioteca del Instituto.



**Blanca Rojas Escajadillo de Mendiola** (Lima 7/6/1929)

Era bióloga en la Compañía Administradora del Guano cuando fue captada por el IREMAR, en julio de 1960. Desde entonces se dedicó al estudio del fitoplancton marino y a la alimentación y crecimiento de la anchoveta. Ha tenido una vasta y prolífica producción científica, formando escuela entre sus colaboradores que hoy son científicos reconocidos internacionalmente. Actualmente reside en USA y visita el IMARPE cada año, para beneplácito de sus amigos que ven en ella un ejemplo a seguir.



**Manuel Gilberto Samamé Linares** (Chiclayo 6/10/1936-Lima 29/2/2004)

Estudió en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de 1957 a 1961, doctorándose en 1974. Se inició como investigador en el IREMAR, y

posteriormente pasó a ser jefe del Laboratorio Costero de Paita. En 1986 regresó al Callao para trabajar en la División de Investigaciones Pesqueras en el Mar, llegando a ser jefe de Investigaciones de Peces Demersales Bentónicos y Litorales. Se especializó en Biología Marina y Dinámica de Poblaciones en el Instituto Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Japón. Ejerció la docencia en la Facultad de Ciencias Biológicas de su Alma Mater, publicando numerosos trabajos tanto en las series del IMARPE como en revistas científicas del extranjero.



**Norma Victoria Chirichigno Fonseca** (Lima 7/6/1929)

Fue una de las profesionales incorporadas inicialmente al IREMAR, dedicándose a los estudios taxonómicos de peces. Curso estudios de especialización en Dinamarca. Entre sus publicaciones destacan *Clave para identificar los peces marinos del Perú* (1974) y *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú* (2001); así como sus láminas murales con información científica sobre peces comerciales, crustáceos comerciales y potenciales, moluscos e invertebrados marinos, y peces de la pesca artesanal. Fue la primera científica del IMARPE en tomar parte en una expedición científica, embarcándose en el *Anton Brunn*, de la Science National Foundation de Washington, en 1965. Ejerció la docencia en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y en la Universidad Nacional Federico Villarreal.



**Luis Felipe Ancieta Calderón** (Lima 26/1/1922-Venezuela 11/9/2001)

En 1943 inició su actividad como biólogo dictando el curso de zoología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Dos años después pasó a trabajar en la Dirección de Pesca y Caza, del Ministerio de Agricultura, como jefe biólogo del Criadero Experimental del río Pacaya. En agosto de 1962 retornó a la docencia, como profesor asociado del Programa de Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional de Trujillo; y en setiembre de 1970 ingresó al IMARPE como subdirector de Investigación en Aguas Continentales, llegando a ser director general científico y asesor científico del Directorio. Luego de retirarse, en 1982, pasó a residir en Venezuela. En honor a su memoria, el Laboratorio de Biología Experimental del Centro de Investigaciones Acuícolas “Alexander von Humboldt”, del IMARPE, lleva su nombre.



**Luis Alberto Flores Portugal** (Arequipa 19/5/1930-Lima 17/5/2012)

Se inició como biólogo en el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, pasando luego al IREMAR y finalmente al IMARPE. Su principal interés fue el estudio del bentos marino, interés que compartió con su esposa, la bióloga Esmeralda Chumán Dávalos. Alegre y jovial, gran amigo y compañero de trabajo, dio ejemplo de responsabilidad en cada una de las tareas que se le encomendaba. Sus libretas de campo o bitácoras, una narración vívida del trabajo realizado, integrando sus observaciones en todos las áreas del muestreo con minuciosos detalles que servían de ayuda posterior en los análisis de laboratorio.



### **Julio Ernesto Valdivia Gonzales** (Arequipa 8/3/1932)

Comenzó a trabajar como biólogo en el Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, pasando luego al IREMAR y al IMARPE, especializándose en Dinámica de Poblaciones. Llegó a ser director ejecutivo de Investigaciones Pesqueras en el Mar. Se caracterizó por una clara inteligencia, compartiendo sus experiencias, observaciones y conocimientos con los profesionales y técnicos de su Dirección. Apoyó a los jóvenes investigadores, brindándoles consejo y estimulándolos a mantener una línea de trabajo siempre en crecimiento. En 1987 fue nombrado asesor del Consejo Directivo y de la Dirección General de Investigaciones en Acuicultura, donde ha continuado aportando hasta el presente.



### **Mary Haydeé Santander Bueno** (Lima 18/7/1937-25/5/1987)

Tras graduarse en Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en 1961 comenzó a trabajar en el IREMAR, estudiando el plancton marino. Ya en el IMARPE destacó por sus aportes en los estudios del zooplancton y por haber validado el Método de Producción de Huevos MPH en el mar peruano, como un método complementario para la evaluación de las poblaciones de anchoveta. Siguió cursos de especialización en Puerto Deseado, Argentina; Lowestoff, Inglaterra; La Jolla, USA; Copenhagen, Dinamarca; y Halifax, Canadá. Fue presidenta del Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) y representante nacional del Programa Integral y Multidisciplinario para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN).



### **Jorge Enrique T. Csirke Barcelli** (Lima 9/12/1947)

Se graduó y licenció como biólogo en la Universidad Ricardo Palma, en 1977, habiendo comenzado a trabajar en el IMARPE seis años antes. Cursó estudios de especialización en la Universidad de Washington. Fue subdirector del Área de Evaluación de Recursos Pelágicos. Conformó la delegación peruana en la V Reunión de la Comisión Coordinadora de Investigación Científica de la CPPS, llevada a cabo en octubre de 1975, en Chile; y en la XIII Reunión Ordinaria de la CPPS, en enero 1976, también en Chile. En 1979 fue contratado por la FAO, como oficial en Asuntos Pesqueros. En abril de 2007 fue nombrado director de Ordenación de la Pesca y Acuicultura de dicho organismo, en Roma. Pese a no estar ya en el IMARPE, ha mantenido el contacto, siendo coeditor del libro del jurel, publicado por el IMARPE como número especial de la *Revista Peruana de Biología* (setiembre 2013).



**Manuel Jesús Flores Palomino** (Ayacucho 25/12/1943-Guayaquil 15/5/2003)

Se graduó como biólogo en 1969, en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ese mismo año ingresó al IMARPE como técnico en mantenimiento de materiales, pasando luego al Departamento de Análisis Estadístico y Estudios Económicos de la Dirección de Investigaciones Pesqueras en el Mar. Llegó a ser director de Servicios Técnicos, director de Planificación y asesor científico de la Dirección Ejecutiva. En enero del 2000 pasó a la Secretaría General Adjunta para Asuntos Científicos de la CPPS, entidad en la que continuó laborando hasta su deceso. De fácil palabra y gran carisma, fue elegido por aclamación como representante de la Asociación de Biólogos del IMARPE.



**Isabel Ykuye Tsukayama Kikumoto** (Lima)

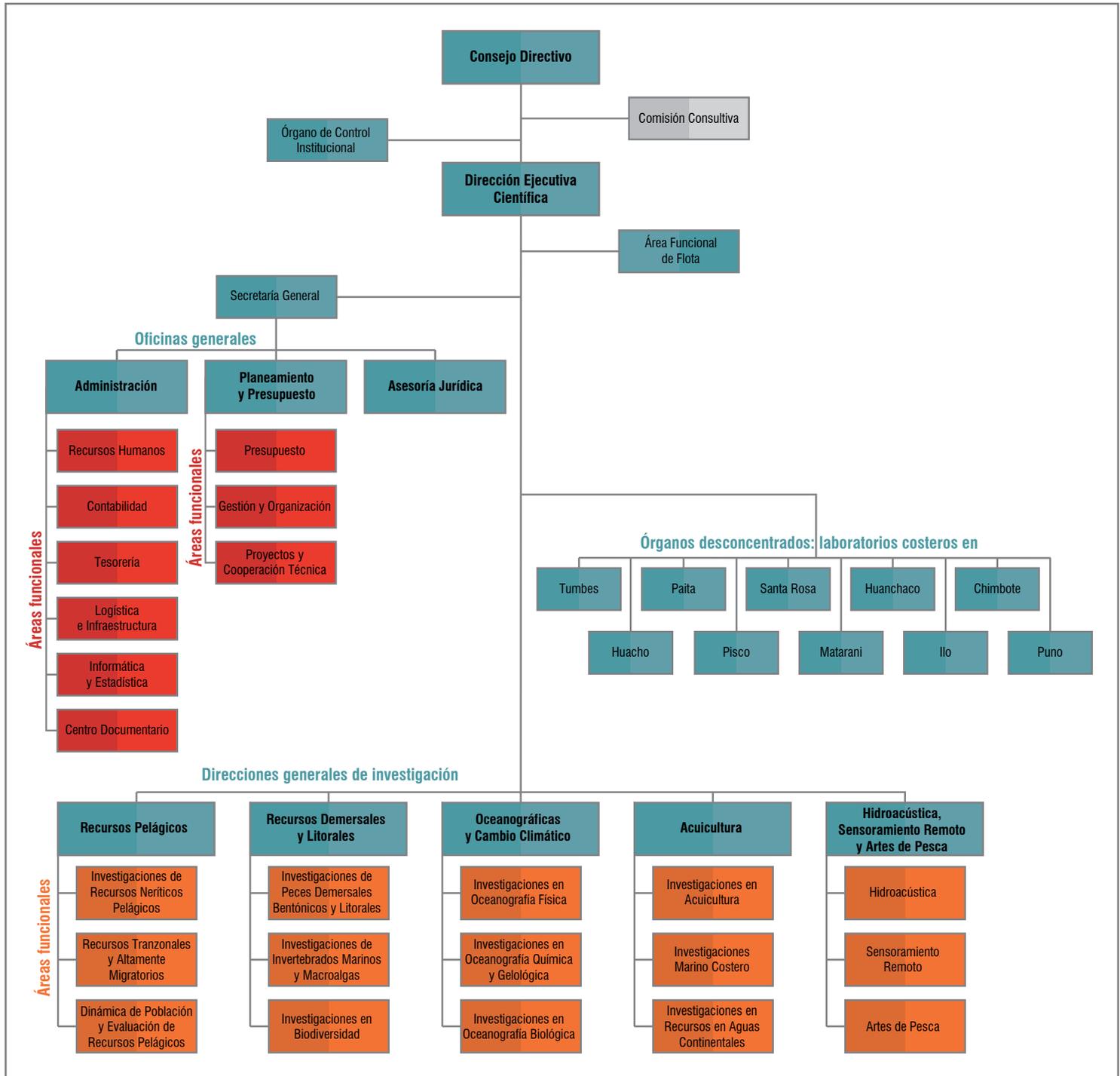
Ingresó a trabajar en el IREMAR en 1961, mientras completaba sus estudios de biología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ya en el IMARPE se especializó en dinámica de poblaciones de peces, principalmente de la anchoveta, llegando a ser directora de Investigaciones de Recursos Pelágicos y directora general de Investigaciones de los Recursos Marinos. Trabajó en el Instituto hasta 1987.



**Salvador Zuta Rubio** (Amazonas 4/9/1933)

Luego de estudiar educación en La Cantuta, en 1961 se graduó como oceanógrafo físico en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ese mismo año comenzó a trabajar en el IREMAR y posteriormente siguió cursos de especialización en Oceanografía Física, primero en Honolulu y luego en Texas AIM y en Río de Janeiro. Después de retirarse del IMARPE en 1988, se dedicó a la docencia en la Facultad de Ciencias Físicas y Mecánica de Fluidos de la UNMSM.





# EL CAPITAL HUMANO

## Consejo Directivo

Contralmirante Germán Abraham Vasquez-Solís Talavera, *presidente*  
 MSC. Gabriel Quijandría Acosta, *Ministerio del Medio Ambiente*  
 MSC. Martha Valdivia Cuya, *Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM*  
 Ing. Francisco Puente Vellachich, *Universidad Nacional del Callao*  
 Dr. Jaime Mendo Aguilar, *Viceministerio de Pesquería*  
 Contralmirante Hugo Verán Moreno, *director de Hidrografía y Navegación de la Marina*  
 Biólogo Andrés Chipollini Montenegro, *director ejecutivo científico del IMARPE*

### Presidencia del Consejo Directivo

Contralmirante Germán Abraham Vasquez-Solís Talavera, *presidente*, Teresa Judith Guzmán Colchado y Virgilio Cándor Javier.

### Dirección Ejecutiva Científica

Andrés Roberto Chipollini Montenegro, *director ejecutivo científico*, Marco Antonio Espino Sánchez, Yessica Elizabeth Acero Osorio y Jorge Pazos Villalobos.

### Oficina de Asuntos Interinstitucionales

Renato Carol Guevara Carrasco, *coordinador*, y Eduardo Marcial Ramos Ferretti

### Oficina de Asuntos Antárticos

Patricia Ayón Dejo, *coordinadora*, y Rodolfo Cornejo Urbina.

### Laboratorio de Investigación Perú-Corea

Jorge Zuzunaga Zuzunaga, *codirector*, y Mirtha Isabel Quispe Prado.

### Área Funcional de Flota

José Luis Coloma Diez Canseco, *coordinador*, Rosa Isabel Febres Pinedo, Tito Gilver Pumachagua Ventosilla, Rolando Faustino Romero Rodríguez,

Wilfredo Pazos Fiestas, Javier Walther Huamanchumo Palma, Luis Alberto Romero Rodríguez, Manuel Federico Brenner Ruibal, Fidel Genaro Coc Montes, José Serafín Fiestas Fernández, Félix Felipe Ipanaqué Gonzales, López Amaya, Yasmany Yohan, Demetrio Barrantes Dioses, Antonio Charca Lujano, Cristóbal Meca Andrade, César Augusto Mejía Villa, Solano Olivera Fernández, Pedro Vásquez Aceituno, Claudio Guerrero Colán, Ricardo Julio Morales Zúñiga, Julio Melchor Manrique Ángeles, José Alberto Querevalú Gómez, Carlos Alberto Gonzales Carrillo, Víctor José Atoche Fowkss, Christian Ronald Kemper de la Mata, Joe Jesse Antezana Tovar, Eduardo Humberto Borja Gómez, Rodolfo Juan Cabracancha Jesús, Renán Jesse Calderón Bendezú, Juan Carranza Pilco, Valentín Chambilla Jiménez, Julio Víctor Díaz Romero, Adolfo Manuel Gonzales Salas, Luis Antonio Landa Gonzales, Alexander Fernando Romero Crisanto, David Vargas Mariluz, Jhuber Cristián Vásquez Irigoín, Carlos Américo Vernal Paniagua, Mariano Vilca Chino y Abelardo Vivar Tulumba.

### Órgano de control institucional

Santiago García Ríos, *jefe*, Joyci Rocío Cruzado Campos, Roberto Odiaga Campos, Edmundo Gabriel Peña Espinoza, Saturnino Reyes Huamán y Ricardo Armengol Suárez Frías.

### Secretaría General

Miguel Alberto Celi Sánchez, *secretario general*, Amparo Granda Molina, Patricia Bobadilla Terán, Ismael Zarate Miranda, Carlos Enrique Ysla Muñoz y Sonia Melina Barreto Lamilla.

### Oficina General de Asesoría Jurídica

Carmen María Moreno Escobar, *jefa*, Pilar Luz Aponte Silva, Pedro Octaciano Ezcurra Yzasiga, Magaly Juana Huamán Navarro y Samuel Servando Ramírez la Rosa.

### Oficina General de Planeamiento y Presupuesto

Milagros Vílchez Cáceres, *jefa*, Juan José Castillo Asián, Zaida Beatriz Apari Saenz, Manuel Federico Flores

García, Elizabeth Adriana Cuenca Gamio, Magaly Ivett Matute Ramos, Rossana Aida Novoa Moncayo, Margot Rosario Bobadilla Marcelo, Alexander Pedro Hinojosa Valero y Narda Irene Sandoval Méndez.

### Oficina General de Administración

Felipe Santiago Cuero Balarezo, *jefe*, Óscar Alejandro Acosta Rueda, Eliana Lastenia Yarleque Santillán, Mario Canales Castro y Jesús Felipe Galarza Huaymacari.

### Recursos Humanos

Nelly Margarita Medina Sánchez, *coordinadora*, Milagros Victoria Espinoza Morales, Fernando Lynch Solís, Olga Rosa Castañeda Ahumada, Sara Amalia Cuba Campos, Antidora Lucas Hajar Ventocilla, Ricardo Alex Rosas Saavedra, Silvana Karin Zacarías Ynciso, Elsa Mirtha Ventocilla Huaranga y Rolando Leonidas Vergara Chumpitaz.

### Contabilidad

Wendy Ingrid Huerta Rodríguez, *coordinadora*, María del Pilar Rubiños Villar, Lilia Ada Ticona Salas, Christian Leonardo Castillo Lizarzaburu, Carmen Roxana del Rosario Querevalú, Marlon Vásquez Sajami, Joseph Roberth Lázaro Jamanca y Rosalynd Batsheva Vílchez García.

### Tesorería

Haydee María Cruz Sáenz Apari, *coordinadora*, Lili Marisol Romero Alfaro, Mirian Alejandro Ybarra, Ireno Carbajal Mejía, Roxana Rubí Cardeña Poma, y Sara Moreno Bermúdez de Chang.

### Logística e Infraestructura

Paxy Paola Sarmiento Vidal, *coordinadora*, Elizabeth Abregú Espinoza, Daniel Ponte Morotte, Luis Alberto Peña Villarreal, Ruth Rosalba Peralta Medina, María Fabián Loarte, Julio Susano Ríos Flores, Jorge Teodoro Sovero Almonacid, Yuli Zapata Diestra, Juan Bacigalupo Castagnola, Fidel Rogelio Corimanya Sicha, Manuel Bustamante Ruiz, Evelyn Luz Fiestas Querevalú, Edgardo Carrasco Barrera, Julio Susano Hurtado Jara, Juana Alvarado Caycho, Jaime Andrés Cornejo Patiño, María Esther Lizarbe Ramírez, Pedro Manuel Prieto Callán, José Luis Garayar Campos, Valeriano Leoncio Blas Chacón, Manuel Williams



Salazar de Paz, Erika Viviana Chirinos Pamies, Cristóbal Edgar Calderón Reynoso, Wilmar Sánchez León, Juan Dante Salas Ardito, Rolando Bravo Cáceres, Esther Cecilia Arce Sensebe de Talavera, Desiderio Alfredo Bernardo García, Carlos Enrique Beteta Fernández, Víctor Manuel Hernández Espino, Juan Martín Hernández Ladines, Yime Andrés Huarcaya Huaranca, Lorenzo Manuel Marroquín Torres, Felipe Augusto Ramos Garcés y Ramón Rafael Rengifo Rivas.

### Informática y Estadística

Mario Agustín Huapaya Chumpitaz, *coordinador*, Leonila Lucila Pacheco Flores, Segundo Artemio Vera Díaz, Elmer Adolfo Callirgos Morales, Pedro Alberto Luis Méndez, Arturo Maldonado Cárdenas, Miguel Ángel Ocaña Mostacero, Juan Carlos Jordán Parra, Jesús Oré Lagala y Marcos Manuel Almengor Ríos.

### Centro Documentario

Emira Felicita Clelia Antonietti Villalobos, *coordinadora*, Olga Ruth Cornejo Garay, Margarita Portal Roldán, Miryan Arce Ventocilla, Jenny Ivette Fretel Castro, Edith Quispe Delgado y Daniel Ramírez Céspedes.

### Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos

Marilú Bouchon Corrales, *directora general*, y Milagros Estela Gutiérrez Valladares.

#### Recursos Neríticos Pelágicos

Gladys Cárdenas Quintana, *coordinadora*, Cynthia Joanna Gonzales Valdelomar, Julio Mori Ponce, Milagros Teresa Franco Meléndez, Dany Michael Ulloa Espejo, José Luis Salcedo Rodríguez, Betsy del Carmen Buitrón Díaz, Miguel Ángel Perea de la Matta, Cecilia Andrea Roque García, Javier Antonio Sánchez Espinoza, Roberto Bustamante Romero, Erasmo Díaz Aguilar y Edwin Salvador Molina Fasil.

#### Recursos Transzonales y Altamente Migratorios

Miguel Ñiquen Carranza, *coordinador*, Teobaldo Dioses Romero, José Carlos Pellón Farfán, Arturo Ventosilla Navidad y Luis Wencheng Lau Medrano.



### Dinámica de Población y Evaluación de Recursos Pelágicos

Erich Díaz Acuña, *coordinador*, Cecilia Liliana Peña Tercero, David Ricardo Oliveros Ramos, Julio César Limache Valenzuela, Pablo Martín Marín Abanto, Enrique Manuel Ramos Vásquez, Elisa Goya Sueyoshi, Regina Elena Aguilar Arakaki, Evelyn Paredes Coral, Sofía Belén Rivadeneyra Villafuerte y Vanessa María Bachmann Caller.

### Dirección General de Investigaciones de los Recursos Demersales y Litorales

Carlos Raúl Castillo Rojas, *director general*, e Ygnacia Yolanda Valdivia Tudela

#### Investigaciones de Peces Demersales, Bentónicos y Litorales

Jesús Gerardo Rujel Mena, *coordinador*, Flor María Fernández Ramírez, Emperatriz Gómez Sulca, Alberto Baltazar Gonzales Ynope, Verónica Catalina Blaskovic Huayta, Midia Manuela Yarleque Santillán,

Marco Antonio Tayco Escobar, Humberto Quispe Arango, Antonio Iván Navarro Alzamora, Jacqueline Palacios León, Max Joel Collao Aldave, David Murillo Franco, Patricia Moquillaza Donayre, Jorge Andrés Mostacero Koc, Wilbert Marín Soto, Gladis Elizabeth Castillo Mendoza, Ana Cecilia Medina Cruz, Janette Bertha Rodríguez Pizarro, Manuel Horacio Campos Troncos, Gisella Margot Chilca Damián, Josué Daniel Díaz Avalos, Ronald Gustavo Querevalú Barba, Judith Huamanchumo Peña, Willian Alexander Guerrero Narváez, Pepe Antonio Espinoza Silvera, Ana Renza Paola Alegre Norza, David Castillo Cruz, Rosario Cisneros Burga y César Fernández Ojeda.

#### **Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas**

Carmen Yamashiro Guinoza, *coordinadora*, Luis Rubén Mariátegui Rosales, Ricardo Tafur Jiménez, Salomón Limachi Puca, Juan Pedro Arguelles Torres, Anatolio Alberto Taipe Yzarra, María Nelly Sanjinez Alvites y Ericka Marylin Espinoza López.

#### **Investigaciones en Biodiversidad**

Albertina Kameya Kameya, *coordinadora*, Jorge Ágapo Zeballos Flor, Flor María Paredes Bulnes, Miguel Ángel Romero Camarena, Patricia Carbajal Enzian, Rislán Alfredo Pastor Cuba, Fabiola Zavalaga Talledo, Arturo David Gonzales Araujo y Alex Gamarra Salazar.

#### **Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático**

Dimitri Alexey Gutiérrez Aguilar, *director general*, Roberto Valdez Pinedo y Hermita Lozano Rubio

#### **Investigaciones en Oceanografía Física y Cambio Climático**

Luis Vásquez Espinoza, *coordinador*, Gloria Gomero Vásquez, Luis Lorenzo Pizarro Pereyra, Enrique Gustavo Tello Alejandro, María del Carmen Grados Quispe, Noel Yovani Domínguez Obregón, Armando Marcelo Crispín Carpio, Roberto Leonardo Flores Palomares, Walter Rolando García Díaz, David Geremías Correa Chilón, Jorge Martín Quispe Sánchez, Jorge Larry Tam Málaga, Adolfo Chamorro Gómez, Dante Espinoza Morriberon, Carlos Enrique Quispe Ccalluari, Jorge Heraclio Ramos Flores y Carlos Yván Romero Tadeo.

#### **Investigaciones en Oceanografía Química y Geología**

Octavio Morón Antonio, *coordinador*, Georgina Diana Flores Gonzales, Carlos Armando Robles Cáceres, Miguel Sarmiento Díaz, Ruth Caridad Talledo Arbaiza, Michelle Ivette Graco, Jesús Alejandro Ledesma Rivera, Wilson Carchuapoma Bernabé, Federico Augusto Velazco Castillo, Juan Carlos Ernesto Fernández Johnston, Juana Luz Solís Acosta, Félix Campusano Baltazar y Liz Romero Guardamino.

#### **Investigaciones en Oceanografía Biológica**

Patricia Ayón Dejo, *coordinadora*, Carmen Soledad Guzmán Cárdenas, Óscar Lozano Rubio, Roberto Carlos Quesquén Liza, Carmela Rosa Nakazaki Lao, Katia Julissa Arones Flores, Juana Mercedes Fiesta Tume, Jonathan Angello Correa Acosta, Sonia Sánchez Ramírez, Rosa Elcira Delgado Loayza, Avy Natalia Bernal Jiméñez, Flor del Carmen Chang Loo Kung,



Nelly Margot Jacobo Huavil, Robert Buenaventura Marquina Herrera, Luis Fernando Martín Quipuzcoa Olgúin, Víctor Hernán Aramayo Navarro y Dennis Steven Romero Chuquival.

### **Dirección General de Investigaciones en Acuicultura**

Carla Patricia Aguilar Samanamud, *directora general*, María Elena Jacinto Tayco, Mirtha Jeanette Beltrán Segura, Liz Cecil Tenorio García-Blasquez, Diana Nathaly Villalobos Salas y Cristian Alain Santos Pérez.

#### **Investigaciones en Acuicultura**

Lili Carrera Santos, *coordinadora*, Carlos Arango Huamaní, Noemi Jackelith Cota Mamani, Joel Linares Córdova, José Gustavo Cavero Arana, Gheraldine Abigail Ynga Huamán, Violeta Flores Dominick, Teresa Castro Barrientos, Jorge Alfredo Flores Mego, Jhon Raymons Dionicio Acevedo, Giovanna Sotil Caycho, Leenin Flores Ramos, Alberto Isidoro Oscanoa Huaynate, Alfredo Berrospi Casano y Cecilia Cáceres Concha.

#### **Investigaciones Marino Costero**

Sulma Carrasco Barrera, *coordinadora*, Ana Cecilia Pacora Vásquez, Piero Rafael Villegas Apaza, Sara Regina Purca Cuicapusa, Mario Manuel Polar Pérez, Rita Esther Orozco Moreyra, Jesús Manuel Guzmán Roca, Carlos Alberto Martínez Gamboa, Christian Edgardo Paredes Espinal, Manuel Mendoza Antón y Aida Esther Henostroza Quiroz.

#### **Investigaciones de Recursos en Aguas Continentales**

Víctor Yépez Pinillos, *coordinador*, José Ángel Wasiw Gutarra, Ricardo Bravo Cáceres, Sonia Arrieta Velarde, Víctor Stive Flores Gómez y Víctor Muñoz Pezo.

### **Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca**

Marceliano Buenaventura Segura Zamudio, *director general*, Rita Horta Ali y Leslie Rodríguez Huapaya.

#### **Investigaciones de Hidroacústica**

Luis Escudero Herrera, *coordinador*, Ramiro Pedro

Castillo Valderrama, Néstor Artemio Saavedra Correa, Jairo Calderón Martell, David Mamani Vitulas, Oswaldo Miguel Flores Huamán, Gary Vargas Canales, Jhon Robles Trujillo, Luis La Cruz Aparco y Luis Hurtado Muñoz.

#### **Investigaciones de Sensoramiento Remoto**

Pedro Romaní Matta, *coordinador*, Mario Ramírez Alvitez, Walter Castañeda Córdor, Carlos Paulino Rojas, Wuillian Calderón Vivar y Jaime Atiquipa Ortiz.

#### **Investigaciones de Artes de Pesca**

Carlos Martín Salazar Céspedes, *coordinador*, Armando Fiestas Llenque, Julio Alarcón Vélez, Germán Chacón Nieto, Ángel Espíritu Salazar y Samuel Mori Valdez.

### **Órganos desconcentrados**

#### **Laboratorio Costero de Tumbes**

Elmer Ordinola Zapata, *coordinador*, Ernesto Inga Barreto, Manuel Jesús Vilchez Risco, Solange Alexander Alemán Mejía, Rubén Hernán Alfaro Aguilera, Emilio Víctor Esteban Carbajal Tocto, Jimmy Francisco Chávez Rosales, Mervin Lilia Guevara Torres, Carlos Jesús Luque Sánchez, Yeni Edith Mogollón Dezar, Percy Alejandro Montero Rodríguez, Johnny King Robles Ruiz y Manuel Edulio Vera Mateo.

#### **Laboratorio Costero de Paita**

Edward Barriga Rivera, *coordinador*, José María Alzamora Rodríguez, Carlos Alberto País Lescano, Gaby Groenlandia Cepeda del Rosario, Braulio Napoleón Díaz Solano, Oswaldo Gonzalo Huamán Mariño, Joe Martín Macalupú Rosado, José Luis Olaya Lazo, Santos Olivorio Poemape Ventura, Aldo José Rodríguez Flores y Elky Torres Silva.

#### **Laboratorio Costero de Santa Rosa**

Jaime Enrique de la Cruz Galloso, *coordinador*, Carlos Ántero Oliva Chinchay, Sergio Ronal Germán Bances Ugaz, Javier Benedicto Castañeda Condori, Jorge Antonio Chancay Pastor, Julio Héctor Galán Galán, Paquita Ramírez Díaz, Néstor Justiniano Reupo Periche, Segundo Luis Samillán Chirinos, David Lizardo Sarmiento Barturen, David Jesús Torres

Negreiros, Federico Leonel Vilchez Dagostino y Jose Eugolberto Yancul Incio.

#### **Laboratorio Costero de Huanchaco**

Jorge Alberto Llanos Urbina, *coordinador*, Martín Campos Rivas, Santos Edilberto Alfaro Mudarra, Segundo Alfonso Castañeda Arana, Luis Ángel De Lucio Burga, Carlos Enrique Goicochea Vigo, Jesús Nicanor Llanos Linares, Teresa Amparo Nique García, Víctor Armando Rebaza Castillo, María Luz Reyna García de Méndez, Josep Harold Seclén Leyva, Amado Abdías Solano Sare, Cinthia Elsa Vásquez Ruiz, Juan Enrique Vega Magán, Germán Vela Horna y Augusto Alonso Zamora Roldán.

#### **Laboratorio Costero de Chimbote**

Erasmus Isaías Gonzales Chávez, *coordinador*, José Luis Cadillo Martínez, Simón Goicochea Becerra, Gualberto Domingo Zavaleta Mendoza, David Bayona Jiménez, Meyber Morales Chávez, Pedro Miguel Berru Paz, Segundo Isaac Castañeda Gonzales, Amanda Zenovia Castillo Jara, Yvonne del Pilar Castro Sánchez, Carlos Hermilio Cervantes Renjifo, Nancy Janette Córdova Rosario, Freddy Arturo Cruzado Gutiérrez, Raúl Elmer Espejo Barrenechea, Úrsula Leonor Gamarra Flores, Víctor Manuel García Nolazco, Mario Ricardo Huerto Rengifo, Yenny Carol León Pérez, Agustín Julio Pizán Cadillo, Dionicio Leonidas Quito Sarazu, César Augusto Tinoco Robles y Gelimer Wilfredo Trujillo Maguiña.

#### **Laboratorio Costero de Huacho**

Francisco Alfredo Ganoza Chozo, *coordinador*, Walter Elliott Rodríguez, Rafael Alfredo Gonzales Bazalar, Ángel Guillermo Ramos López, Aldo Baldeón Hernández, Heli Gualberto García Canales, Jorge Luis Goñy Quinteros, María Hurtado Zamora, Adrián Magno Ramírez Quezada, Gilberto Silva Silva, Mirian Elizabeth Zavaleta Sánchez, Lidia Alvarado Arroyo, Jhon Álvarez Véliz, Manuel Mauricio Alpiste, Luis Chiok Campos y Anselmo Ontaneda Loarte.

#### **Laboratorio Costero de Pisco**

Juan Alfredo Rubio Rodríguez, *coordinador*, Italo Alfredo Arones Cahua, Ángel Antonio Cabrera Cabezas, César Guillén Huaroto, Gilda Milagros Barrios Valenzuela, Luis Alfredo Delgado Arosti,

Susan Juliana Donayre Salazar, Daniel Enrique Flores Castillo, Evelyn Gabriela Flores Castillo, Óscar Raymundo Galindo Flores, Samuel Sóstenes Huamaní Pérez, Trinidad Ipanaque Aquino, Alberto Saturnino Lorenzo Puitiza, José Miguel Mancini Nieto, Luis Alberto Márquez Hernández, Javier Antonio Quiñones Dávila, Sixto Celestino Quispe Cayhualla, Elvis Joel Roca Barreto, Rosa María Sánchez Pérez, Pablo Ernesto Saravia Martínez y Héctor Rolando Sarmiento Bendezú.

#### **Laboratorio Costero de Matarani (Camaná)**

Marco Antonio Quiroz Ruiz, *coordinador*, Jesús Miguel Ángel Berrú Beltrán, Sarita Virginia Campos León, Juan José Chambilla Llanos, Alejandro Chayña Chilo, Juan Ysidoro Hernández Elías, Wilfredo Filadelfo Lévano Machado, Stevens Nils Lucero Pérez y Róger Saúl Muñoz Quispe.

#### **Laboratorio Costero de Ilo**

Ygor Sanz Ludeña, *coordinador*, José Luis Batallanos Zúñiga, Julio César Choque Paco, Jorge Ubaldo Fernández Robles, Isaac Huamaní Delgado, Fermín Paquera Quispe, Guillermo Quispe Alanoca, Eloy Alca Chahuares, Roger Efraín Ayerbe Ochoa, Fredy Luciano Cárdenas Ramos, Vicente Castañeda Muñoz, Walter Reynaldo Condori Condori, Alejandro Marcelo Gonzales Vargas, Christian Omar Jimenez Cama, Rusbel Alberto Mamani Cuayla, José Luis Mamani Maquera, Alex Guillermo Tejada Cáceres, Sabina Tuyo Acero, Javier Benigno Villanueva Medina y Sheyla Amanda Zevallos Feria.

#### **Laboratorio Continental de Puno**

César Gamarra Peralta, *coordinador*, Hugo Víctor Treviño Bernal, Glicerio Reyes Amaru Chambilla, Cirilo Amesquita Ventura, William Chávez Valdez, René Chura Cruz, Yanet Carmen Coila Rojas, Sheila Yuliana Godoy Suárez, Camilo Mamani Quispe, Hilda Faustina Ninaraqui Lupaca, Humberto Siguyro Mamani, Carmen Villanueva Quispe y Ernesto Yujra Flores.

# HIMNO

---

(Coro)

Instituto del Mar del Perú  
alma mater de investigación  
timonel de la ciencia marina  
y orgullo de nuestra nación

Instituto del Mar del Perú  
alma mater de investigación  
timonel de la ciencia marina  
y orgullo de nuestra nación

timonel de la ciencia marina  
y orgullo de nuestra nación

(estrofas)

Con profunda emoción entonemos  
bellas notas de este himno triunfal  
mar y ciencia en nosotros formemos  
en abrazo de amor sin igual

como hombres de ciencia buscamos  
la verdad y el saber en el mar  
el recurso, el océano y la pesca  
son objeto de estudio integral

Instituto taller de ideales  
silencioso trabajo en el mar  
donde fe, energía y esfuerzo  
nos conducen al fin a triunfar

(coro)

Instituto del Mar del Perú  
alma mater de investigación  
timonel de la ciencia marina  
y orgullo de nuestra nación (bis)

*Letra: Juan José Castillo Asián y Alejandro Sarabia Velásquez*



**INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ**

**1964 - 2014**