

**RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS
EN EL PACÍFICO COLOMBIANO DURANTE EL PERÍODO (1970-2004)**

JORGE ARMANDO LANDINEZ MAYORGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE HUMANIDADES
ESCUELA DE HISTORIA
BUCARAMANGA
2007**

**RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS
EN EL PACÍFICO COLOMBIANO DURANTE EL PERÍODO (1970-2004)**

JORGE ARMANDO LANDINEZ MAYORGA

Proyecto de Grado para Optar el Título de Historiador

Director (a):

Dr. IVONNE SUARÉZ PINZÓN

Tutores:

Dr. EFRAÍN RODRÍGUEZ RUBIO

Mg. ANGÉLICA CASTRILLÓN GÁLVEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE HUMANIDADES
ESCUELA DE HISTORIA
BUCARAMANGA**

2007

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO	15
1.1 LOS PRIMEROS PASOS DE LA OCEANOGRAFÍA	15
1.2 LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN COLOMBIA: UN PASADO VIVO	27
1.3 EL DESARROLLO DE LAS INSTITUCIONES MARÍTIMAS	32
1.4 LA INVESTIGACIÓN OCEÁNICA: UNA EXPERIENCIA ESTATAL	41
1.5 LA INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA, DEL FENÓMENO <i>EL NIÑO</i>	55
1.6 LA COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR, CPPS Y SU RELACIÓN CON COLOMBIA	61
1.6.1 EL CASO DE COLOMBIA EN LA CPPS	62
2. LOS INICIOS DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN COLOMBIA	67
2.1 LOS PRIMEROS AÑOS (1970-1974)	74
2.2 UN DESARROLLO EN MARCHA (1975-1979)	88
2.3 LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA: UN DESARROLLO SOSTENIDO (1980-1984)	99
2.4 EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS (1985-1989)	105
2.5. UNA INVESTIGACIÓN DEFINIDA (1990-1994)	140
2.6. EL NIÑO Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE LAS EXPEDICIONES INVESTIGATIVAS (1995-1999)	161
MUESTREO	163
2.7. CONTINUIDAD INVESTIGATIVA (2000-2004)	184
3. INSTITUCIONES, EMPRESAS Y PERSONAS EN EL DESARROLLO DE LOS CRUCEROS	222

4. PROYECCIONES DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS	282
CONCLUSIONES	294
RECOMENDACIONES	296
BIBLIOGRAFÍA	297

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Buque Albatros, utilizado en el Siglo XIX para realizar investigación oceanográfica	26
Figura 2. Imagen que ilustra la generación del fenómeno El Niño en el océano Pacífico	56
Figura 3. Mapa sobre los países andinos más afectados por el fenómeno El Niño de 1997-1998.	60
Figura 4. Buque de investigación oceanográfica ARC Providencia, incorporado a la Armada Nacional desde 1981 para el desarrollo de estudios marinos en ambos litorales	67
Figura 5. Cubiertas del buque oceanográfico ARC Providencia, el cual es de fabricación alemana y esta diseñado para realizar estudios físicos, químicos, biológicos, geológicos y meteorológicos del mar	69
Figura 6. Asistente de estación oceanográfica sujetando los equipos oceanográficos a la guaya con el propósito de asegura su arriada e izada	71
Figura 7. Rack oceanográfico utilizado para asegurar las botellas Niskin durante la navegación	72
Figura 8. Imagen de botella Nansen utilizada durante las décadas del 70 y 80 en los cruceros oceanográficos en Colombia para tomar de muestra de agua en el Océano Pacífico	75
Figura 9. Modo de funcionamiento de los mensajeros en la activación del cierre de las tapas de las botellas Nansen	76
Figura 10. Salinómetro, equipo de laboratorio utilizado para determinar los niveles de salinidad en las muestras de agua	77
Figura 11. Batitermógrafo, instrumento técnico utilizado para tomar la presión del mar a distintas profundidades	77
Figura 12. Fotocolorímetro de laboratorio	78
Figura 13. Buretas de laboratorio utilizadas para dosificar la salida de líquidos	79
Figura 14. Botellas Winkler, equipo químico utilizado para determinar el oxígeno disuelto de las muestras de agua	80
Figura 15. Lavado de la Red Clarke Bumpus después de haber realizado un muestreo de arrastre superficial	81

Figura 16. Termómetro de cazoleta registrando la temperatura superficial del mar	84
Figura 17. Buque de investigación marina del Perú, utilizado para tomar muestras oceanográficas en el océano Pacífico	88
Figura 18. Winche oceanográfico utilizado durante las expediciones para arriar e izar equipos	96
Figura 19. Gráfico estadístico sobre el predominio de las áreas de estudio en los cruceros oceanográficos realizados en el Pacífico colombiano durante el período de 1970-2004	103
Figura 20. Determinación de la evolución de larvas <i>Lebetus Scрпиodes</i> , que permite identificar las etapas de desarrollo de los peces y aporta conocimientos sobre estudios de íctioplancton	106
Figura 21. Redes Bongo, utilizadas para recolectar muestras de zooplancton	108
Figura 22. Red simple, utilizada para recolectar muestras superficiales de fitoplancton	109
Figura 23. Roseta de CTDO's, utilizada para determinar parámetros físicos como temperatura, densidad y conductividad	110
Figura 24. Botella Niskin, instrumento técnicos utilizado para recolectar muestras de agua de mar. En la imagen se aprecia al asistente de estación recibiendo el equipo después que éste ha sido arriado	111
Figura 25. Correntómetro utilizado para determinar la dirección y velocidad de la corriente marina	112
Figura 26. Corazonador puesto en la grúa oceanográfica, listo para ser arriado a la superficie del mar	114
Figura 27. Imagen de medidor de pH, equipo de laboratorio utilizado para determinar la acidez de los líquidos	116
Figura 28. Instante en que el personal científico se dispone a tomar muestra de oxígeno disuelto	117
Figura. 29. Muestra sedimentológica del fondo marino	119
Figura 30. Imagen lateral del Corazador Gravity Core	120
Figura 31. Cono de sedimentos, utilizado para tomar muestras del fondo marino a pequeñas profundidades	121
Figura 32. Draga Shipeck, utilizada para tomar muestras sedimentológicas en profundidades medias como lagunas, ríos o áreas costeras	122
Figura 33. Lanzador de XBT, instrumento técnico utilizado para determinar la temperatura del agua a distintas profundidades	135

Figura 34. Capsula de XBT, la cual es arrojada al mar para que durante el tiempo que este a la deriva transmita el estado de la temperatura del mar	136
Figura 35. Buque ARC Malpelo, plataforma investigativa que fue incorporada a la Armada Nacional en 1981 para contribuir con el desarrollo de las Ciencias del Mar en Colombia	137
Figura 36. Flujómetro, instrumento técnico utilizado para calcular la cantidad de agua que pasa a través de las redes de fitoplancton y zooplancton	145
Figura 37. Recolección de muestras de organismo marinos para bioensayos, estudios biológicos que son importantes para determinar los niveles de contaminación del agua	147
Figura 38. Derrame de petróleo en las aguas oceánicas, el cual produce daños irreversibles a los ecosistemas marinos que generalmente se demoran años en repararse de forma natural	148
Figura 39. Estado de la carretera que bordea un sector de Juanchaco, Valle del Cauca, después de ocurrido la fase final de El Niño de 1997-1998	150
Figura 40. Ave marina impregnada de crudo, impacto ecológico que produce sobre la fauna marina los derrames de petróleo	155
Figura 41. Global Positioning System (GPS), sistema de posicionamiento global utilizado en todos los cruceros oceanográficos para ubicar las estaciones de muestreo	163
Figura 42. CTD, equipo oceanográfico utilizado para determinar parámetros físicos en el mar, sus registros se dan a través de sensores que transmiten la información a un computador que se encuentra en la plataforma investigativa	170
Figura 43. Zonas bajas de Tumaco afectadas por inundaciones durante el proceso de desarrollo de El Niño de 1997-1998	173
Figura 44. Estaciones oceanográficas en la Cuenca Pacífica Colombiana	194
Figura 45. Buque ARC Gorgona, utilizado en el 2000 durante la realización del crucero Pacífico XXXII-ERFEN XXX	283
Figura 46. Muestra sedimentológica tomada en las costas de Buenaventura durante una salida de campo, para esta ocasión se utiliza un cono sedimentológico de arrastre	285
Figura 47. Boyas Argos, elementos flotantes que registran parámetros físicos y meteorológicos del mar y envían sus datos a satélites que retransmiten la señal a estaciones en tierra donde se recibe la información y estudia	287

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Expediciones oceanográficas que se realizaron en el Sudeste Pacífico durante el Siglo XIX	23
Tabla 2. Cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano	53
Tabla 3. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1970-1974	87
Tabla 4. Periodización en la que se ha desarrollado el fenómeno El Niño (1950-2000)	92
Tabla 5. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1975-1979	97
Tabla 6. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1980 – 1984	104
Tabla 7. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1985-1989	138
Tabla 8. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1990-1994	159
Tabla 9. Periodización del fenómeno natural La Niña durante el período de 1950-2000	164
Tabla 10. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1995-1999	182
Tabla 11. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 2000-2004	207
Tabla 12. Identificación de los enfoques investigativos de los cruceros oceanográficos	209

RESUMÉN

TÍTULO: RECONSTRUCCIÓN DE LA HISTORIA DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS EN EL PACÍFICO COLOMBIANO DURANTE EL PERÍODO (1970-2004) *

Autor: Jorge Armando Landinez Mayorga **

Palabras Claves: Historia, Cruceros, Oceanografía.

Descripción:

Los cruceros oceanográficos en la historia científica de Colombia han representado un importante aporte investigativo para el desarrollo de las Ciencias del Mar, pues desde la segunda mitad del Siglo XX en el país se han adelantado estudios hidrográficos y oceanográficos en ambos litorales, labor que ha sido ejecutada por la Dirección General Marítima (DIMAR) a través de sus centros de investigación marina.

Las expediciones le han permitido al país afianzar una conciencia de mar, fundamental para avivar la exploración, explotación y reconocimiento de sus mares, que durante más de 30 años han arrojado resultados satisfactorios para la investigación marítima, pues ha orientado su ruta y señalado la trascendencia que para la Nación posee realizar estudios oceanográficos que contribuyan al conocimiento de las condiciones océano-atmosféricas de sus océanos. De los cuales en la actualidad existen una serie de informes técnicos donde se condensa datos científicos sobre el estado de los mares.

Dada la existencia de esta información surge la necesidad de rescatar parte de la memoria histórica de la investigación marina en el país, producto de ello se crea un convenio interinstitucional entre el Centro Control Contaminación del Pacífico y la Escuela de Historia, con el cual se unen esfuerzos para realizar la presente investigación.

Para la elaboración de este trabajo investigativo se utilizaron fuentes primarias y secundarias sobre los cruceros oceanográficos, que fueron indispensables para establecer los antecedentes, describir los cambios metodológicos en los enfoques investigativos, identificar las personas e instituciones que participaron y determinar las proyecciones de las expediciones en la Cuenca Pacífica Colombiana, información que fue clave para observar las etapas de desarrollo de las investigaciones.

* Proyecto de Grado Modalidad Servicio Social

** Facultad de Humanidades, Escuela de Historia, Ivonne Suárez Pinzón.

ABSTRAC

I TITLE: RECONSTRUCTION OF THE HISTORY OF THE OCEANOGRAPHIC CRUISES IN THE COLOMBIAN PACIFIC DURING THE PERIOD (1970-2004) *

Author: Jorge Armando Landinez Mayorga **

Key words: History, Investigation, Oceanography.

Description:

The oceanographic cruises in the scientific history of Colombia have represented an important investigative contribution for the development of Sciences of the Sea, because from second half of Century XX hydrographic and oceanographic studies in both coasts have been done in the country, work that has been executed by Dirección General Marítima (DIMAR) through its marine research centers.

The expeditions have allowed the country to strengthen the sea awarneness fundamental to intensify the exploration, operation and recognition of its seas, that for more than 30 years have shown satisfactory results for the marine investigation, because it has oriented its route and pointed the importance that it has for the nation to make oceanographic studies that contribute to the knowledge of the ocean-atmospheric conditions of its oceans. Of which at the present time there is a series of technical reports where it is condensed scientific data on the sea disturbance.

Given the existence of this information arises the necessity to rescue part of the historical memory of the marine investigation in the country, product of it is created an interinstitutional agreement between the Pacific Contamination Control Centre and the School of History, which efforts are united to make the present investigation.

For the elaboration of this investigative work, primary and secondary sources on the oceanographic cruises were used, which were indispensable to establish the antecedents, to describe the methodologic changes in the investigative approaches, to identify the people and institutions that participated and to determine the projections of the expeditions in the Colombian Pacific basin, information that was key to observe the stages of development of the investigations.

* Proyecto de Grado Modalidad Servicio Social

** Facultad de Humanidades, Escuela de Historia, Ivonne Suárez Pinzón

INTRODUCCIÓN

La investigación oceanográfica históricamente posee un amplio desarrollo, que desde principios del Siglo XVIII se empezó a fraguar como consecuencia del arrojito aventurero de expedicionarios europeos, que en su afán por descubrir y conocer los misterios de los mares realizaron registros sobre la fauna, flora y sedimentos marinos, hecho que llamó la atención de científicos por estudiar la composición de los océanos, los cuales fueron desconocidos e inhóspito para muchos navegantes de la época. A partir de estos descubrimientos se despertó el interés de diferentes naciones por reconocer científicamente el mundo oceánico, que se mostró como un gran espacio marítimo lleno de riquezas naturales.

Esta renovada visión que inspiró el océano sobre los hombres condujo a realizar grandes exploraciones sobre los mares que contribuyeron con el mejoramiento de las técnicas de navegación e identificación de productos marinos que podrían ser explotados y comercializados. Así, los estudios físicos, biológicos y geológicos fueron los que primaron durante las primeras expediciones oceanográficas, que se caracterizaron por producir información sobre las profundidades del mar, la morfología de las costas, los sedimentos del fondo marino y las especies marinas, prácticas científicas que arrojaron resultados importantes que incentivaron el patrocinio de nuevas expediciones.

Durante gran parte del Siglo XIX las coronas europeas se vieron atraídas hacia la inversión científica del mar, la cual representó un importante aporte investigativo que contribuyó al crecimiento de algunos sectores económicos de los países de Europa, que se enfocaron hacia la explotación de pescado. Si bien el desarrollo de expediciones privadas manifestó el cumplimiento de un interés particular, también facilitó la realización de estudios oceanográficos, hidrográficos y batimétricos sobre ciertas áreas marítimas de las cuales no se tenía ninguna referencia científica.

Con la expedición Challenger en 1872 la investigación oceanográfica tomó un rumbo definitivo hacia el desarrollo de ciertas áreas científicas como la Física, Química, Biología y la Geología, relevantes para el conocimiento y descripción de los océanos.

Con base en esto se logró estandarizar y especializar las áreas de investigación oceanográficas, que terminaron aportando valiosa información sobre el estado del océano y la abundancia de recurso íctico y minero, estudios que en varias ocasiones fundamentaron la financiación y desarrollo de los cruceros.

En el Siglo XX, el auge de la investigación marina conllevó al surgimiento de numerosos centros de investigación en distintas partes del mundo: éstos modificaron de cierta manera los objetivos exploratorios de las expediciones oceanográficas centrándolas en el estudio de áreas marítimas determinadas donde las naciones tenían plena disposición para adelantar ensayos e investigaciones marinas. Así, en diferentes partes del globo se experimentaron desarrollos científicos locales que marcaron la producción científica de los países sobre los mares del continente.

En el caso de América la investigación marina sobre el océano Pacífico fue desarrollada en gran medida por los Estados Unidos, que en su papel de potencia mundial ejecutó investigaciones en distintas áreas oceánicas y costeras del Pacífico, constituyendo de esta manera una basta experiencia científica que le permitió enseñar, capacitar, producir y difundir conocimientos sobre las Ciencias del Mar.

En el caso de Colombia gran parte del conocimiento en Oceanografía proviene de la escuela norteamericana, que instruyó y formó a miembros de las Fuerzas Armadas en los estudios oceanográficos. Los cuales hacia 1969 experimentaron sus primeros destellos a cargo de la Dirección General Marítima (DIMAR), con el desarrollo del crucero Océano I en el Mar Caribe, a bordo del buque ARC San Andrés, expedición que significó un paso muy importante para la investigación marina en el país, pues incentivó su desarrollo en ambos litorales y proyectó su ejercicio hacia los años venideros.

A partir de 1970 las investigaciones oceanográficas fueron un hecho en la cuenca Pacífica colombiana, que en este año contó con la producción permanente de monitoreos océano-atmosféricos, los cuales fueron esenciales para conocer el comportamiento oceánico del Sudeste Pacífico. Estas expediciones permitieron a largo plazo desarrollar programas investigativos de carácter internacional entre los cuales se destaca el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), por la importancia que representó para el avance de los estudios marinos de Sudamérica. Fue así, como en

el país se abrió campo al estudio de la Oceanografía, que por su calidad y aportes al conocimiento del fenómeno El Niño se vinculó a la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), organismo internacional que abanderó el desarrollo investigativo de Chile, Perú, Ecuador y Colombia sobre el océano Pacífico.

Con su participación en la CPPS Colombia adquirió reconocimiento y prestigio en el ámbito internacional, situación que aumentó el compromiso de la DIMAR en el desarrollo de las labores investigativas y mejoró su producción científica, pues la información oceanográfica fue compartida e intercambiada internacionalmente a través del programa investigativo IODE que facilitó y maximizó las relaciones científicas de la Nación. Hecho que a través del tiempo se ha visto reflejado en la ejecución de los cruceros oceanográficos anualmente, los cuales toman mayor resonancia a la hora de producir datos oceanográficos que permitan determinar la generación de eventos cálidos y sus efectos sobre las condiciones atmosféricas mundiales.

Indiscutiblemente la realización de estos estudios le ha dado la oportunidad al país de especializarse, relacionarse e intercambiar información científica sobre la generación de fenómenos naturales en el Pacífico Sudeste, lo cual ha fortalecido y robustecido el funcionamiento de los centros de investigación marina nacional que trabajan para cumplir con las obligaciones y responsabilidades científicas de la Nación en el ámbito local e internacional.

El constante andar de la DIMAR y su intachable participación y colaboración dentro de los programas de investigación internacional, permiten visualizar un futuro promisorio en el mejoramiento de las expediciones oceanográficas, las cuales constantemente señalan su trascendencia en el desarrollo económico, social y científico del país.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO

1.1 LOS PRIMEROS PASOS DE LA OCEANOGRAFÍA

Cuando se pretenden establecer los primeros pasos de las investigaciones oceanográficas, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: la no fiabilidad en las fechas y la duda permanente frente a ellas. Partiendo de esta aclaración, se puede interpretar que aún no se posee una fecha exacta sobre cuándo se realizaron las primeras investigaciones oceanográficas en el océano Pacífico, pero lo que sí se puede suponer es que éstas fueron hechas por embarcaciones y científicos de otros países interesados en dilucidar los misterios que el hombre tiene sobre los océanos.

Ante el llamado descubrimiento de América realizado por los españoles, el continente Europeo recibió noticias sobre el hallazgo de nuevas tierras hacia el oriente del océano Atlántico, las cuales se caracterizaban por su inmensidad y despoblación. Por esta razón, la Corona española ordenó el inicio de una ardua tarea por conocer los territorios y mares de dicho continente, los cuales eran tan extensos que muchas de estas expediciones colonizadoras fracasaron en su intento.¹

Frente a esta situación, otras Coronas europeas como la portuguesa enviaron sus propias expediciones hacia el Sur de América, buscando un paso meridional hacia el continente asiático. En lugar de ello, consiguieron descubrir las costas del Brasil y recorrer el archipiélago de Magallanes hasta encontrar una ruta para llegar al océano Pacífico. De esta manera el continente americano empezó a ser colonizado por las potencias europeas del siglo XVI, las cuales trataron por todos los medios de explorar, colonizar y explotar los territorios de las Indias de Occidente.²

¹ VIÑUALES, Julian, ed., Los Viajes de Cristóbal Colón. En: COUSTEAU Enciclopedia del Mar, Vol. 15. Barcelona, España: Ediciones Folio, 1994. p 28.

² *Ibíd.*, p. 29.

Con el desarrollo en América del proceso colonizador los ibéricos, se encargaron de la fundación de puertos y ciudades que permitieran la entrada de víveres, esclavos y metales, y salida de productos agrícolas y minerales, esenciales para justificar la financiación y existencia de esta empresa³. Dada la importancia que suscitó para la Corona española proseguir la exploración del nuevo mundo, sus esfuerzos estuvieron orientados a incentivar el desarrollo de expediciones hacia el interior de los territorios andinos.

El siglo XVII se caracterizó por la realización de más expediciones marítimas, en las cuales brillo la ausencia de los españoles en el océano y se destacó la presencia de corsarios holandeses e ingleses en las costas de América. Los nuevos viajeros llegaron al continente en busca de conquistar territorios y conseguir riquezas, que aliviaran sus largos y tortuosos viajes a través del océano Atlántico⁴. Fue así como estos navegantes asolaron las costas y poblaciones de Chile, Perú y México, que en más de una ocasión fueron saqueadas y destruidas. Ante la amenaza que para la Corona Española significó la presencia de estos visitantes en la organización política del imperio Español en América, el rey Felipe III firmó una tregua de diez años a través de la cual se hacía un cese de hostilidades entre ambos bandos. Mediante este pacto la monarquía española ordenó la inmediata exploración del estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos, con el propósito de poner en marcha rutas y pasos seguros del océano Atlántico al Pacífico, evitando de esta manera el ataque de piratas y controlando el tránsito de navíos por el Cabo de Hornos.⁵

Durante el siglo XVIII las expediciones colonizadoras fueron cambiadas por las de comerciantes que llegaron hasta América en busca de productos agrícolas y mineros que pudiesen intercambiar en Europa. Pero el desconocimiento que aún se tenía sobre los recursos naturales de las Indias Occidentales condujo a que en estos viajes se incorporara personal científico como cartógrafos, geógrafos, astrónomos, botánicos,

³ O'DONNELL, Hugo. Significado, Trascendencia y Consecuencias Inmediatas de la Hazaña. En: España en el Descubrimiento, Conquista y Defensa del Mar del Sur. España: MAPFRE, 1992. p 39.

⁴ SUARÉZ PINZÓN, Ivonne. La Mirada Francesa en el Otro: El Ejemplo de Panamá y el Darién al Siglo XIX. Tesis para Optar al Título de Doctor en Disciplina: Los Estudios Ibéricos e Iberoamericanos. Francia. Universidad de Besançon, 2000. [s.p]

⁵ STUARDO, J. El Siglo XVI. De las gestas de Exploración, Descubrimientos y Navegación del Pacífico por los Españoles, sus Cronistas, las Artes de Navegar y la Aparición de los Primeros Corsarios y Navegantes. En: Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos. Trama. Concepción, Chile, 2004. pp. 49-53.

zoólogos, geólogos, entre otros expertos de este tiempo que pudiesen determinar la morfología del territorio e identificar y clasificar los productos naturales que se gestaban en el continente.⁶

Ante la atención que suscito en Europa conocer América por las innumerables riquezas que las leyendas contaban, muchas fueron las empresas expedicionarias que se arriesgaron a cruzar el océano Atlántico. Entre esas bien vale mencionar las de Ingleses y holandeses, que en su afán de ampliar sus colonias, incrementar el trafico comercial y mejorar sus posicionamientos en el Mar del Sur, financiaron y contribuyeron enormemente con la exploración de las costas y zonas continentales de Sur América.⁷

A mediados del Siglo XVIII se realizaron las primeras expediciones oceanográficas alrededor del mundo, a bordo de embarcaciones inglesas; éstas se caracterizaron por dedicarse a la exploración de los mares y la descripción de sus recursos naturales, convirtiéndose de esta manera en una herramienta muy útil para las Coronas y comerciantes interesados en explotar los mares y sus riquezas. Así, los científicos contribuyeron ha determinar la flora y fauna marina, situación que alimentó el deseo de naturalistas por establecer las condiciones físicas de los océanos en las distintas partes del globo.⁸

Para 1749 el capitán Henry Ellis, miembro de la *Marina Real Británica*, realizó las primeras mediciones de la temperatura del mar a 1.280 y 1.650 m, para lo cual utilizó termómetros de mercurio que le permitieron comprobar que a mayor profundidad las aguas tienden a ser más frías, hasta el punto de llegar a la congelación.

Estos datos, en un principio fueron tomados y utilizados por navegantes para el transporte marítimo, pero con el paso de los años serían temas de análisis y discusión para científicos interesados en conocer más acerca de la composición de los océanos.

⁹

⁶ VIÑUALES, Julian. Op. cit., p 46.

⁷ *Ibíd.*, p 50.

⁸ CIFUENTES LEMUS, Juan Luis. [et al.]. *Las Grandes Aplicaciones Oceánicas de los Siglo XVII y XIX. En: El Océano y sus Recursos*. México. Fondo de Cultura Económica, 1997. p 63.

⁹ *Ibíd.*, p. 64.

En la década de 1770 se desarrolló un interés generalizado por conocer científicamente los océanos, hecho que contribuyó al desarrollo de prácticas empíricas que más adelante serían claves para la determinación de métodos de muestreo oceanográfico. Fue así como para 1773 el Capitán John Phipps, a bordo del barco británico *Racehorse* realizó sondeos en el océano Atlántico a una profundidad de 1.250 m, a partir de los cuales se tomó la primera muestra sedimentológica del fondo marino con la ayuda de una cuerda gruesa y pesada capaz de impregnar entre sus estrías barro del lecho oceánico¹⁰

Entre 1778 y 1779 el Capitán James Cook se dedicó a recopilar la mayor parte de la información oceanográfica existente en Europa, lo cual propició que se despertara un interés por reconocer científicamente el mundo oceánico. Así empezaron a efectuarse expediciones en diversos lugares del mundo, con el fin de realizar estudios marinos que permitieran conocer tanto a los seres vivos, como las características de las aguas oceánicas. De esta manera muchos científicos europeos divisaron en el océano Pacífico un espacio marítimo virgen y lleno de recursos naturales sin descubrir, razón por la cual se desplazaron hacia Chile y Perú, buscando establecerse en las principales ciudades costeras de América del Sur.¹¹

Fue así como para finales del siglo XVIII se publicaron los primeros trabajos realizados por científicos acerca de la Oceanografía, los cuales eran textos con información general sobre el desarrollo de las investigaciones. En estos estudios se identificaron dos tipos de análisis realizados: uno físico del mar y otro biológico de sus especies. En cuanto al físico se describieron las condiciones de la atmósfera, el estado del océano y la morfología de la geografía; el análisis biológico estuvo representado por las clasificaciones de plantas y animales encontrados en la superficie y fondo marino.¹²

De esta manera las investigaciones oceanográficas en el mundo dejan a un lado el estudio descriptivo y comienzan a ser más específicos y profundos. Para el caso de Chile, dos de sus nacionales interesados en el estudio de la Biología Marina desarrollaron investigaciones sobre las especies marinas del océano Pacífico, las cuales fueron publicadas en Italia bajo el nombre de *Compendium sulla storia*

¹⁰ *Ibíd.*, p 64.

¹¹ STUARDO, J. Op. cit., pp. 57-58.

¹² *Ibíd.*, p 59.

geografías, naturale civile del Reyno de Chile, despertando el interés de científicos por conocer las especies marinas de Suramérica y su riqueza íctica.¹³

Para 1782, en Bologna, el estudio de Juan Ignacio Molina titulado *Saggio sulla Storia Naturale del Chile*, fue publicado y traducido a numerosas lenguas, siendo esta la primera obra chilena en describir plantas y animales marinos con género y especie, ingresando así al registro formal de las primeras especies chilenas en la taxonomía mundial. Esta investigación, al igual que las publicadas por anónimos chilenos en el *Compendio de la Historia Geográfica, Natural y Civil del Reino de Chile*, generó un importante aporte científico para la investigación biológica.¹⁴

Cabe destacar que las expediciones oceanográficas que se llevaron a cabo en el océano Pacífico no sólo fueron biológicas, en ellas también se tomaron muestras de temperatura y se registraron niveles de marea y frecuencia de corrientes. Además, se realizaron levantamientos hidrográficos que fueron necesarios para aclarar y corregir información histórica sobre las profundidades de las aguas del Pacífico Sur, las cuales presentaron serios inconvenientes para la navegación, pues muchos barcos provenientes de Europa terminaron encallados en las postrimerías de las costas chilenas. Dado el peligro que esto significó para el tránsito marítimo, el gobierno español financió un estudio cartográfico sobre dicha región, con el propósito de tener un conocimiento más amplio sobre la morfología del territorio.¹⁵

Al llegar el Siglo XIX, América siguió siendo visitada y explorada por expedicionarios europeos que para estos tiempos no sólo prosiguieron con su comercio de especias sino que también desarrollaron labores científicas. Entre los grandes exploradores que llegaron a América y aportaron estudios sobre el océano se resalta a Alexander von Humboldt, que durante su paso por los virreinos de Nueva Granada, Perú y Nueva España, realizó importantes descripciones de sus mares, tierras, climas, fauna y flora. Destacando, en todos ellos la riqueza de sus territorios y la abundancia de recursos naturales, que para la época constituían una fuente importante para el comercio internacional¹⁶ (Ver: Tabla 1)

¹³ Esta obra fue muy importante para el desarrollo de la Biología marina en Chile, pues despertó el interés de científicos europeos por estudiar estas especies e impulsó el ánimo del Estado por apoyar este tipo de investigaciones.

¹⁴ STUARDO, J. Op. cit., p 59.

¹⁵ *Ibíd.*, p 60.

¹⁶ *Ibíd.*, p 61.

Para 1826, Francia, interesada en obtener más información sobre las especies animales y vegetales del nuevo mundo, envió al científico Alcide d'Orbigny a recorrer las tierras, costas y mares de Suramérica en busca de identificar y describir las especies propias de esta región. Fue así como este naturalista viajó por Argentina, Uruguay, Chile y Perú, realizando informes investigativos de Biología Marina, donde registró una cantidad importante de peces, reptiles y crustáceos que hasta ese momento eran desconocidos. Dentro de sus más grandes éxitos como científico se resaltan sus estudios sobre foraminíferos¹⁷, los cuales aportaron significativos conocimientos del mundo marino y abrieron el espacio para la implementación de nuevas ramas investigativas del océano.¹⁸

De esta manera la investigación científica, en el ámbito mundial, se orientó hacia el estudio y la clasificación de las especies animales y vegetales; despertando bastante interés en científicos ingleses, que como sucedió con Charles Darwin quisieron darle una explicación al lento proceso de evolución de la vida de las especies. En 1831 este biólogo marino invitado por el capitán Fitzroy de la *Marina Real Británica*, partió de Inglaterra con la pretensión de conocer las especies que se encontraban en América. En estos territorios habitó alrededor de cuatro años, en los cuales logró coleccionar, observar y anotar todo tipo de especies terrestres y marinas, a las cuales calificó como abundantes y variadas. Terminada su visita por el mundo, Darwin se dedicó a escribir su texto sobre *El Origen de las Especies*, el cual publicó en la década de 1870 aportando valiosa información para los posteriores estudios que se realizarían en Oceanografía, Biología y ciencias en general.¹⁹

Dada la creciente labor investigativa que causó la obra de Darwin en el mundo, el gobierno inglés se manifestó interesado en patrocinar estudios científicos que aportaran más conocimiento sobre el mar y sus recursos naturales. Por esta razón, desde mediados del siglo XIX se disparó el desarrollo de expediciones científicas orientadas a explorar los océanos. La primera de éstas se realizó a bordo del buque *Erebus*, bajo las órdenes del capitán Sir James Ross, en ella se hicieron sondeos a grandes profundidades de los cuales se obtuvieron los primeros ejemplares biológicos

¹⁷ Seres unicelulares marinos que no miden más de un milímetro, propios del Sur de América. Por esto, se considera a Alcides d'Orbigny como el fundador de la micropaleontología.

¹⁸ Alcides d'Orbigny. Enciclopedia Wikipedia. 15 Septiembre de 2006.

http://es.wikipedia.org/wiki/Alcide_d%27Orbigny

¹⁹ CIFUENTES LEMUS, Juan Luis. [et al.] Op. cit., p 64.

de las aguas del océano Antártico. Terminada esta investigación se realizó otra en 1841, dirigida por el naturalista inglés Edgard Forbes, a bordo del barco explorador *Beacon*. En ésta se coleccionaron especies marinas del Este del mar Mediterráneo y se logró determinar que en las profundidades del océano también existe vida.²⁰

En 1862, Charles Wyville Thomson, joven escocés discípulo de Forbes, sugirió al gobierno inglés que patrocinará una expedición para investigar las profundidades submarinas. Seis años después, en 1868, se puso a su disposición un pequeño bajel²¹, el *Lightning*, en el cual hizo un viaje de dos meses por el costado oeste del océano Atlántico, donde recolectó animales en estaciones situadas a 1.700 m. de profundidad. Al año siguiente usó un barco más grande, el *Porcupine*, desde el cual introdujo dragas a casi 5 km de profundidad. Del abismo sacó un gran número de animales: cangrejos, gusanos, calamares, pulpos y peces que nunca se habían visto. El éxito de las expediciones *Lightning* y *Porcupine*, así como el creciente interés por las profundidades del mar y la Biología, llevaron a la preparación del primer viaje con objetivos exclusivamente de investigación oceanográfica, el *Challenger*.²² Este crucero fue capitaneado por Georges S. Nares, y Wyville Thomson que encabezaba al personal científico de la expedición, partiendo de Inglaterra en 1872 para empezar su viaje alrededor del mundo.²³

El *Challenger* fue la primera expedición orientada formalmente hacia la investigación oceanográfica, que contó con un buque construido y diseñado para realizar estudios marinos que permitieran determinar: las condiciones físicas en las profundidades del mar, la composición química del agua en distintas profundidades, los depósitos del suelo marino y la distribución de seres vivos a distintas profundidades y en el fondo oceánico (Ver más adelante, Tabla 1)

A partir de estos estudios se lograron obtener importantes resultados para la investigación marina, pues se identificaron 4.717 nuevas especies y se midió la temperatura y profundidad en 263 y 492 estaciones respectivamente. Además, todos

²⁰ *Ibíd.*, p 65.

²¹ Barco con cubierta que, por su tamaño, solidez y fuerza, es adecuado para navegaciones o empresas marítimas de importancia.

²² Buque inglés de 2.300 toneladas, equipado con velas y con un motor auxiliar, necesario para realizar maniobras de mar durante la toma de muestreos oceanográficos.

²³ LEVINTON, Jeffrey. *Sounding the Deep*. *En*: *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. London: Oxford University Press, Second Edition, 2001. p 6.

los hallazgos y datos del crucero fueron publicados en un trabajo científico que sirvió como base para impulsar y proyectar la investigación oceanográfica como ciencia.²⁴

Fue así como la comunidad científica europea, calificó de esencial el desarrollo de trabajos oceanográficos dirigidos a conocer y comprender los procesos naturales que se desarrollan en los océanos, ya que a partir de estos se avanza en estudios físicos, químicos, biológicos y geológicos que contribuyen a explicar los cambios o variaciones oceánicas.

Después de la expedición *Challenger* hubo otras exploraciones semejantes que aportaron nuevos datos sobre los océanos. Entre estas se resalta la realizada a bordo del buque *Tuscarora*, de bandera estadounidense y cuyo personal científico investigó el fondo del océano Pacífico recolectando muestras geológicas para determinar la composición sedimentológica del lecho marino.²⁵

En muchas ocasiones, estas travesías fueron patrocinadas por los gobiernos de cada país o, en su defecto, por empresas privadas de científicos acaudalados, que como en el caso de Alexander Agassiz²⁶ utilizó parte de su fortuna para estudiar y explotar los recursos mineros del mar. Fue así, como la investigación oceanográfica en sus comienzos contó con el apoyo de gobiernos y empresas privadas, los cuales pese a poseer intereses diferentes tenían objetivos comunes.

A finales del Siglo XIX se destacan las expediciones oceanográficas financiadas por el Príncipe Alberto I de Mónaco, quien en 1883, a bordo de los buques *Hirondelle*, *Princesse Alice I* y *Princesse Alice II*, navegó en el Mediterráneo tomando muestras físicas del mar. Estos viajes aportaron nuevos datos sobre la Biología Marina, las corrientes oceánicas y las profundidades del mar, constituyéndose en la primera expedición que realizó un estudio batimétrico. Cabe destacar que los estudios oceanográficos realizados por el monarca francés sirvieron para mejorar los métodos de explotación pesquera y fundar institutos de investigación marina en Francia.²⁷

²⁴ Historia de la exploración de los océanos. Universidad Nacional Autónoma de México. 16 Septiembre de 2006. <http://www.geociencias.unam.mx/~rmolina/Diplomado/oceanos.htm>

²⁵ CIFUENTES LEMUS, Juan Luis. [et al.]. Op. cit., p 67.

²⁶ Ingeniero de minas suizo que usó buena parte de su fortuna para estudiar el mar, valiéndose de sus conocimientos de ingeniería para diseñar y perfeccionar instrumentos para la investigación oceanográfica que permitieran explotar los recursos mineros del mar.

²⁷ CIFUENTES, J. et al. Op. cit., p 67.

De esta manera, poco a poco la Oceanografía se fue perfilando como una ciencia de mar, dirigida no sólo al estudio de los océanos sino también al desarrollo de la economía pesquera. Esta, por su rápido crecimiento en Europa, tuvo que ser controlada y reglamentada, sirviendo como una herramienta consultora para la explotación racional del recurso pesquero.

Tabla 1. Expediciones oceanográficas que se realizaron en el Sudeste Pacífico durante el Siglo XIX.

Fecha	Expediciones	País
1800-1804	Géografos et Naturalistas	Francia
1815-1818	Rugid	Rusia
1817-1820	Uranie, Físico	Francia
1818-1822	Mermaid	Gran Bretaña
1822-1825	La Coquille	Francia
1825-1828	Blossom	Gran Bretaña
1826-1829	Zelée Astrolabe	Francia
1931-1836	Beagle Adventure	Gran Bretaña
1835-1837	La Bonite	Francia
1836-1839	La Venus	Francia
1938-1842	Porpoise, Vincennes, Relief	Estados Unidos
1851-1853	Eugenie	Suecia
1857-1860	Novara	Austria
1866-1869	Nassau	Gran Bretaña
1872-1876	Challenger	Gran Bretaña
1874-1876	Gazelle	Alemania
1882-1885	Vettor, Pisani	Italia
1878-1882	Alert	Gran Bretaña
1882-1883	Romanche	Francia
1888	Albatross	Estados Unidos
1897-1899	Bélgica	Bélgica

Fuente: ESTUARDO, 2006. En: Werlinger.

Entrado el siglo XX, las investigaciones oceanográficas adquirieron una mayor relevancia en el mundo, las cuales se vieron reflejadas en la creación de centros de investigación e institutos marinos. En la década de 1910 los estudios del océano fueron más complejos, pues se empezaron a utilizar novedosos equipos tales como termómetros de inmersión para tomar temperatura en aguas profundas, se desarrollaron nuevos métodos para determinar la salinidad del agua y se implementaron ondas sonoras para conocer las profundidades oceánicas. De esta manera, las Ciencias del Mar avanzaron acorde a las necesidades científicas de la época, adquiriendo un mayor uso de la tecnología y planteando procesos de análisis de datos más complejos y exactos.²⁸

Para 1925, científicos alemanes a bordo del buque de investigación *Meteor* lograron recolectar datos de catorce secciones del océano Atlántico Sur, registrando las profundidades de todas ellas con la ayuda de la ecosonda;²⁹ herramienta clave para el análisis de 70 mil muestras obtenidas en dichas profundidades, que permitieron conocer la morfología del lecho marino y cambiar las concepciones hasta ese momento planteadas. Este descubrimiento sirvió para establecer que el fondo del océano no era plano y que, que por el contrario, su forma es similar a la zona continental que presenta imágenes montañosas, superficies quebradas, valles y cañones.³⁰

Después de la expedición realizada a bordo del *Meteor*, los ingleses exploraron el océano Antártico entre 1925 y 1934, en el buque *Discovery*. Ellos estudiaron la distribución de la temperatura, la salinidad y la abundancia del plancton en las diferentes estaciones del año; encontrando serias diferencias en el análisis de las muestras oceanográficas, las cuales variaron según el mes y año en el cual fueron tomadas, registrando marcados cambios oceánicos, atmosféricos y ambientales. De esta manera los científicos europeos se mostraron interesados en estudiar la relación entre los cambios físicos del océano y la alteración del medio ambiente, dando los primeros pasos hacia aquello que más adelante sería la Oceanografía contemporánea.

31

²⁸ *Ibíd.*, p 68.

²⁹ Aparato electrónico de alta precisión que permite tomar las profundidades del agua a partir del envío de una onda electromagnética que choca contra el fondo marino y se devuelve al buque.

³⁰ CIFUENTES LEMUS, Juan Luis. [et al.]. *Op. Cit.*, p 68.

³¹ Perfil de la Cooperación para la Investigación Científica Marina de América Latina y el Caribe. CEPAL. 05 de Agosto de 2006. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/6274/LCL1499e.pdf>

Durante la Segunda Guerra Mundial, el interés por el estudio de los océanos creció significativamente, gracias al afán de las potencias mundiales por utilizar los mares con fines bélicos. Terminada la guerra, las expediciones con objetivos científicos se multiplicaron y la Oceanografía tuvo un nuevo auge. A partir de la década de 1940 muchos países intensificaron su actividad científica en la investigación oceanográfica, producto de la importancia que su aplicación tuvo para la industria pesquera. Por tal razón, a dicho período se le denominó ‘La era de las investigaciones nacionales sistemáticas y dinámicas de los océanos’.³²

En 1947 los suecos emprendieron el tercer viaje oceanográfico alrededor del mundo abordo del buque Albatros (Figura 1.), con el fin de estudiar la vida submarina de las grandes profundidades. Durante esta travesía colectaron muestras de organismos que se hallaban a 7.300 m de profundidad en el declive oriental de la trinchera de Puerto Rico, recolectando una gran variedad de animales marinos de los cuales aún no se tenía información científica. Este hallazgo biológico incentivó el espíritu aventurero de los daneses, que en 1950 realizaron una expedición oceanográfica en el buque científico *Galathea*, con el objetivo de reunir muestras biológicas del fondo oceánico. Esta meta resultó ser un difícil reto para los europeos, pues en pasadas expediciones lo habían intentado fracasando en su propósito de conseguir vida a 9.000 m. de profundidad. Fue así como tiempo después en el océano Pacífico, sobre la trinchera de Filipinas lograron arrastrar sus redes a una profundidad de 10.000 m., extrayendo una inesperada y rica variedad de animales: anémonas, holoturias, bivalvos, anfípodos y anélidos, hecho que ratificaron la existencia de vida en el lecho marino y dieron apertura a nuevos estudios sobre Biología Marina.³³

³² CIFUENTES LEMUS, Juan Luis. [et al.]. Op. cit., p 69.

³³ *Ibíd.*, p 69.

Figura 1. Buque Albatros, utilizado en el Siglo XIX para realizar investigación oceanográfica.



Fuente: Tomado de <http://biblioteca.redescolar.ilce.edu.mx/index2.html>

A partir del período comprendido entre 1960-1970 las expediciones oceanográficas adquirieron gran importancia en el ámbito internacional teniendo un marcado dinamismo en los países con economías basadas en la industria pesquera. Pese a que la mayoría de las naciones costeras no poseían una tradición investigativa recurrieron a la exploración y explotación de sus mares, tomando la ayuda de potencias mundiales que ya tenían un avanzado conocimiento sobre Oceanografía.³⁴

Para el caso de América Latina, Estados Unidos representó el pilar científico que instruyó y formó a los investigadores científicos de los países andinos; los cuales, pese a tener una fuerte influencia europea, fundamentaron parte de sus investigaciones en el desarrollo de convenios suscritos con institutos norteamericanos. Esta situación guió la capacitación de personal científico en diferentes áreas de la Oceanografía, adquiriendo nuevos instrumentos técnicos y actualizando los métodos de recolección y procesamiento de datos oceanográficos. De esta manera países como Chile, Perú, Ecuador y Colombia incursionaron lentamente en el desarrollo de las investigaciones oceanográficas, despertando especial interés por conocer e investigar la cuenca del océano Pacífico³⁵.

³⁴ Perfil de la Cooperación para la investigación Científica Marina de América Latina y el Caribe. CEPAL. 05 de Agosto de 2006. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/6274/LCL1499e.pdf>

³⁵ Perfil de la Cooperación para la Investigación Científica Marina de América Latina y el Caribe. CEPAL. 05 de Agosto de 2006. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/6274/LCL1499e.pdf>

Dada la importancia que a nivel mundial tomó el desarrollo de las investigaciones oceanográficas, con la creación de importantes centros de investigación, entre los que se destacan el *Instituto Scripps de Oceanografía* y el *Instituto Oceanográfico de Woods Hole* de Estados Unidos, el *Instituto Federal de Investigación Pesquera de Alemania*, el *Centro Oceanográfico de Moscú*, el *Instituto Español de Oceanografía de España*, el *Centro de Investigación Pesquera de Japón* y el *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de México*, se creó la necesidad de fundar organizaciones internacionales que coordinaran el desarrollo de las Ciencias del Mar, tales como la *Comisión Oceanográfica Intergubernamental*, COI, dirigida por las Naciones Unidas. Durante mucho tiempo, esta entidad se ha encargado de fomentar la investigación científica de los océanos y difundir un mejor conocimiento de su naturaleza y recursos. Genera programas investigativos entre los gobiernos y financia gran parte de las investigaciones científicas, permaneciendo siempre atenta a cualquier eventualidad que presente el estudio científico de los océanos.³⁶ De esta manera, las investigaciones oceanográficas que se realizan a nivel mundial presentan una significativa desigualdad entre las potencias mundiales y los países. Estos últimos, pese a estar en la marcha del desarrollo oceanográfico, aún no poseen la infraestructura necesaria para producir datos con un alto nivel de calidad, al carecer de capacidad adquisitiva para obtener y utilizar herramientas técnicas y tecnológicas. Por esta razón, los países en vía de desarrollo aún se encuentran en una fase primaria de avance científico, pero han dado grandes pasos hacia la consolidación de una conciencia de mar, que les ha permitido ampliar y mejorar sus percepciones investigativas sobre al océano.

1.2 LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN COLOMBIA: UN PASADO VIVO

Históricamente, el país no se ha interesado en desarrollar un conocimiento sobre sus mares, dado que su economía no ha estado ligada a la explotación y utilización de sus aguas. Por el contrario, se aprecia que los sectores más productivos de la Nación se encuentran en la zona Andina, razón por la cual el Estado le ha apostado más al reconocimiento interno de su territorio, buscando fortalecer la economía de estas

³⁶ Perfil de la Cooperación para la Investigación Científica Marina de América Latina y el Caribe. CEPAL. 05 de Agosto de 2006. <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/6274/LCL1499e.pdf>

regiones y ampliando sus sistemas de comunicación.³⁷ Así, la ubicación geo-histórica de los principales centros urbanos y productivos del país ha influenciado de manera directa el desarrollo de ciertas regiones y sectores de la economía. Es así, como Colombia se caracteriza por ser “un país andino de espaldas al mar”³⁸, el cual ha negado la posibilidad de hacer de sus puertos verdaderos centros de producción y acopio de mercancía. El hecho de no pensar los mares como un espacio productivo le ha traído graves problemas al país, pues lo ha sumido en un atraso progresivo con respecto a los demás países del continente americano que han fortalecido sus economías a través del aprovechamiento de sus mares. Este es el caso de Chile, que a nivel mundial sobresale por ser una potencia pesquera que ha fundamentado parte de su economía nacional en torno a la exploración y explotación de sus recursos marítimos. El conocimiento de su espacio marítimo le ha permitido alimentar y fortalecer una conciencia de mar, la cual, históricamente, ha estado dirigida a cuidar, estudiar y aprovechar todo aquello que le ofrece el océano.³⁹

Colombia, a través de historia, no ha aprovechado su ubicación geográfica dentro del continente americano, pues pese a estar bañado por dos océanos, su economía portuaria es débil comparativamente con otros centros costeros de América. La falta de políticas económicas dirigidas a incentivar el tráfico y el comercio marítimo en ambas costas, ha afectado notablemente el desarrollo de estas regiones del país que, entrando el siglo XXI, aún no se acoplan muy bien dentro del contexto que exige la globalización.⁴⁰

Las ciudades costeras en Colombia han tenido un lento desarrollo económico a excepción de unas cuantas que, como en el caso de Cartagena de Indias, cuenta con un pasado histórico que le ha consolidado como un importante centro urbano en la costa Caribe. La importancia política y económica que tuvo esta ciudad durante la conquista española se amplió durante la colonia y se mantuvo después de la emancipación durante la época Republicana, pues continuó siendo el principal puerto

³⁷ AVELLA, Francisco. *Espacio y Territorio en la Construcción de una Visión Marítima* *En: El Mundo Marino de Colombia Investigación y desarrollo de Territorios Olvidados. Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR*. Bogotá: Universidad Nacional, 2003, p 219.

³⁸ *Ibíd.*, p 219.

³⁹ Historia del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de Chile. Sistema Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 28 Agosto de 2006. <http://www.shoa.cl/>

⁴⁰ AVELLA, Francisco. *Op. cit.*, p 217.

del país. De esta manera, se observa que las costas del Mar Caribe han sido las más pobladas, desarrolladas y explotadas en la historia del país.⁴¹

Dando una mirada comparativa con el occidente colombiano, se evidencia que los dos litorales cuentan una historia completamente distinta. En el caso de las poblaciones del Pacífico colombiano, su pasado histórico es consecuente con su atraso económico, el cual con el paso de los años se torna más crítico por la falta de políticas económicas orientadoras al desarrollo de la región y su progresivo distanciamiento con los centros de poder.⁴²

Infortunadamente, la historia de Colombia muestra que el Estado desde sus comienzos ha padecido de un mal que lo ha atacado durante toda su existencia: la desidia geográfica frente a algunos de sus territorios. Durante gran parte del siglo XIX y comienzos del XX, el país ha sufrido fuertes e importantes pérdidas territoriales, como lo fue la entrega de Panamá a los Estados Unidos de Norteamérica, la renuncia a las islas Mosquitas y Mangle frente a Nicaragua y el permanente espacio fronterizo que perdemos con países como Perú y Brasil. Sin duda alguna, estos sucesos marcaron la vida de miles de personas y el destino del país, que pese a haber experimentado significativas pérdidas, no ha aprendido la lección, pues después de varios años reproduce los mismos errores del pasado.⁴³

La imagen de los territorios olvidados persiste en gran parte de las zonas del país. Regiones como el Pacífico colombiano fueron víctimas durante gran parte del Siglo XX del olvido del Gobierno Nacional. Esta situación facilitó la creación de espacios libres, desprovistos de la presencia de alguna autoridad gubernamental, más allá de la impuesta por los grupos armados opuestos al poder Estatal reconocido. Por esta razón, pobladores del Pacífico colombiano se desplazaron de sus lugares de origen hacia el centro del país, creando una situación de incertidumbre que ayudó a develar los graves problemas de orden público que aún posee la Nación.⁴⁴

⁴¹ Cartagena de Indias. Centro de Cooperación de la Formación Española. 20 Agosto de 2006. <http://www.cifaeci.org.co/cartagena/ctgena.htm>.

⁴² Reseña de “Panorámica Afro colombiana. Estudios Sociales en el Pacífico”. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. 08 de Agosto 2006. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/396/39600220.pdf>.

⁴³ ROMÁN, Estuardo. *La República y Otros Factores del Poder Marítimo*. En: *Análisis Histórico del Desarrollo Marítimo Colombiano*, Tomo I. Armada Nacional. Bogotá, 2005. p 306.

⁴⁴ AVELLA, Francisco. Op. cit., p 219.

De esta manera, se observa que el contexto histórico en el cual se han erigido y desarrollado los pueblos del Pacífico colombiano es consecuente con las políticas de desarrollo territorial del Estado. Evidentemente, la falta de planificación y proyección de estas regiones ha impedido que sus recursos naturales sean aprovechados de la mejor manera. Esto ha influenciado significativamente en el desarrollo económico y ha permitido la generación de problemas sociales en esta región del país.⁴⁵

En pleno siglo XXI, no se debe dudar de la importancia que representa para cualquier país costero la creación, implementación y explotación de las ciudades-puerto, que desde las primeras civilizaciones se han destacado por la trascendencia económica, política y militar que han representado para el desarrollo de los territorios habitados⁴⁶. A través de los siglos, gran parte de la población mundial se ha desplazado desde el interior de sus territorios a las zonas costeras, migración que esta influenciada por el mayor reconocimiento de las ciudades puertos como verdaderos centros de producción, donde el comercio y las industrias perduran.

Si bien es fácil explicar y entender la significativa relevancia que tiene para cualquier nación poseer ciudades portuarias, es indispensable aclarar que su presencia e importancia es fundamental mientras que exista una planeación y un desarrollo de políticas estatales destinadas a tal fin. De lo contrario, es posible que estos territorios no sean aprovechados de la mejor manera y terminen desperdiciando todas las oportunidades que ofrece el mar.⁴⁷

En el caso de Colombia, se puede observar que las zonas costeras del Pacífico colombiano carecen en gran medida de iniciativa por parte del gobierno central y local, en el planteamiento de políticas de desarrollo marítimo, las cuales hagan de estas regiones lugares más prósperos y agradables para vivir. Aparentemente, estos territorios son vistos desde una perspectiva etnocentrista que hace parte de una visión geopolítica del territorio donde la principal base económica se sustenta en el comercio

⁴⁵ Departamento de Planeación Nacional. *Aprovechar los Recursos Marítimos*. 30 Agosto de 2006. www.dpn.gov.co.

⁴⁶ RAMIREZ, Jorge. *Las ciudades Puertos: El Caso de los Pares de Ciudades*. En: *El Mundo Marino de Colombia Investigación y desarrollo de Territorios Olvidados*. Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR. Bogotá: Universidad Nacional, 2003, p 244.

⁴⁷ AVELLA, Francisco. Op. cit., p 217.

y en la implementación de destinos turísticos, donde la ganancia es percibida a partir del consumo, el ocio y la recreación.⁴⁸

Evidentemente, para aprovechar las potencialidades y riquezas que ofrece el mar, lo primero que se debe hacer es conocer e identificar los recursos naturales oceánicos. Pero para alcanzar tales objetivos, es necesario desarrollar estudios científicos destinados a establecer las propiedades físicas, químicas, biológicas y geológicas propias de las masas de agua.

Desde mediados del siglo XIX algunos científicos de Europa entendieron esto y se dedicaron a estudiar la influencia de los cambios océano-atmosféricos en las condiciones climáticas de algunas regiones de la tierra. Fue así, como tras el paso de los años, se logró determinar algunos parámetros de investigación oceanográfica que más adelante serían claves para avanzar en el conocimiento y la prevención de los distintos fenómenos naturales que se presentan en los océanos.⁴⁹

Partiendo de los avances científicos que a nivel mundial se habían logrado en la investigación oceanográfica, se empezaron a implementar en gran parte de los países suramericanos con costas en el océano Pacífico el desarrollo de estudios hidrográficos y oceanográficos destinados a establecer un mayor conocimiento del mar. Este hecho colaboró enormemente en el desarrollo de estudios marítimos, que más adelante servirían como base para establecer nexos de cooperación e implementación de planes científicos entre los países andinos.⁵⁰

A finales del Siglo XIX en Colombia se desarrolló todo un conjunto de proyectos económicos dirigidos a incentivar las economías regionales y a dinamizar los mercados nacionales. Estas medidas hicieron parte de una política estatal que pretendía crear las condiciones adecuadas para fortalecer la entrada de Colombia al comercio mundial.⁵¹ Como consecuencia, el Gobierno Nacional inició la canalización del río Magdalena que apuntalaba en convertirse en una importantísima arteria fluvial

⁴⁸ *Ibíd.*, p 218.

⁴⁹ ESTUARDO, J. Op. cit., pp. 61-62.

⁵⁰ PABÓN, José Daniel. Fenómeno de El Niño: Efectos e Impactos en el Pacífico Colombiano. En: *El Mundo Marino de Colombia Investigación y desarrollo de Territorios Olvidados. Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR*. Bogotá: Universidad Nacional, 2003. p 66.

⁵¹ Decreto 15 de 1881. "Por el cual se reglamenta la navegación del río Magdalena". *En*: Diario Oficial. Bogotá, jueves 13 de enero de 1881, Año XVII. N° 4, 916.

para la comunicación entre el interior y el exterior de la Nación. De igual forma surgió la necesidad de habilitar puertos y de fortalecer las áreas marítimas que representaban un importantísimo punto dentro de la política económica que intentó promover el Estado colombiano.⁵²

Durante las primeras décadas del siglo XX la propuesta económica del Estado giró en torno al establecimiento de una economía estable, la cual estuvo dirigida a la constitución de un monocultivo que le permitiera al país la posibilidad de vender e intercambiar productos nacionales en el exterior. Se subraya el caso del café como el principal producto de exportación en la historia de Colombia, ya que a partir de este grano el país impulsó la construcción de redes de comunicación como el ferrocarril y las carreteras y adquirió reconocimiento a nivel mundial.⁵³

1.3 EL DESARROLLO DE LAS INSTITUCIONES MARÍTIMAS

Con base en el importante avance que significó el establecimiento de relaciones comerciales con los Estados Unidos, el Gobierno Nacional divisó la necesidad de habilitar ríos y puertos para el intercambio comercial con el exterior, pues de no ser así era imposible mantener las exigencias de los demás mercados. Fue así como se empezó a transformar la mentalidad del Estado y se incrementó la posibilidad de fortalecer las instituciones marítimas que cuidaban y preservaban el tráfico en los mares nacionales.⁵⁴

En Colombia, a comienzos del siglo XX se inició un arduo camino por crear y despertar entre la población una conciencia de mar, que estuviera dirigida a generalizar un mayor conocimiento de sus áreas marítimas. El Estado empezó a asumir su rol de autoridad central y propició la generación de políticas gubernamentales dirigidas a administrar, cuidar y preservar el espacio marítimo.⁵⁵

⁵² Practicada por el ciudadano Presidente del Estado, en trabajos del ferrocarril de Santander. En: Gaceta de Santander. Socorro, viernes 23 de septiembre de 1881. Año XXII. N° 1551. p 623.

⁵³ Historia del café y economía del café en Colombia. Monografías. Com. 30 Agosto de 2006. <http://www.monografias.com/trabajos3/histocafe/histocafe.shtml>

⁵⁴ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 3 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁵⁵ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 3 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

Hacia 1931 se promulgó en el país la primera Ley de transporte marítimo, en la cual se autorizó al Gobierno Nacional para fomentar por medio de contratos la formación, organización y desarrollo de una *Marina Mercante*, que tuvo gran trascendencia en el país porque significó un primer paso hacia el fortalecimiento de la economía marítima de la Nación. Sin embargo, hay que decir que este hecho no significó tan sólo el establecimiento de un cuerpo de vigilancia marítima, sino que representó la utilización de las Fuerzas Armadas hacia fines investigativos.⁵⁶

De esta manera, lo que empezó como un intento por mantener unas políticas económicas, se convertiría en una mentalidad de mar que sería indispensable a la hora de conocer las propiedades del océano. A partir de esta iniciativa, en la década de 1940 se iniciaron los estudios hidrográficos en el Pacífico colombiano, los cuales representaron la primera investigación conjunta entre los Estados Unidos de América, por medio de la *Oficina Naval Oceanográfica de la Marina*, NAVOCEANO y la *Armada Nacional de la República de Colombia*, a cargo de la *Dirección de Marina Mercante*. Estas investigaciones pese a su importancia para el desarrollo marítimo del país, no contaron con la continuidad que se esperaba y, por el contrario, se caracterizaron por ser esporádicas.⁵⁷

A pesar de lo anterior, ese acontecimiento abrió las puertas a futuras investigaciones marítimas, pues la aplicación de las Ciencias del Mar permitió observar los beneficios que ellas traían para el buen funcionamiento del tránsito marítimo. Fue así como se inició un *Plan de Cartografía Náutica Nacional* que tuvo como principal objetivo crear una representación geográfica del espacio marítimo, donde se establecieran las profundidades y formaciones del lecho marino. Esta información fue de vital importancia para determinar las zonas de navegación y acceso de los buques a los puertos colombianos.⁵⁸

Debido a la necesidad que representó cuidar, proteger y mantener el tráfico marítimo, la *Marina Mercante Colombiana* se vio obligada en 1944 a manifestar al Ministerio de

⁵⁶ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 3 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁵⁷ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>.

⁵⁸ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

Defensa la necesidad de adquirir naves propias para cumplir con las labores operativas asignadas. Mediante esta solicitud se establecieron las falencias de dicho cuerpo y se logró la creación de la *Compañía Nacional de Navegación* y la *Flota Mercante de la Gran Colombia*, cuerpos de navegación indispensables para el buen desarrollo del tráfico y el transporte marítimo.⁵⁹

Con la adquisición de una nueva flota de mar y pensando en el desarrollo de sus objetivos, la *Marina Mercante Colombiana* se orientó hacia la preparación de un personal hábil en las maniobras de mar y expertos en el control del tráfico marítimo. Pero dada la poca experiencia que poseía su personal en estos puntos, tuvo que recurrir a la contratación de oficiales activos de la *Armada de Chile* para que formaran e instruyeran a los nacionales en dichas cuestiones. De esta manera, la *Marina Mercante Colombiana* pudo cumplir a cabalidad lo previsto en el Decreto 120 de 1951, donde se le asignaban funciones de reconocimiento, clasificación y registro de embarcaciones.⁶⁰

Para 1952 el Ejecutivo expidió el Decreto 3183 por el cual se creó la *Dirección de Marina Mercante Colombiana*, dependiente del *Comando de la Armada Nacional*. Con esta norma se le ampliaron las funciones a la institución y se agregaron algunas como: la verificación del cumplimiento de las disposiciones nacionales e internacionales sobre seguridad de la navegación, la vida humana en el mar; el arqueo, clasificación, registro e inspección de naves; la expedición de patentes de navegación, certificados de idoneidad profesional para el personal de la *Marina Mercante*; servicios de señalización y de Policía Marítima.⁶¹ De esta manera la *Dirección Marina Mercante Colombiana* inició el cumplimiento de los requisitos prescritos en los parámetros internacionales sobre seguridad marítima de personas y naves.

En la década de 1960 los estudios hidrográficos retomaron su importancia en el país y se volvieron a realizar con la participación de la Armada de los Estados Unidos de

⁵⁹ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁶⁰ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁶¹ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

Norteamérica, que para tal propósito colocó a disposición los buques, equipos y técnicos especialistas; mientras que personal de la *Armada Nacional* fue enviado a estas expediciones con el fin de adquirir una capacitación sobre la forma de realizar levantamientos hidrográficos. Así, la *Dirección de Marina Mercante* poco a poco fue constituyendo una conciencia de mar orientada al reconocimiento de su espacio marítimo.⁶²

Durante el período de 1968 a 1970, el país vivió una fecha memorable para la investigación oceanográfica, pues para este tiempo la *Comisión Oceanográfica Intergubernamental*, COI, de la UNESCO, propuso a los países de la cuenca del Caribe realizar un programa de investigación científica marina denominado *Programa de Investigaciones Cooperativas del Caribe y Regiones Adyacentes*. Este fue el primer proyecto de investigación internacional en Ciencias del Mar, en el cual participó Colombia.⁶³

El Gobierno Nacional observó en esta propuesta una importante posibilidad para que el país aprovechara la participación de científicos, investigadores e instituciones extranjeras que iban a exponer sus conocimientos, experiencias y resultados de sus labores investigativas. Para tal ocasión el Estado recurrió a la *Armada Nacional* para que asumiera la coordinación nacional del evento, apoyara con su infraestructura el proyecto y se convirtiera en el gestor del programa en el ámbito nacional.⁶⁴

Con base en la responsabilidad que adquirió la *Armada Nacional* con la Nación se decidió promover un mecanismo de coordinación que abarcara a las entidades públicas y privadas que estuvieran vinculadas al mar o pudieran estarlo hacia el futuro. Entre las instituciones que participaron en ese entonces se destacan las Universidades Nacional de Colombia, Jorge Tadeo Lozano y de los Andes, la Flota Mercante Gran Colombia y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, entre otras. De esta manera se logró obtener un bosquejo sobre cuáles instituciones nacionales estaban vinculadas con la investigación marina y en vista del resultado que arrojó esta convocatoria se

⁶² Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006.
<http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

⁶³ 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. Septiembre 04 de 2006.
<http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>.

⁶⁴ 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. Septiembre 04 de 2006.
<http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>.

empezó a visualizar la posible conformación de una entidad encargada de coordinar el desarrollo de las Ciencias del Mar en el país, abriendo de esta forma la oportunidad para que se creara la Comisión Colombiana de Oceanografía.⁶⁵

Mediante el Decreto 763 del 14 de mayo de 1969, el Congreso de la República de Colombia dispuso la creación de la *Comisión Colombia de Oceanografía*, CCO, como un organismo de carácter permanente, asesor y consultivo del Gobierno Nacional en materia de política oceanográfica y sus disciplinas científicas y técnicas, con el objetivo principal de coordinar el esfuerzo de la comunidad científica marina nacional, para integrarlo a los programas de desarrollo del país y a los programas de cooperación internacional.⁶⁶

De esta forma, en Colombia se empezó a dar mayor relevancia a los estudios marinos con la creación de más instituciones orientadas a tal fin, algunas como la *División de Hidrografía* en la *Dirección de Marina Mercante*, dependencia del Comando de la Armada Nacional, la cual en sus comienzos no contó con ningún buque equipado para realizar investigaciones oceanográficas e hidrográficas y sólo hasta 1969 pudo adquirir dos buques pertenecientes a la Armada Nacional. Fueron estos el *ARC Quindío*, antiguo carguero de la Armada Nacional adaptado para realizar labores de carácter hidrográfico, y el *ARC San Andrés*, embarcación donde se realizó el primer crucero oceanográfico en el Mar Caribe *Océano I*. A bordo de éste se recolectó información sobre las condiciones físicas de los mares colombianos y se incentivó el desarrollo de una actividad científica que aún perdura en el país.⁶⁷

Cabe destacar que las primeras investigaciones oceanográficas e hidrográficas en el Pacífico colombiano contaron con un importante aporte de instituciones nacionales e internacionales tales como la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Armada Nacional de los Estados Unidos y el Instituto Geodésico Interamericano que, con el desarrollo de sus trabajos, contribuyeron en el

⁶⁵ 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. Septiembre 04 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>. 04 Septiembre de 2006.

⁶⁶ 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia Septiembre 04 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>.

⁶⁷ Plataformas Oceanográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Agosto 27 de 2006. <http://www.cioh.org.co/proserv/plataocean.html>.

proceso de compilación cartográfica de la primera carta náutica colombiana publicada en 1971.⁶⁸

A partir de esta iniciativa se incrementó el interés del Gobierno por conocer más a fondo la geografía de la región Pacífica y la morfología de su lecho marino. Por esa razón, durante la década de 1970 la elaboración de cartas náuticas y de cartografías sobre los puertos y costas del Pacífico colombiano significó un aporte importante para el desarrollo científico y comercial del sector, pues permitió una mayor exploración y explotación del mar.⁶⁹

Con el Decreto Ley 2349 del 3 de diciembre de 1971, se creó la Dirección General Marítima y Portuaria en reemplazo de la *Dirección Marina Mercante Colombiana*, dependiente del Ministerio de Defensa. De esta manera la institución pasó a ser administrada por un organismo Estatal, pero sin abandonar los servicios de personal y logística que le aportaba la Armada Nacional. Por otro lado, hay que decir que con la reestructuración de este organismo sus funciones aumentaron, sumándosele el control de las comunicaciones marítimas y la contaminación de aguas jurisdiccionales, y la aplicación de un procedimiento para las investigaciones por accidentes o siniestros marítimos.⁷⁰

Dada la trascendencia que tuvo para el país el mayor conocimiento de las condiciones físicas del mar, se creó mediante la Resolución 283 del 9 de julio de 1975, el *Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas*, CIOH, como una dependencia de la *Dirección General Marítima y Portuaria*, con el fin de realizar investigaciones básicas y aplicadas en las diferentes disciplinas de la Oceanografía e Hidrografía, orientadas hacia el conocimiento y aprovechamiento de los recursos naturales del país. De igual manera, esta institución se ha constituido en el ámbito nacional como el líder en

⁶⁸ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>.

⁶⁹ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁷⁰ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

investigación oceanográfica y ha sido en muchas ocasiones portavoz de la producción científica del país en lo relacionado a las Ciencias del Mar.⁷¹

Cabe destacar que en 1979, la *Dirección General Marítima y Portuaria* trasladó al CIOH la *División de Hidrografía* que siguió operando desde Bogotá. Este cambio tuvo como principal propósito solidificar la investigación hidrográfica en el país, pues a partir de este cambio las plataformas investigativas fueron utilizadas con el fin de obtener datos oceanográficos e hidrográficos sobre las aguas marítimas de las costas del Mar Caribe y de la cuenca del Pacífico colombiano (CPC). Fue así como durante la década de 1980, las actividades hidrográficas se fundamentaron con la vinculación y formación de oficiales y suboficiales navales en la especialidad de Hidrografía, dando con esto continuidad al desarrollo del Plan Cartográfico Nacional y apoyando a diferentes instituciones nacionales que se dedican al estudio y la seguridad de la navegación en los mares del país.⁷²

En vista de la importancia que fueron adquirieron los estudios hidrográficos en el país, se hizo necesario pensar en la posibilidad de capacitar personal de la Armada Nacional en esta ciencia del mar. Así, los primeros oficiales y suboficiales hidrográficos se formaron en el exterior en países como Brasil, España, Panamá y Estados Unidos, creándose de esta manera la primera promoción de profesionales en Hidrografía, quienes más adelante serían relevantes en la ejecución de nuevos y más avanzados cursos de Oceanografía, Hidrografía y elaboración de cartas náuticas.⁷³

Producto de los resultados que arrojó la preparación de miembros de las Fuerzas Armadas, FFAA, en el exterior, la *Dirección General Marítima y Portuaria* decidió actualizar varios convenios de cooperación internacional con instituciones norteamericanas, para continuar la formación de militares colombianos en los Estados Unidos. Este acuerdo se consolidó bajo el *Convenio de Cooperación HYSAR*, que más adelante se convertiría en el *Programa de Cooperación Hidrográfica*, HYCOOP, firmado entre la *Dirección General Marítima y Portuaria*, CIOH, *Naval Oceanographic*

⁷¹ Historia del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Septiembre 01 de 2006.

<http://www.cioh.org.co/presentacion/historia.html>.

⁷² Historia del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Septiembre 01 de 2006.

<http://www.cioh.org.co/presentacion/historia.html>.

⁷³ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006.

<http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

Office, NAVOCEANO y *Defense Mapping Agency*, DMA. A partir de este programa la *Dirección General Marítima y Portuaria* planteó para los cinco años siguientes la elaboración de cursos de capacitación en Ciencias del Mar, campañas de levantamientos hidrográficos en el área de San Andrés y Providencia. Además, obtuvo una dotación de equipamientos para el desarrollo de labores hidrográficas y oceanográficas.⁷⁴

Con base en los acuerdos que Colombia desarrolló en materia de investigación científica fortaleció su imagen y abrió las puertas hacia nuevos convenios internacionales. Así, en 1983 se llevó a cabo el Convenio Binacional entre Colombia y Ecuador para la realización de levantamientos hidrográficos en las áreas limítrofes correspondientes a Cabo Manglares y los ríos Mataje, Putumayo y San Miguel. Estas investigaciones fueron claves para determinar la morfología del lecho marino, la composición de sus sedimentos y los lugares apropiados para la navegación dentro del área de influencia.⁷⁵

De igual manera, es importante destacar que el 14 de septiembre de 1984 se dictó el Decreto 2324, por medio del cual se reorganizó la *Dirección General Marítima y Portuaria*, que fomentó la aparición de nuevas áreas, destacándose la de transporte marítimo, naves y artefactos navales, gente de mar, y litorales e investigaciones marítimas. Con esta normativa la institución fue reestructurada con el propósito de proyectar nuevas metas que permitieran una mejor prestación de la seguridad marítima y un mayor avance en el desarrollo científico.⁷⁶

En este orden de ideas, se hace necesario nombrar la aparición del *Centro Control Contaminación de Pacífico*, CCCP, durante este mismo año de 1984, como dependencia de la *Dirección General Marítima y Portuaria*. Fue creado con base en los sucesos ocurridos el 4 de septiembre de 1976, fecha del siniestro del buque petrolero Saint Meter, de bandera liberiana, el cual transportaba 33.000 toneladas de crudo y 300 toneladas de fuel oil que fueron vertidas en su totalidad en las costas de Ecuador

⁷⁴ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

⁷⁵ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

⁷⁶ CARREÑO TARAZONA, Clara Inés. *Compilación Histórica de la Unidades de la Dirección General Marítima – DIMAR – Ubicadas en el Área Naval de El Morro, San Andrés de Tumaco*. San Andrés de Tumaco. Centro Control Contaminación del Pacífico, 2006. [s.p]

y Colombia. Este desastre ecológico se ha catalogado como el más grande que se ha registrado en la historia del país, pues sus efectos naturales causaron un gran daño sobre la fauna y flora marina de la bahía de Tumaco.⁷⁷

Este hecho prendió las alarmas en Colombia por la falta de organismos estatales destinados a establecer y controlar los niveles de contaminación en la CPC, ya que en ese momento no existía institución alguna dedicada a asistir un evento de tal magnitud. Por tal razón, durante el gobierno del Presidente Belisario Betancourt, se impulsó la cimentación de algunos proyectos enfocados especialmente al océano Pacífico. Uno de esos planes estuvo dirigido a crear la *Base Naval de Málaga* y el CCCP. De esta manera, el *Centro de Investigaciones Marinas del Pacífico* adquirió la facultad de planear, ejecutar y apoyar los proyectos de investigación científica marina básica y aplicada, y suministrar asesoría técnica y científica a DIMAR y a otros organismos nacionales que operan en el litoral Pacífico colombiano.⁷⁸

Por otro lado, desde 1984 el CCCP, en compañía del CIOH, recibió la colosal tarea de realizar los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano, para lo cual la Armada Nacional le apoyó con el préstamo de las plataformas de investigación y de personal técnico en las áreas de las Ciencias del Mar y en el manejo de naves. Fue así como el CCCP asumió la responsabilidad de planear y ejecutar las investigaciones oceanográficas en la CPC, realizando en sus instalaciones el análisis de muestras de laboratorio, procesando la información de los datos oceanográficos y generando resultados científicos.⁷⁹

Es importante aclarar en este punto que las investigaciones oceanográficas en Colombia han sido realizadas desde un principio por la *Dirección General Marítima* (DIMAR), que tras sus reestructuraciones ha cambiado de nombre y ha creado dependencias que han asumido poco a poco estas actividades científicas. Durante el período de 1971 a 1975 lo hizo bajo el nombre de *Dirección General Marítima y Portuaria*. De 1975 a 1984 los realizó el CIOH como dependencia suya. De 1984 a 1991 fueron responsabilidades del CIOH y el CCCP, dependencias de la *Dirección General Marítima y Portuaria* y, de 1991 al 2006 los realizó el CIOH y el CCCP, como

⁷⁷ Universidad del Valle. 1976. Informe Sobre el Viaje a Tumaco para Observar los Efectos del Hundimiento del Barco Liberiano Saint Peter. Informe Técnico. Cali: Colombia.

⁷⁸ CARREÑO TARAZONA, Clara Inés. Op. cit., [s.p]

⁷⁹ *Ibíd.*, [s.p]

dependencias de la actual DIMAR.⁸⁰ De esta manera, se aprecia como durante 36 años, la DIMAR se ha caracterizado por ser la máxima autoridad en el ámbito nacional en el desarrollo de investigaciones oceanográficas, las cuales han sido importantes para el fortalecimiento de la investigación científica marina.

1.4 LA INVESTIGACIÓN OCEÁNICA: UNA EXPERIENCIA ESTATAL

A lo largo de la historia de Colombia se observa que las investigaciones oceanográficas no poseen una gran tradición científica como suele ocurrir en algunos países que tienen salidas marítimas. Por el contrario, los estudios oceanográficos en el país se han caracterizado por ser muy recientes y estar a cargo del Estado, que por su investidura política designó en primera instancia a la Armada Nacional como la entidad encargada de proteger, conservar y estudiar las aguas marítimas de la Nación; pero dado el fuerte impulso que produjo la investigación marítima en el país se tuvo que asignar al Ministerio de Defensa como principal organismo administrador de la DIMAR.⁸¹

Cuando se habla de las investigaciones oceanográficas en el Pacífico colombiano se debe retomar el desarrollo histórico que esta actividad científica ha tenido en el océano Pacífico, la cual ha estado fuertemente influenciada por la aparición del fenómeno natural denominado *El Niño*. Éste, debido a sus efectos en la circulación de la atmósfera, genera alteraciones climáticas en diferentes regiones del planeta, que conducen a impactos socio-económicos de considerable magnitud. Por tal razón, ha despertado el interés de muchas personas en estudiar el origen, desarrollo y evolución de dicho evento en distintas regiones del planeta.⁸²

Es así como los estudios regionales sobre el fenómeno de *El Niño Oscilación Sur* (ENOS) han generado un especial interés dentro de la comunidad científica mundial que, desde la segunda mitad del siglo XIX se ha encargado de estudiar los cambios océano-atmosféricos generados sobre las aguas y los territorios costeros. Transmitiendo de esta manera un legado investigativo que ha sido seguido por los

⁸⁰ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>

⁸¹ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>.

⁸² PABÓN, José Daniel. Op. cit., p 64.

países de Suramérica que poseen costa sobre el océano Pacífico. Entre ellos cabe resaltar la participación de Chile, Perú, Ecuador y Colombia, por su perseverancia en la coordinación y cooperación de investigaciones conjuntas como el *Estudio Regional del Fenómeno El Niño*, ERFEN.⁸³

De esta manera, queda por sentado que las investigaciones oceanográficas en el Pacífico colombiano tuvieron otros protagonistas que dieron sus primeros pasos desde antes del Siglo XX, entre esos casos se puede nombrar las expediciones realizadas por rusos, franceses e ingleses, que se disputaban la colonización y explotación de estas zonas marítimas.

Cabe destacar la expedición *Challenger* que partió de Inglaterra en 1872 y atravesó los mares del mundo para recoger datos sobre una gran variedad de aspectos marinos, incluyendo temperaturas oceánicas, condiciones químicas del agua, las corrientes, la vida marina y la geología del fondo marino.⁸⁴ Se considera que la Oceanografía moderna inició con la expedición *Challenger* y su recorrido alrededor del mundo, pues a partir de entonces se dieron los primeros parámetros en la recolección de muestras y datos físicos, químicos, biológicos y geológicos. Además, fue el primer intento por tratar de conocer científicamente la diversidad biológica del mar, las distintas profundidades del océano y la gran variedad de especies que componen la vida marina. Sin duda alguna, los grandes descubrimientos de la expedición *Challenger* animaron a otros países a prestar mayor atención a los océanos y a enviar sus propias expediciones para conocer más a fondo los misterios que encierra el mar.

⁸⁵

Se debe destacar que el primer estudio detallado de las aguas marinas colombianas se realizó en 1969 cuando, a bordo del buque ARC San Andrés, se realizó el primer crucero oceanográfico en el Mar Caribe. Esta investigación se caracterizó por recolectar información sobre las condiciones físicas del mar y por establecer los primeros parámetros en investigación oceanográfica en el país. A partir de este evento la investigación oceanográfica en Colombia dio sus primeros pasos hacia la búsqueda de un mayor conocimiento de sus mares y desarrolló un significativo interés por

⁸³ *Ibíd.*, p 65.

⁸⁴ VIÑUALES LEMUS, Juan Luis. [et al.]. Op. Cit, pp. 52-54.

⁸⁵ LEVINTON, Jeffrey. Op. cit., pp. 6 -7.

estudiar los cambios físicos, químicos, biológicos y geológicos que se producen en el océano.⁸⁶

La realización de los cruceros oceanográficos en la CPC tiene una relación directa con la generación de fenómenos naturales que han afectado los territorios costeros. Los antecedentes de estas regiones muestran la adversidad de la que han sido víctimas a causa de la producción de tsunamis⁸⁷. Vale la pena señalar que durante el siglo pasado el litoral del Pacífico colombiano sufrió cuatro tsunamis (1906, 1942, 1958 y 1979), de los cuales se resaltan los ocurridos en 1906 y 1979, por la trascendencia que estos hechos tuvieron en municipios como Tumaco, en el departamento de Nariño, que sufrieron las inclemencias de estos desastres que dejaron a su paso daños materiales y pérdidas humanas.⁸⁸

Dados los constantes cambios atmosféricos que el océano Pacífico ha experimentado a través de los años por causa de los fenómenos naturales, el Gobierno Nacional designó a la DIMAR, como la entidad encargada de realizar la investigación oceanográfica e hidrográfica en la CPC. Por esta razón, desde 1970 se empezaron a desarrollar los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano como una prueba latente del interés del Estado por conocer y explicar las variaciones que sufren las zonas marítimas. El primer crucero oceanográfico fue denominado *Pacífico I*. Este se caracterizó por haber sido financiado por una empresa pesquera interesada en determinar los efectos de las pesquerías en los bancos de túnidos y en los peces carnada en el Pacífico Tropical. Razón por la cual fue necesario desarrollar estudios oceanográficos que permitieran obtener datos sobre las condiciones físicas, químicas y sobre todo biológicas del área de estudio. La *Comisión Interamericana de Atún Tropical*, CIAT, desde un comienzo develó a la DIMAR su intención de estudiar y explorar el Pacífico Tropical, por considerarse esta zona como un lugar clave para la

⁸⁶ Historia del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Septiembre 01 de 2006.
<http://www.cioh.org.co/presentacion/historia.html>.

⁸⁷ Ola o serie de olas que se producen en el mar, causadas por maremotos, los cuales afectan la superficie del océano formando grandes olas que se mueven en diferentes direcciones, las cuales terminan por golpear fuertemente las costas.

⁸⁸ Tsunami, Antecedentes. Centro Control Contaminación del Pacífico. Agosto 18 de 2006.
<http://www.cccp.org.co/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=23>.

explotación de atunes, ya que gran parte de la riqueza íctica del mundo se encuentra ubicada en este sector oceánico.⁸⁹

La CIAT⁹⁰ se ha mostrado interesada en apoyar el desarrollo de investigaciones oceanográficas en zonas marítimas correspondientes a países como Panamá, Ecuador, Perú y Chile, donde por lo general se presenta una gran explotación del recurso pesquero. Este tipo de investigación es relevante para la industria pesquera pues le permite obtener un conocimiento más amplio sobre los efectos que los cambios oceánicos producen sobre los peces. Es decir, establecer qué condiciones pueden influir en el desplazamiento y ubicación de los bancos de túnidos tanto en la zona tropical como subtropical del océano Pacífico. Para ello es fundamental determinar las condiciones océano-atmosféricas de las zonas pesqueras, para conocer la variabilidad en factores físicos, químicos, biológicos y geológicos que a la postre permitirán concluir qué aspectos naturales afectan, modifican o condicionan la vida de esta especie marina.⁹¹

Es de resaltar que este tipo de patrocinio investigativo es muy útil al país, pues estimula la industria pesquera y sustenta la investigación científica con base en un interés económico. Esta forma de financiación de la investigación Oceanografía es común en potencias pesqueras como Chile, Perú y Japón, donde gran parte de su economía se mueve a partir de la industria pesquera. En el caso de los países sudamericanos se puede observar que tanto en Chile como Perú, la investigación marina tiene un propósito netamente industrial al servicio de la exploración y explotación de los recursos marítimos, generando de esta manera un desarrollo paralelo entre la industria pesquera y los institutos de investigación marina.⁹²

Es importante destacar que, tanto la DIMAR como la *Comisión Colombiana de Oceanografía*, CCO, tuvieron muy en cuenta para la realización del crucero Pacífico I

⁸⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Crucero Oceanográfico en el Pacífico Colombiano, Pacífico I – 1970, Resultados Preliminares. Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁹⁰ Comisión integrada por los Estados Unidos de América y la República de Puerto de Rico, que interesados en mantener y conservar la explotación del recurso pesquero del Pacífico Oriental han unido esfuerzos para financiar estudios oceanográficos que arrojen resultados fidedignos sobre las condiciones que afectan a los atunes.

⁹¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Op. cit., [s.p.]

⁹² La Industria Pesquera. Biblioteca Digital. Septiembre 06 de 2006. http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec_20.htm

la importancia científica y económica que representaba para el país estudiar la CPC, tanto por su privilegiada posición en el océano como por su gran riqueza natural. En vista de esto, dicha investigación ha estado dirigida a obtener información básica sobre los principales parámetros físico-químicos de la región de estudio, los cuales al ser correlacionados con las investigaciones biológico-pesqueras producidas por el extinto *Instituto de Desarrollo de los Recursos Renovables*, INDERENA, han contribuido de manera eficiente al desarrollo de proyectos pesqueros que pretenden crear las herramientas necesarias para que la pesca marítima en Colombia se realice bajo una explotación técnica y racional.⁹³

A lo largo de la década del 70, el sector empresarial extranjero preocupado por las pérdidas materiales que fenómenos naturales como *El Niño* podrían traer a su economía, resolvió desarrollar, junto a las instituciones de investigación marina de los países sudamericanos, una serie de programas científicos como el *Augment Colombian El Niño Oceanography*, ACENTO, *East Tropical Pacific*, EASTROPAC y el *ERFEN*, con el propósito de establecer las condiciones oceanográficas que se presentan periódicamente en el océano Pacífico. Dicha información fue sumamente importante para determinar los efectos atmosféricos que podría, traer consigo los cambios oceánicos. Además fue indispensable para los gobiernos y las economías nacionales e internacionales, pues les permitió conocer de antemano las variaciones climáticas y meteorológicas que se podrían presentar en el espacio terrestre y marítimo.⁹⁴

Los primeros cruceros oceanográficos que se realizaron en el mar Caribe y en el océano Pacífico tuvieron como principal interés el desarrollo de una investigación netamente descriptiva, donde sus tripulantes observaban, anotaban e interpretaban los datos que arrojaban los equipos. Los resultados de estas investigaciones no fueron aplicados para correlacionar los parámetros obtenidos en la CPC.⁹⁵ Por el contrario, mucha de esta información sólo se quedó en la etapa de recolección y nunca pasó al procesamiento de los datos, situación propia del nivel de capacitación del personal que realizó los primeros cruceros oceanográficos, generalmente inexperto y carente de equipos adecuados para realizar una buena investigación.

⁹³ *Ibíd.*, [s.p.]

⁹⁴ *Ibíd.*, [s.p.]

⁹⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

En Colombia los estudios oceanográficos sobre el ENOS han permitido establecer sus efectos en el clima y su impacto en algunas regiones del país como son las zonas Andina, Caribe, y los piedemontes llanero y amazónico, donde generalmente se presentan variaciones climáticas que dificultan la comunicación y entorpecen la economía del país. Lentamente la Nación ha vuelto sus ojos al mar, percatándose de la importancia que representa estudiar la influencia de los cambios océano-atmosféricos sobre el territorio colombiano.⁹⁶

Para 1974 se llevó a cabo en Perú el programa de investigación conjunta de la COI, la *Comisión Permanente del Pacífico Sur*, CPPS y la *Organización Meteorológica Mundial*, OMM, el cual tenía como principal objetivo planear la realización del *ERFEN* en Suramérica. Estas organizaciones llamaron la atención de los países suramericanos sobre la necesidad de estudiar e investigar los cambios océano-atmosféricos que anualmente se presentaban en el océano Pacífico a causa del fenómeno *El Niño*. Estas variaciones han perjudicado enormemente a los países costeros que sustentan su economía en la pesca y de igual manera han traído pérdidas significativas a los países del interior del continente, pues han generado cambios drásticos en las condiciones climáticas de las zonas andinas.⁹⁷

Durante la segunda mitad del siglo XX, la COI⁹⁸ se encargó de fomentar el desarrollo de investigaciones oceanográficas en países como Colombia, donde no existía una tendencia investigativa sobre sus aguas oceánicas. Allí se logró cultivar un espíritu científico que lentamente fue surgiendo con las reestructuraciones que se le hicieron a la DIMAR, que darías como fruto la conformación de institutos de investigación marina como el CIOH, que desde su creación en 1975 ha contribuido al desarrollo de investigaciones regionales con la CPPS⁹⁹ principal difusor y catalizador de la investigación marina en los países andinos.

⁹⁶ PABÓN, José Daniel. Op. cit., p 66.

⁹⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Informe Datos Oceanográficos, Pacifico IV-ERFEN I (1975). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁹⁸ Comisión dependiente de la UNESCO, cuya finalidad es fomentar la investigación científica de los océanos y los servicios que estos pueden brindar. Para tal fin realiza investigaciones con otras organizaciones internacionales que persiguen objetivos similares.

⁹⁹ Organismo regional designado para la coordinación de las políticas marítimas de sus Estados miembros: Chile, Colombia, Ecuador y Perú. A través de ella, sus integrantes buscan desarrollar alianzas, políticas de desarrollo, planes de investigación del medio marino, proyectos científicos y protección de la cuenca del Pacífico.

Con la realización de los cruceros oceanográficos correspondientes a 1972 y 1975, la *Dirección General Marítima y Portuaria* aumentó sus relaciones internacionales en el campo de la investigación marina. Producto de su participación en estos convenios el país desarrolló el crucero *ERFEN I* en la CPC. De esta manera, se dio inicio a las investigaciones conjuntas con la CPPS, aportando periódicamente información científica sobre las condiciones océano-atmosféricas de las aguas marítimas colombianas y recibiendo información sobre el comportamiento de las aguas oceánicas de Perú, Chile y Ecuador¹⁰⁰ (Ver más adelante, Tabla II)

A partir del Crucero *Pacífico V – ERFEN II* realizado en 1976 por la *Dirección General Marítima y Portuaria*, se evidenció el apoyo de instituciones internacionales como la *Organización de Estados Americanos*, OEA¹⁰¹ que, en desarrollo de sus labores diplomáticas, ayudó a Colombia por medio del *Plan Multinacional de Ciencias del Mar*. Este proyecto contemplaba la colaboración permanente de la OEA para países que adelantaban investigación marina sin contar con las herramientas necesarias para desarrollar plenamente investigaciones oceanográficas. Para el caso colombiano, la OEA contribuyó enormemente con la capacitación de personal humano, la adquisición de instrumental y equipos técnicos y con apoyo financiero a instituciones nacionales, lo cual fortaleció el desarrollo de estudios oceanográficos, dándole una mayor rigurosidad a las investigaciones científicas en el país.¹⁰²

Desde 1975 se resalta la participación del CIOH en las investigaciones oceanográficas en Colombia, pues desde ese momento su contribución al desarrollo de las Ciencias del Mar ha sido constante e integral, ya que ha permitido la implementación e innovación de nuevos métodos investigativos necesarios para obtener resultados científicos más precisos. Fue así como a través de 9 años el CIOH estuvo encargado de realizar investigaciones oceanográficas en la CPC, pues con la creación del CCCP en 1984, estas facultades fueron entregadas al nuevo centro de investigaciones del Pacífico, que pese ha contar con todas la herramientas necesarias para realizar las

¹⁰⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Op. cit., [s.p.]

¹⁰¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976a. Crucero Pacífico V-ERFEN II (1976). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁰² 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. Septiembre 04 de 2006.
<http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>.

investigaciones, siempre ha compartido el desarrollo de la labor investigativa con el CIOH.¹⁰³

Los cruceros oceanográficos de 1976, 1977 y 1978 se caracterizaron por desarrollar una misma línea investigativa que fue reproducida por los convenios internacionales en los cuales participó Colombia. Entre ellos vale la pena mencionar los estudios ERFEN, ya que a partir de estos se logró obtener nuevos conocimientos sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del océano Pacífico. Además, estas investigaciones han sido importantes para determinar el comportamiento anual de la CPC, lo cual ha sido favorable a la hora de implementar y desarrollar planes preventivos frente a cualquier cambio océano-atmosférico que afecte las costas colombianas y modifique las condiciones climáticas de los demás países andinos¹⁰⁴ (Véase: Tabla II)

A partir de las investigaciones hechas por la Dirección General Marítima y Portuaria sobre el fenómeno *El Niño*, Colombia ha logrado acumular una gran base de datos sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas de sus áreas marítimas. Esta información histórica ha permitido predeterminar promedios de temperatura y condiciones océano-atmosféricas de la CPC durante algunos períodos del año donde se han encontrado similitudes e interferencias en el desarrollo de las condiciones oceanográficas.

Por otra parte, estos 30 años de investigación marina han aportado un mayor conocimiento sobre el fenómeno *El Niño*, abriendo la posibilidad de contrastar el desarrollo de este fenómeno natural a través de las décadas, arrojando nuevos e importantes resultados sobre su origen, desarrollo y evolución.¹⁰⁵ De esta manera, la evolución del ENOS en las costas del Pacífico ha representado un importantísimo apoyo para la investigación nacional e internacional, ya que ha obligado a los países costeros de Sudamérica a implementar estudios oceanográficos y desarrollar planes

¹⁰³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976b. Crucero Pacífico VI – ERFEN III (1976). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁰⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1978a. Crucero Pacífico VII-ERFEN IV (1978). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁰⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. Investigación Oceanográfica en la Cuenca Pacífica Colombiana. En: Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2002. p 21.

de investigación conjunta que contribuyan a interpretar y explicar los procesos por los que atraviesan las aguas oceánicas en un espacio-tiempo determinado.¹⁰⁶

Durante la década de los años 80 la investigación marina en Colombia recibió un gran impulso por parte del Gobierno Nacional que, en vista de los buenos resultados que arrojaron los estudios hidrográficos y oceanográficos tanto en el Caribe como en el Pacífico, decidió financiar la compra de nuevas plataformas investigativas y capacitar al personal técnico de la *Dirección General Marítima y Portuaria*, para que sus labores investigativas se realizaran en óptimas condiciones, guardando la rigurosidad científica que ha caracterizado a la institución. Partiendo de ello, la adquisición de la flota investigativa estuvo enmarcada bajo la necesidad científica que representó ampliar los estudios marinos en áreas como la Oceanografía e Hidrografía, los cuales aumentaron su importancia nacional con los convenios internacionales y el desarrollo del *Plan Cartográfico Nacional*.¹⁰⁷

En 1981, en acuerdo con el gobierno de Alemania, el Estado colombiano negoció la adquisición de los buques oceanográficos Malpelo y Providencia¹⁰⁸, los cuales llegaron al país equipados con todas las herramientas convencionales para el adelantamiento de investigaciones oceanográficas, hidrográficas e incluso de señalización marítima. Estas dos plataformas de investigación oceanográfica constituyeron la base operativa con las cuales contó la comunidad científica nacional para trabajos de investigación marina. Los buques están dotados de laboratorios funcionales con instrumental que permite adelantar investigaciones en Oceanografía Física, química, biológica y geológica; así como también permiten establecer las condiciones meteorológicas y realizar levantamientos hidrográficos, esenciales para determinar la morfología del lecho marino, las rutas de navegación, los canales de acceso a puertos, las zonas de fondeo, las estaciones de muestreo oceanográfico, la explotación de pesca y el conocimiento de flora y fauna marina¹⁰⁹ (Ver: Tabla 2).

¹⁰⁶ Dirección General Marítima y Portuaria. Cruceros “Pacífico”. En: Programa Colombiano de Investigaciones Marinas. Dirección General Marítima y Portuaria. Bogotá, 1973. p 6.

¹⁰⁷ Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>.

¹⁰⁸ Construidos en el año de 1981 en los astilleros Martín Jansen de la ciudad de Leer, en la República Federal Alemana, e incorporados el 23 de junio de 1981 a la Armada Nacional de Colombia.

¹⁰⁹ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 1986. Folleto Informativo e Intrusión de Coordinación. Informe Técnico. Cartagena: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. p 25.

Con la dotación de los buques oceanográficos la investigación marina en el país adquirió mayor rigor científico y fundamentó los estudios oceanográficos, pues los equipos y laboratorios con que estaban equipadas las naves ofrecían un alto nivel de precisión que permitía obtener datos confiables sobre las condiciones océano-atmosféricas del mar. De esta manera, la investigación oceanográfica en Colombia dejó de ser simplemente descriptiva y se convirtió en una ciencia aplicada a la economía, a la soberanía, a la sociedad y al desarrollo científico. A partir de este momento la investigación marítima en Colombia adquirió una mayor coordinación y divulgación científica, producto de los convenios internacionales que en el momento desarrollaba con el soporte de la CPPS¹¹⁰.

En el crucero de 1986 las investigaciones oceanográficas presentaron un especial interés hacia la ejecución de estudios biológicos, que estuvieran dirigidos a recolectar muestras de íctioplancton¹¹¹, que permitieran conocer la variedad, ubicación, desplazamiento y abundancia de los peces en la CPC. A través de estos estudios el Estado colombiano logró obtener información sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas que afectan la vida de los peces, datos que fueron importantes para la comunidad científica del país por el gran aporte cognoscitivo en el campo de la Biología Marina. También se resalta su gran valor científico en el ámbito internacional, sobretodo para aquellos países miembros de la CPPS que históricamente han desarrollado estudios oceanográficos enfocados a la explotación del recurso pesquero¹¹² (Ver: Tabla 2)

La realización de estudios investigativos sobre íctioplancton en Colombia ha sido relativamente escasa, pues en el país no existe una industria pesquera consolidada que sustente y apoye este tipo de trabajos científicos. Por el contrario, el desarrollo de la actividad pesquera aún se encuentra en etapas primarias de conocimiento, donde predomina la pesca artesanal y por tanto, la explotación del recurso marino no representa gran importancia para la economía nacional. Esta situación condujo a que el Gobierno Nacional, con el apoyo de algunas instituciones marinas, planeara y ejecutara esta clase de estudios marítimos, con el firme propósito de incentivar la

¹¹⁰ ARRIAGA, Luis. La Comisión Permanente del Pacífico Sur como Organismo Regional Marítimo y sus Perspectivas. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador. num. 12, 1982. pp. 42-43.

¹¹¹ Investigación marina enfocada al estudio de los peces.

¹¹² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1986a. Crucero Pacifico IX-ERFEN VI (1978). Informe Técnico. Cartagena: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

explotación pesquera y el desarrollo cognoscitivo del recurso biológico en el ámbito nacional e internacional.¹¹³

Es importante aclarar que el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) hace parte de un programa investigativo desarrollado por la CPPS, el cual está dirigido a investigar los cambios oceánico-atmosféricos que ocurren en el Pacífico Sudeste, con el objeto de explicar las modificaciones en el ambiente marino, las variaciones climáticas en la región y sus efectos sobre el recurso pesquero. Además, sus principales aplicaciones prácticas corresponden al manejo de la explotación pesquera y agrícola, y el libre desarrollo del transporte y comercio marítimo. Por esta razón, dichos estudios sólo se realizan de manera conjunta, coordinada y programada, con el propósito de establecer criterios serios sobre las condiciones oceanográficas en la cuenca Pacífica de cada país participante.¹¹⁴

Durante los cruceros oceanográficos de 1987, 1988 y 1989 las investigaciones marinas siguieron la misma línea de estudios planeada por la *Dirección General Marítima y Portuaria*, de acuerdo a los programas establecidos por la Secretaría General de la CPPS, que durante más de 15 años ha mantenido la realización del programa *ERFEN*, por considerarlo un elemento vital para el desarrollo y bienestar de los países de Suramérica que han visto fortalecida su economía y han mejorado sus condiciones de vida como producto de los buenos resultados que han arrojado estos estudios científicos.¹¹⁵ En el caso de Colombia, hasta el momento las investigaciones regionales sobre el océano Pacífico han sido fructíferas para las relaciones internacionales con los países vecinos. Además, le ha otorgado la oportunidad de avanzar de manera conjunta en el crecimiento de investigación de carácter internacional que ha posicionado su nombre en el exterior y le ha permitido fundamentar el desarrollo de estudios oceanográficos al interior del país, valorando de esta manera la importancia que representa conocer el océano y predeterminar los efectos que los cambios océano-atmosféricos pueden traer sobre el espacio marino y terrestre (Ver: Tabla 2)

¹¹³ *Ibíd.*, [s.p.]

¹¹⁴ ARRIAGA, Luis. *Op. cit.*, p 42.

¹¹⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988a. Las Condiciones Oceanográficas del Pacífico Colombiano Durante Marzo-Abril/88-Crucero. Informe Técnico. [s.l.i.]: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. pp. 1-2.

A lo largo de la década de 1990 las investigaciones oceanográficas adquirieron mayor prestigio en el ámbito nacional, llamando la atención de Universidades e Institutos marinos interesados en desarrollar investigaciones de manera conjunta con la DIMAR¹¹⁶, entidad que para este tiempo había implementado el desarrollo de nuevos programas de investigación marina en el ámbito mundial. Dentro de estos se resalta el *Tropical Ocean-Global Atmosphere*, TOGA, que desde 1985 empezó a ser ejecutado por Estados Unidos con el propósito de conocer las interacciones entre el océano Pacífico Tropical y la atmósfera. En Colombia a partir de 1989 se inicia el desarrollo del programa TOGA, a bordo de los cruceros oceanográficos que semestralmente recolectaron muestras físicas, químicas, biológicas y geológicas que permitieron determinar el estado océano-atmosférico del Pacífico Tropical. Los resultados obtenidos en estas investigaciones fueron procesados y analizados por la DIMAR, para luego ser transferidos a la CPPS, que como ente rector de las investigaciones marinas en Suramérica las publicó y colocó a disposición de empresas, instituciones y gobiernos interesados en el tema.¹¹⁷

Es importante destacar que la realización de los cruceros oceanográficos en Colombia ha tenido un fuerte enfoque investigativo hacia la realización de los estudios sobre el fenómeno El Niño, los cuales han sido prioritarios para determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC y para obtener información sobre su influencia en los cambios climáticos del país. Estos estudios, a finales de la década del 90, fueron complementados por investigaciones meteorológicas que aportaron nuevos conocimientos sobre los cambios atmosféricos, presentados globalmente como consecuencia de la generación de fenómenos ambientales.¹¹⁸ La última década de la investigación marina en Colombia ha estado dotada de valiosos aportes científicos que han dado a la Nación un espaldarazo a nivel mundial hacia la profundización y desarrollo de las Ciencias del Mar.

¹¹⁶ Con la apertura económica de los años 90 se crea la Superintendencia General de Puertos con la Ley 1ª de 1991 señalándose funciones inherentes a su naturaleza, motivo por el cual la DIMAR sería llamada en adelante Dirección General Marítima.

¹¹⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991a. Informe Científico Crucero Pacífico XVIII-ERFEN XV TOGA-COLOMBIA (Marzo-Abril 1991). Informe Técnico. [s.l.e.]: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

¹¹⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993b. Informe Técnico Crucero Oceanográfico ERFEN XXI. Informe Técnico. Cartagena de Indias: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

La Oceanografía se ha visto beneficiada durante los últimos años por la adquisición de nuevos equipos técnicos y la incorporación de talento humano especializado en los diferentes campos de la investigación oceánica. Estos elementos han fundamentado el desarrollo de las Ciencias del Mar, siendo claves a la hora de producir información y datos oceanográficos confiables. De esta manera el país se ha ido posicionado un poco mejor en el ámbito internacional, como una Nación sensible a la investigación y al cuidado del océano, logrando así adquirir un reconocimiento nacional y algún prestigio internacional.¹¹⁹

Tabla 2. Cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano

Numero	Fecha	Nombre de la expedición oceanográfico	Nombre del Buque
1	Marzo 1970	Pacífico I	ARC San Andrés
2	Feb. 13 – Mar. 11 1972	Pacífico II	ARC San Andrés
3	Junio 10 – 28 de 1972	Pacífico III	ARC San Andrés
4	Enero 31 – Febrero 17 de 1975	Pacífico IV-EFFEN I	ARC San Andrés
5	Abril 14 – Mayo 17 de 1976	Pacífico V -ERFEN II	ARC San Andrés
6	Septiembre 23 – Oct. 29 de 1976	Pacífico VI -ERFEN III	ARC San Andrés
7	Octubre 22 – Noviembre 22 de 1977	Pacífico VII	ARC San Andrés
8	Noviembre 29 – Diciembre 12 de 1978	ERFEN IV	ARC San Andrés
9	Noviembre 1982	Pacífico VIII - ERFEN V	
10	Mayo – Junio de 1986	Pacífico IX – ERFEN VI	ARC Providencia
11	Marzo 24 –Abril 22 de 1987	Pacífico X – ERFEN VII	ARC Providencia
12	Abril – Marzo de 1988	Pacífico XII – ERFEN IX	ARC Providencia

¹¹⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2003a. Estudios de los eventos ENOS en la Cuenca del Pacífico Colombiano durante el 2003. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

Numero	Fecha	Nombre de la expedición oceanográfica	Nombre del Buque
13	Noviembre de 1988	Pacífico XIII	
14	Marzo de 1989	Pacífico XIV-ERFEN XI	
15	Agosto de 1989	Pacífico XV –ERFEN XII	ARC Malpelo
16	Marzo – Abril de 1990	Pacífico XVI	
17	Septiembre de 1990	Pacífico XVII	
18	Marzo - Abril de 1991	Pacífico XVIII – ERFEN XV	ARC Malpelo
19	Septiembre 18 –Octubre 14 de 1991	Pacífico XIX – ERFEN XVI	ARC Malpelo
20	Abril 12 – Mayo 08 de 1993	Oceanográfico ERFEN XX	ARC Providencia
21	Septiembre 29 –Octubre 20 de 1993	Oceanográfico ERFEN XXI	ARC Providencia
22	1994: Nov.	Pacífico XXIV – ERFEN XXII	ARC Providencia
23	1996: Jun.	Pacífico XXV – ERFEN XXIII	
24	1996: Oct.	Pacífico XXVI – ERFEN XXIV	
25	Mayo de 1997	Pacífico XXVII – ERFEN XXV	
26	Noviembre – Diciembre de 1997	Pacífico XXVIII - ERFEN XXVI	ARC Malpelo
27	Mayo de 1998	Pacífico XXIX – ERFEN XXVII	ARC Malpelo
28	Octubre de 1998	Pacífico XXX – ERFEN XXVIII	ARC Malpelo
29	Mayo de 1999	Pacífico XXXI – ERFEN XXIX	ARC Malpelo
30	Mayo de 2000	Pacífico XXXI – ERFEN XXX	ARC Gorgona
31	Noviembre – Diciembre 2000	Pacífico XXXII	ARC Providencia
32	Junio 22 –Julio 12 de 2001	Pacífico XXXIV – ERFEN XXXII	ARC Providencia
33	Abril de 2002	Pacífico XXXVI- ERFEN XXXIV	ARC Malpelo
34	Septiembre de 2002	Pacífico XXXVII – ERFEN XXXV	ARC Malpelo

Numero	Fecha	Nombre de la expedición oceanográfica	Nombre del Buque
35	Septiembre de 2003	Pacífico XXXVIII – ERFEN XXXVI	ARC Malpelo
36	Septiembre de 2004	Pacífico XXXIX - ERFEN XXXVII	ARC Providencia

Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico. Informes de los Cruceros Oceanográficos.

1.5 LA INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA, DEL FENÓMENO *EL NIÑO*

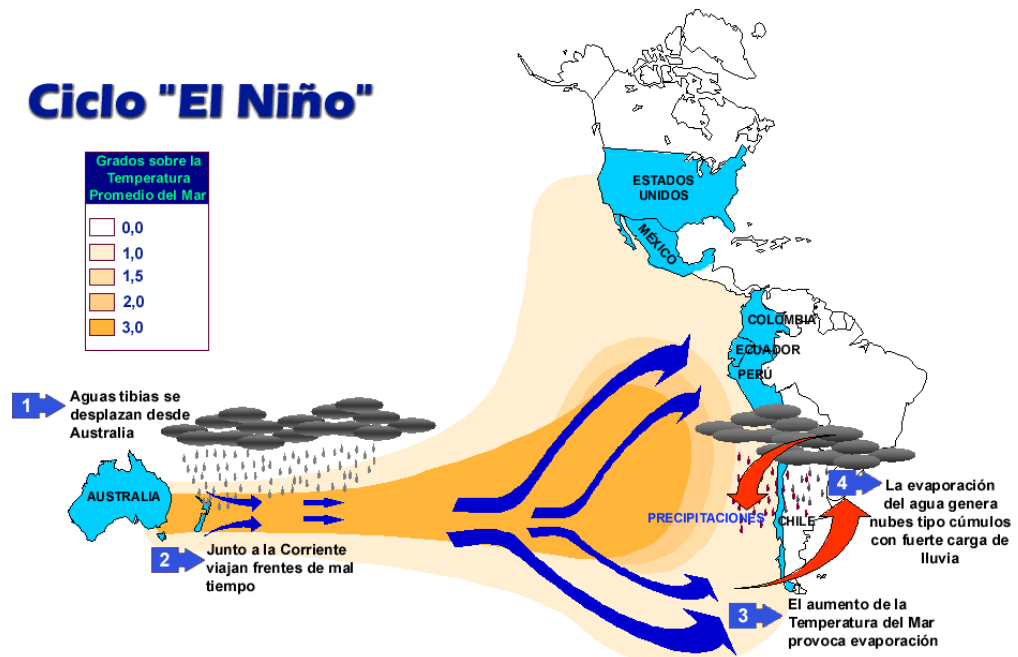
Desde mediados del siglo XVIII se tiene conocimiento de las alteraciones producidas por el fenómeno *El Niño* en la región del Pacífico Suramericano Oriental, donde las precipitaciones y los cambios de temperatura suelen ser drásticos. Los orígenes del nombre se encuentran en los pescadores peruanos, quienes siglos atrás observaron una disminución periódica en la cantidad de peces en la región costera, situación que despertó su interés por presentarse en la época de navidad. Por tal razón, estos personajes decidieron bautizar a este fenómeno natural con el nombre de *El Niño*.¹²⁰

El fenómeno *El Niño* (Figura 2.) hace referencia a la aparición de aguas superficiales cálidas provenientes de los sectores del océano Pacífico Central y Oriental, hasta las costas del Perú, Ecuador y sur de Colombia. Su duración oscila entre 10 y 18 meses, y se debe al debilitamiento de los vientos Alisios tanto del noreste como del sureste, ocasionando un aumento en la temperatura superficial del mar, incrementando el nivel del mar y produciendo el hundimiento de la termoclina en el Pacífico Occidental.¹²¹

¹²⁰ GARCÍA. I. *Efectos de los Eventos El Niño y La Niña sobre la comunidad de Fitoplancton al Interior de la Ensenada de Tumaco. 1997-2000*. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. No 8. (noviembre de 2001), p 15.

¹²¹ Historia sobre el Estudio del Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Comisión Colombiana del Océano. Agosto 12 de 2006. <http://www.cco.gov.co/fnino1.htm#dos>

Figura 2. Imagen que ilustra la generación del fenómeno El Niño en el océano Pacífico.



Fuente: Armada de Chile, El Fenómeno El Niño.

La presencia de *El Niño* sobre las costas suramericanas tiene una antigüedad de 13.000 años, según las pruebas geológicas que científicos han realizado sobre las costas del continente. Los registros documentales más antiguos acerca de este fenómeno natural datan de 400 años, pertenecientes al período colonial peruano donde se encontraron textos y manuscritos que revelaban la aparición de extrañas y fuertes lluvias sobre los desiertos del Perú, zonas donde no es "normal" que se desarrollen este tipo de precipitaciones.

Los estudios científicos de este fenómeno se vienen realizando desde la segunda mitad del siglo XIX¹²², época en la cual se despertó el interés de extranjeros y nacionales. Para 1892 surgió la primera publicación a través de la *Sociedad Geográfica de Lima*, la cual publicó un artículo donde se describía la presencia de una corriente cálida en las aguas del norte del país, que particularmente se presentaba a principios del año y tenía la característica de venir acompañada de lluvias torrenciales. Como producto de estos cambios océano-atmosféricos que se presentaron en el Pacífico Sur a finales del siglo XIX, el geógrafo Víctor Eguiguren desarrolló un trabajo

¹²² PABÓN, José Daniel. Op. cit., p 65.

denominado *Lluvias en el Piura*, primer documento que trató de describir la climatología del fenómeno y su incidencia en el interior del territorio.¹²³

A comienzos del Siglo XX científicos ingleses del *Observatorio Real de la India*, preocupados por los cambios océano-atmosféricos que afectaban el tránsito de las naves y modificaban las condiciones climáticas de las regiones contiguas al océano Índico, se pusieron a la tarea de estudiar los factores que intervenían en la generación de estos fenómenos mejor conocidos como *Monzón*,¹²⁴ los cuales se caracterizaron por presentar una inversión en los sistemas de vientos. Tras haber descrito durante años las variaciones atmosféricas del océano, estos científicos lograron publicar un artículo en la *Royal Metereological Society* explicando las modificaciones de los vientos a partir de la etapa estacional del año y su incidencia en las corrientes de agua.

Para mediados del siglo XX las costas Sureste de América sufrieron los efectos generados por el fenómeno *El Niño* de 1957-1958, período cuando las condiciones climáticas y atmosféricas del ambiente cambiaron sustancialmente afectando los cultivos y perjudicando las poblaciones costeras. A partir de los sucesos ocurridos la atención de algunos científicos marinos estuvo dirigida a estudiar los orígenes, evolución y efectos de dicho fenómeno natural, hecho que marcó el inicio de una ardua investigación que más tarde logró comprobar que *El Niño* no hacía parte de un hecho aislado sino que su influencia era mundial.¹²⁵

Ya en la década de 1960 varios institutos norteamericanos preocupados en estudiar los efectos producidos por el *ENOS*, realizaron reuniones científicas para discutir las particularidades del fenómeno y sus distintos campos de estudio. Fue así como se creó el espacio para que el meteorólogo noruego Jacob Berjknes, de la Universidad de California de los Ángeles, lograra formular la primera teoría moderna sobre el *ENOS*, la cual describía dicho fenómeno como una perturbación del sistema océano-atmósfera. De esta manera las investigaciones oceanográficas, meteorológicas y climáticas empezaron a girar en torno a este planteamiento científico, el cual junto a la

¹²³ Historia sobre el Estudio del Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Comisión Colombiana del Océano. Agosto 12 de 2006. <http://www.cco.gov.co/fnino1.htm#dos>

¹²⁴ Variación estacional en la dirección del viento, que generalmente cambia drásticamente las condiciones atmosféricas del océano y modifica el clima de las regiones.

¹²⁵ Historia sobre el Estudio del Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Comisión Colombiana del Océano. Agosto 12 de 2006. <http://www.cco.gov.co/fnino1.htm#dos>

implementación de equipos informáticos utilizados para crear modelos de simulación de la circulación atmosférica permitieron obtener valiosos resultados sobre los cambios en la temperatura del Pacífico Tropical. Según estudios de vientos y mareas realizados en 1975 por la Universidad de Hawai, se logró demostrar que los fuertes vientos Alisios empujaban las aguas más calientes de la superficie del Oeste del océano Pacífico, desplazándolas a lo largo del Ecuador hasta que se acumulaban en las costas de Indonesia.¹²⁶

Durante la década de 1980 la COI diseñó planes de estudios oceanográficos dirigidos a aumentar el conocimiento sobre las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico. Entre los proyectos más importantes se destacan el *TOGA* y el *World Climate Research Program*, WCRC, como programas pioneros en estudiar la interacción océano-atmósfera en el Pacífico Tropical. A partir de esta iniciativa, la COI continuó con sus investigaciones sobre los cambios océano-atmosféricos y propuso a nivel mundial el *Programa Internacional Oceanography Data Exchange*, IODE,¹²⁷ que tuvo como principal propósito desarrollar en los países miembros de la Organización de Naciones Unidas, ONU, los medios para compartir de manera segura la información histórica y reciente sobre el océano Pacífico. Así, organizaciones como la UNESCO contribuyeron a la creación y fortalecimiento de instituciones científicas orientadas a la investigación, prevención y difusión de los cambios oceánicos.¹²⁸

En Suramérica las investigaciones sobre el fenómeno *El Niño* han estado a cargo de los países costeros del Sureste Pacífico, que a través de la CPPS¹²⁹ han unido esfuerzos para investigar el fenómeno y sus efectos sobre los territorios. Desde la segunda mitad del siglo XX los países andinos, apoyados por las ONU, han realizado los estudios *ERFEN*,¹³⁰ a través de proyectos financieros y técnicos tales como el *Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*, PNUMA y la *Organización de*

¹²⁶ Historia sobre el Estudio del Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Comisión Colombiana del Océano. Agosto 12 de 2006. <http://www.cco.gov.co/fnino1.htm#dos>

¹²⁷ Programa creado con el fin de estimular la investigación, la exploración y la explotación del mar, facilitando el intercambio de datos e información oceanográfica.

¹²⁸ El Impacto del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones. Centro Regional de Información sobre Desastres de América Latina y el Caribe. Septiembre 02 de 2006. http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No1_2001/pagina22.htm

¹²⁹ Comisión de investigación conjunta de Océano Pacífico integrada por Chile, Perú, Ecuador y Colombia.

¹³⁰ Estudios Regionales Sobre el Fenómeno El Niño, realizado por los países miembros de la Comisión Permanente de Pacífico Sur.

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO¹³¹, que han representado un espaldarazo al desarrollo de la investigación marina, aportando importantes conocimientos sobre las condiciones atmosféricas del océano Pacífico.

La información que la CPPS ha almacenado y estudiado durante 29 años ha sido vital para el funcionamiento de gobiernos y entidades encargadas de la seguridad nacional en el continente americano, ya que a través de los institutos de investigación marina han sido informados sobre la variabilidad y agresividad con la cual el fenómeno natural llega a las costas y afecta las condiciones climáticas del interior de los territorios.¹³² Con la creación de la *Corporación Andina de Fomento*, CAF,¹³³ se constituyó una entidad encargada de evaluar su impacto negativo y de planear proyectos de prevención para enfrentar el desarrollo de otros posibles sucesos naturales. Con la puesta en marcha de esta entidad los países andinos iniciaron un plan de contingencia para conocer la magnitud de los daños producidos por *El Niño* (Figura 3.), situación que alertó sobre las millonarias pérdidas económicas y materiales causadas por el fenómeno natural. Según información de los institutos nacionales de diferentes lugares del mundo el desarrollo de *El Niño* afectó sectores económicos (agricultura, acuicultura, pesquería, transporte marítimo, telecomunicaciones, servicios públicos, comercio de puertos y zonas costeras), la salud (destrucción de hospitales y centros de salud, pérdida de equipos médicos, altos niveles de mortalidad, proliferación de enfermedades, desabastecimiento de fármacos), sociales (generación de períodos de sequía, hambrunas, destrucción de viviendas, víctimas humanas, desplazamientos temporales de la población, daños en las redes de los servicios públicos). Así ocurrió en 1997-1998, años cuando fueron más fuertemente azotadas las costas de Suramérica, produciéndose pérdidas por más de 7.543 millones de dólares.¹³⁴

¹³¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. s.f.p. Aspectos Generales del Fenómeno “El Niño”, Oscilación Sur. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Dirección General Marítima y Portuaria. pp. 1-5.

¹³² FONSECA, J. El XXX Aniversario de la Declaración de Santiago. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador, N° 12, 1982. p 49.

¹³³ Corporación conformada por los cinco países miembros de la Comunidad Andina de Naciones (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) para producir informes y planes sobre los efectos del fenómeno *El Niño*.

¹³⁴ El Impacto del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones. Centro Regional de Información sobre Desastres de América Latina y el Caribe. Septiembre 02 de 2006. http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No1_2001/pagina22.htm

Figura 3. Mapa sobre los países andinos más afectados por el fenómeno El Niño de 1997-1998.



Fuente: Revista EIRD. El Impacto de El Niño 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones.

El Niño es un evento interanual, que amerita todos los cuidados pertinentes para evitar y disminuir en lo posible los daños que produce a su paso sobre las poblaciones humanas. En vista de ello, mandatarios de cada país e institutos marinos se han dado a la tarea de proseguir y aumentar esfuerzos para realizar estudios más precisos y eficaces que permitan adoptar las medidas necesarias para afrontar el desarrollo de un evento *ENOS*.¹³⁵

En el caso de Colombia, el desarrollo de las investigaciones oceanográficas estuvo dirigida ha establecer las condiciones océano-atmosféricas producidas por *El Niño* a partir de 1975, fecha en que se iniciaron por parte de la CPPS los estudios regionales sobre este fenómeno. Investigaciones que han sido realizadas alrededor de 21 años por los países andinos, aportando importantes conocimientos sobre las variaciones físicas, químicas y biológicas del océano Pacífico. Esta situación impulsó la realización de estudios científicos a cargo de Universidades e Institutos marinos interesados en

¹³⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. s.f.p. Aspectos Generales del Fenómeno “El Niño”, Oscilación Sur. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Dirección General Marítima y Portuaria. p. 1-5.

investigar los cambios atmosféricos, ambientales y climáticos que el *ENOS* produce sobre los territorios del Pacífico colombiano.

En el ámbito nacional se destaca el desarrollo de dos procesos académicos donde estudiaron los efectos de *El Niño* en las costas del Pacífico. El primero corresponde a la década de 1980 donde se analizaron los cambios en la circulación del área marítima colombiana, en especial el incremento en la velocidad de la corriente Ecuatorial Norte. El segundo se orientó hacia la determinación de la temperatura superficial del mar, el nivel del mar, los efectos en la precipitación y en la circulación regional. De esta manera en el país se vincularon a la investigación oceanográfica Universidades, Institutos marinos y empresas, con el propósito de incentivar los estudios científicos sobre el océano.¹³⁶

1.6 LA COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR, CPPS Y SU RELACIÓN CON COLOMBIA

A partir del 18 de agosto de 1952, Chile, Ecuador y Perú suscribieron la *Declaración de Chile*, que consagró la petición del derecho de las zonas marítimas expuesta por los países suramericanos con costas en el océano Pacífico, que reclamaban soberanía y jurisdicción exclusiva sobre un espacio marítimo mínimo de 200 millas marinas desde la línea de costa. Con esta solicitud los gobiernos de cada país buscaron asegurar derechos políticos sobre una franja de mar que les permitiera obtener las condiciones necesarias de subsistencia y los medios para su desarrollo económico. Así nació la CPPS, como una institución de carácter internacional interesada en defender los derechos marítimos que poseen los países suramericanos sobre el océano Pacífico y sus costas. Esta entidad fue vital para crear una aptitud de pertenencia y concienciar a los países costeros hacia la exploración y explotación de los recursos naturales que ofrece el espacio marino.¹³⁷

Aquello que en un principio fue la defensa del espacio marítimo de los países andinos, luego se convertiría en un espacio propicio para adelantar las investigaciones marinas dirigidas por la CPPS, que tendría la potestad de planear y concertar proyectos de vigilancia, protección y conservación de las zonas oceánicas de los países miembros.

¹³⁶ PABÓN, José Daniel. Op. cit., p 66.

¹³⁷ Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Declaración de Santiago. Pacífico Sur*. Santiago, Chile, num. 7, 1977. pp. 5-6.

Es así como a través de 30 años dicha institución internacional ha sido el faro que orienta los estudios científicos en el Pacífico Sur, destacándose de esta manera el desarrollo que han presentado países como Chile y Perú en el campo de la industria pesquera y las Ciencias del Mar.¹³⁸

1.6.1 El caso de Colombia en la CPPS. Recién fundada la CPPS, sus tres países miembros, Chile, Perú y Ecuador, hicieron extensiva la invitación a Colombia para pertenecer a esta organización, la cual buscó en ese momento adherir más integrantes que la apoyaran políticamente en la pugna jurídica que habían iniciado para obtener ciertos derechos internacionales sobre una franja marítima de 200 millas náuticas. Fue así como en 1979 el país manifestó su interés de hacer parte de la CPPS, gesto que fue bien visto por los países miembros que unieron sus intereses políticos alrededor de la unión. De esta manera, el 24 de febrero de 1981 se firmó por los ministros de Relaciones Exteriores de Colombia, Chile, Ecuador y Perú, la *Declaración de Cali*, en ceremonia que formalizó un vínculo efectivo de solidaridad entre los países miembros de la CPPS para planear y desarrollar actividades de investigación marina.¹³⁹

Con la incorporación de Colombia a la CPPS la investigación oceanográfica en Sudamérica aumentó su área marítima de estudio y logró obtener información científica sobre un espacio marino del que no se tenía ninguna referencia hasta el momento. Así, el Estado colombiano, a través de la *Dirección General Marítima y Portuaria*, inició labores para cumplir con las obligaciones adquiridas con la CPPS, donde no sólo se exponían cuestiones relacionadas al derecho de mar, sino que también se resaltaban los tipos de Oceanografía que se debían realizar en un crucero oceanográfico, dada la importancia que ello revestía para el desarrollo económico del país.¹⁴⁰

Con la inclusión del país a la CPPS la *Dirección General Marítima y Portuaria*, al igual que las demás instituciones o empresas dedicadas a la exploración e investigación de la CPC, han adquirido un gran conocimiento sobre el océano, sus recursos naturales, riquezas y potencialidades. Cabe resaltar que dado el estado embrionario de las

¹³⁸ VALDEZ BAQUERO, Rodrigo. *Latinoamérica y el Nuevo Derecho del Mar. Pacífico Sur*. Santiago, Chile, num. 12, 1982. p 5.

¹³⁹ VALDEZ BAQUERO, Rodrigo. Op. cit., p 6.

¹⁴⁰ GUILLEN, Oscar. El Medio Ambiente Marino – El Medio Ambiente Físico Químico. Seminario (El Nuevo Derecho del Mar). Lima, Perú, Comisión Permanente del Pacífico Sur, 7 - 37 de enero de 1980, pp. 1-2.

Ciencias de Mar en Colombia y las pocas instituciones capacitadas para realizar investigaciones oceanográficas, la primera etapa de los estudios marinos en el país fueron orientados hacia la descripción de los parámetros físicos, químicos, biológicos y geológicos, pues durante un tiempo prudencial se instruyó al personal técnico y profesional sobre el tipo de estudios oceanográficos que se debían realizar y su importancia para el futuro. De esta manera se planteó que las investigaciones oceanográficas tendrían que ser ciencias aplicadas a las necesidades sociales para que su estudio no rayara la simple descripción de las condiciones océano-atmosféricas, sino que aportara nuevos frutos al desarrollo científico y económico de la Nación.¹⁴¹

Dada la importancia que representó para Colombia su ubicación dentro del continente americano, la *Dirección General Marítima y Portuaria* durante sus primeros años de funcionamiento planeó en qué forma podrían contribuir las investigaciones oceanográficas e hidrográficas al aprovechamiento de los mares y la explotación de los recursos marinos. Así, los estudios hidrográficos manifestaron un apreciable aporte para la creación de canales y vías de acceso a los puertos colombianos, haciendo de ellos lugares adecuados para el embarque y descarga de mercancía. De igual manera, las investigaciones oceanográficas a través de sus parámetros geológicos también proporcionaron información valiosa sobre los tipos de sedimentos y la morfología de los mismos, creando así un conjunto de estudios claves a la hora de crear, habilitar y modificar puertos.¹⁴²

Los cruceros oceanográficos han sido un elemento fundamental para estudiar el espacio marítimo de Suramérica, ya que a lo largo de la segunda mitad del siglo XX han aportado información sobre las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico. Desde 1975, en el país se han realizado los estudios regionales sobre el fenómeno El Niño que a través de 27 cruceros oceanográficos dirigidos por la CPPS, han permitido estudiar, analizar y explicar los efectos cambiantes del evento cálido.¹⁴³

¹⁴¹ Dirección General Marítima y Portuaria. Cruceros “Pacífico”. En: Programa Colombiano de Investigaciones Marinas. Dirección General Marítima y Portuaria. Bogotá, 1973. pp. 6-7.

¹⁴² Dirección General Marítima y Portuaria. Cruceros “Pacífico”. En: Programa Colombiano de Investigaciones Marinas. Dirección General Marítima y Portuaria. Bogotá, 1973. p 8.

¹⁴³ Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Declaración de Santiago*. **Pacífico Sur**. Santiago, Chile, N° 7, 1977. pp. 5-6.

Es pertinente destacar que durante el tiempo en el cual la Nación ha hecho parte de la CPPS, ésta ha fortalecido el desarrollo investigativo de sus instituciones e incrementó su prestigio científico en el ámbito internacional, ya que a través de programas investigativos como el *ERFEN* ha creado una base de datos oceanográficos con información relevante sobre las condiciones atmosférica del océano Pacífico, la cual ha sido compartida solidariamente con los países andinos y la comunidad internacional.¹⁴⁴ Es así como el país se ha convertido en un importante bastión para el monitoreo e investigación de las condiciones oceanográficas de la cuenca del Pacífico.

Los programas de investigación propuestos por la CPPS a los países miembros permiten el desarrollo de intereses nacionales y regionales, que son importantes para el crecimiento de la actividad científica del océano Pacífico, pues facultan la creación de lazos de coordinación y cooperación en torno a los estudios planteados. Así, cada crucero oceanográfico realizado bajo la consigna de investigación conjunta debe contar con la colaboración de científicos miembros de los países de la CPPS, que aporten sus conocimientos, experiencias y profesionalismo para el buen desarrollo de la investigación¹⁴⁵. A partir de las políticas adoptadas por la CPPS, los países andinos han mejorado sus relaciones internacionales en lo concerniente al derecho de mar, la defensa de la soberanía marítima y la colaboración financiera de entidades internacionales, contribuyendo de manera significativa al desarrollo científico de las naciones suramericanas, en las tres últimas décadas del siglo XX.

Pese a que la investigación oceanográfica ha mejorado durante los últimos 20 años, en Suramérica aún falta un largo trayecto por recorrer para que alcance niveles de excelencia y competitividad internacional. Para lograr este objetivo es necesario conectar la investigación científica con el desarrollo económico de las naciones, pues sólo así se hará de ella un elemento indispensable y sostenible para la industria. Por ello se hace fundamental que la Oceanografía sirva como instrumento científico dirigido a estudiar los métodos adecuados para la exploración y explotación racional de los recursos marinos. En este punto toma fuerza la Biología Marina como pieza clave para determinar la influencia de los cambios océano-atmosféricos sobre la

¹⁴⁴ HANSEN GARCIA, Ingrid. *Aspectos a Gran Escala de Condiciones Atmosféricas y Oceánicas Asociadas con "El Niño" de 1982-1983*. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador, N° 15, 1984. pp. 49-51.

¹⁴⁵ ARRIAGA, Luis. Op. cit., pp. 41-43.

población de peces, mariscos y langostas, fuente de riqueza íctica que interesa a las grandes industrias pesqueras del mundo.¹⁴⁶

En este campo de estudio ya se han insertado países andinos como Chile y Perú, a través de institutos pesqueros y oceanográficos que sirven de manera íntegra a la producción pesquera. Ellos aportan información *in situ* y en tiempo real sobre las diferentes variables oceánicas, generando de esta manera datos que permiten comparar y analizar qué factores afectan la vida marina. En el caso de Perú se puede hacer mención al *Instituto del Mar del Perú*, IMARPE, institución orientada a la investigación marina que, a través de los años se ha interesado por estudiar las condiciones oceanográficas que presenta la cuenca Pacífica peruana y su incidencia en la migración, reproducción y muerte de los peces.¹⁴⁷ Otros estudios marinos han contribuido al fortalecimiento de la economía nacional peruana, tales como la identificación y explotación del guano¹⁴⁸, el cual es importante para la agricultura y se exporta en gran cantidad.

Con respecto a Chile es importante destacar la participación de la Armada Chilena en el desarrollo de la investigación oceanográfica como una entidad pionera en Suramérica en los estudios marinos, pues desde su fundación ha venido realizando levantamientos hidrográficos indispensables para la navegación, creación de canales y establecimiento de puertos. La Marina de Chile ha sido fundamental para el avance de las Ciencias del Mar y ha impulsado la aplicación de éstas a la industria pesquera. Al igual que en Perú, el *Instituto de Fomento Pesquero de Chile* se encarga de la ejecución de estudios oceanográficos orientados a la explotación pesquera. Resaltan aquellas actividades que tienen que ver con la Biología Marina, clave a la hora de determinar el desplazamiento y ubicación de los bancos de atunes.¹⁴⁹

Desde su creación, la CPPS ha dado especial importancia a los intereses regionales que constituyen un beneficio nacional para los países andinos. Por esta razón los

¹⁴⁶ BARRAGÁN, J. Situación Actual de los Efectivos Pesqueros de el Continente. Memorias (Seminario sobre le Océano Pacífico Suramericano). Cali, Colombia, Universidad del Valle, División de Ciencias, Departamento de Biología, Septiembre 1 - 5 de 1976. p 25.

¹⁴⁷ Evolución Histórica del IMARPE. Instituto del Mar del Perú. Agosto 28 de 2006. <http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/historia.php>

¹⁴⁸ Materia excrementicia de aves marinas, que se encuentra acumulada en gran cantidad en las costas y en varias islas del Perú y del norte de Chile. Se utiliza como abono en la agricultura.

¹⁴⁹ MÉNDEZ, R. Cambios Bióticos y Efectos sobre los Recursos Pesqueros y Pesquerías en Chile. **Pacífico Sur**. Bogotá, Colombia. N° 16, 1987. p 15-19.

cruceros oceanográficos de investigación conjunta están dirigidos a tomar una serie de muestras físicas, químicas y biológicas destinadas a aportar información científica sobre las condiciones atmosféricas del océano y su incidencia en el ambiente marino.

CAPITULO II

2. LOS INICIOS DE LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN COLOMBIA

La investigación oceanográfica desde sus comienzos sea caracterizado por la utilización de buques científicos, los cuales fueron diseñados y construidos con ciertas especificaciones técnicas para el buen desarrollo de las investigaciones marinas (Figura 4.) Estas embarcaciones desde sus orígenes han cambiado sustancialmente su forma, estructura y materiales de construcción, los cuales han estado a la par de los desarrollos ingenieriles y tecnológicos de cada siglo presentando de esta manera una marcada evolución histórica.

Figura 4. Buque de investigación oceanográfica ARC Providencia, incorporado a la Armada Nacional desde 1981 para el desarrollo de estudios marinos en ambos litorales.



Fuente: Tomado de <http://www.dimar.mil.co>

Los cruceros oceanográficos son buques científicos que están dirigidos a la investigación oceánica. A través de ellos se realizan estudios físicos, químicos, biológicos y geológicos del océano, que permiten tener un conocimiento permanente de las condiciones atmosféricas del mar y de su influencia en las variaciones del

medio ambiente. De esta manera los estudios oceanográficos contribuyen al monitoreo constante del océano y permite determinar cambios océano-atmosféricos que afectan la vida de las comunidades humanas.

Estas expediciones son investigaciones oceánicas planeadas por los centros de investigación marina de la Dirección General Marítima (DIMAR), los cuales en su posición de organismos de producción científica crean una propuesta de investigación y envían su solicitud a la DIMAR para que esta valore y evalúe los requerimientos y la viabilidad del proyecto. A partir de esto se determina la ejecución de la investigación y se coloca a disposición buques, personal, materiales y el apoyo logístico que se requiera para la realización de este tipo de estudios¹⁵⁰.

Cabe destacar que toda investigación oceanográfica posee unas fases de crucero indispensables para el buen desarrollo de las expediciones, a partir de estas se organiza y planea la ejecución de las mismas comenzando por la fase de alistamiento, operación y procesamiento de datos. La fase de alistamiento inicia con la confirmación del personal, materiales, equipos e instrumentos técnicos que van a hacer utilizados en las labores investigativas. La fase de operación consiste en el conocimiento de las rutas de navegación, muestreo y compilación de datos oceanográficos, y la planeación de las estaciones donde se recolectan las muestras oceanográficas que luego serán determinadas y fijadas en el laboratorio. Por último, la fase de procesamiento de datos donde se ordena y analiza la información obtenida durante la investigación, a partir de la cual se evalúan sus resultados y publican las conclusiones¹⁵¹.

Dada las labores investigativas que se realizan a bordo de los buques oceanográficos, estos poseen una infraestructura adecuada para la vida de mar donde se distribuyen espacios para la ubicación de laboratorios científicos, instrumentos técnicos, herramientas mecánicas, almacenamiento de equipos oceanográficos y hospedaje del personal (Figura 5.) A partir de esto se logra obtener un orden espacial, indispensable para desarrollar las investigaciones oceánicas, ya que permite mantener una organización de trabajo entre las áreas de estudio y sus actividades científicas¹⁵².

¹⁵⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. Manual de Crucero Oceanográficos: Área Operacional de Oceanografía. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2005. p 57.

¹⁵¹ Centro de investigaciones Oceanográficos e Hidrográficos. Manual Servicio Buques Oceanográficos. Centro de investigaciones Oceanográficos e Hidrográficos. Cartagena, Colombia, 1988. pp. 9-10.

¹⁵² Centro Control Contaminación del Pacífico. Manual de Crucero Oceanográficos: Área Operacional de Oceanografía. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2005. p 23.

Figura 5. Cubiertas del buque oceanográfico ARC Providencia, el cual es de fabricación alemana y está diseñado para realizar estudios físicos, químicos, biológicos, geológicos y meteorológicos del mar.

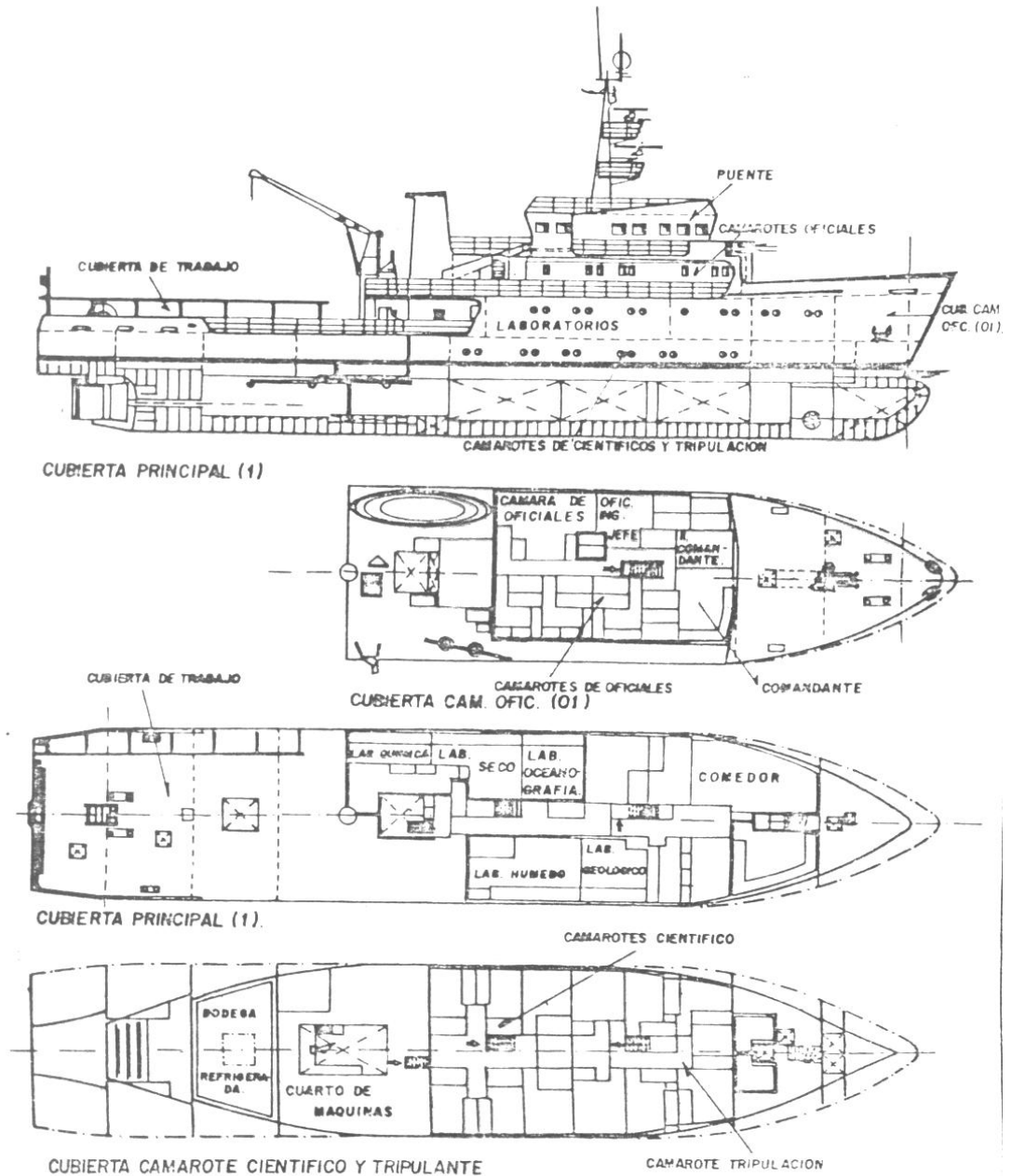


Figura 1

Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico, Informes de los Cruceros Oceanográficos.

Es importante destacar que cada área de estudio está conformada por un equipo de trabajo integrado por profesionales especializados en las Ciencias del Mar, los cuales

tienen un jefe de área que los dirige y controla, garantizando de esta manera el buen funcionamiento de las labores investigativas. Es así, como los grupos de investigación científica trabajan de forma conjunta recolectando muestras marinas, embalándolas, analizándolas y procesando la información para obtener como resultado final el estado de las condiciones océano-atmosféricas del océano.

El desarrollo de cada uno de los estudios oceanográficos posee una serie de diferencias y similitudes, las cuales pueden apreciarse en la utilización de instrumentos técnicos, la obtención de muestras y los usos de estas para distintos análisis oceanográficos. Como ejemplo se puede tomar la realización de dos tipos de estudios oceanográficos, los físicos y químicos. Los cuales pese a tener distintos objetivos investigativos obtienen sus muestras a partir de los mismos instrumentos técnicos, que en este caso serían las botellas Niskin que permiten sacar muestras de agua a distintas profundidades, que pueden ser utilizadas para determinar parámetros como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes; parámetros que son claves para establecer las condiciones oceánicas de la cuenca Pacífica colombiana (CPC)¹⁵³

Para lograr lo anteriormente planteado es necesario contar con la labor del jefe de crucero y estación, los cuales están encargados de controlar la seguridad del personal científico y militar a bordo del buque. Además, también poseen la responsabilidad de impartir orden en la plataforma oceanográfica y verificar que los equipos de muestreo estén calibrados, en perfecto estado y a punto para realizar maniobras operacionales. Las cuales encierran el proceso de obtención de muestras oceanográficas, que consiste en la arriada de equipos, captura de muestras e izada de equipos (Figura 6.)

¹⁵³ *Ibíd.*, pp. 19-20.

Figura 6. Asistente de estación oceanográfica sujetando los equipos oceanográficos a la guaya con el propósito de asegura su arriada e izada.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Después de recolectadas las muestras oceanográficas, estas son puestas en un rack ¹⁵⁴ donde se aseguran las botellas Niskin y se coloca en reposo las muestras obtenidas. Luego se le conectan a estas botellas una manguera para extraer cantidades de agua dosificadas, las cuales son vaciadas en botellas Winkler para determinar muestras químicas como oxígeno disuelto, PH y nutrientes, fundamentales para conocer los componentes químicos del agua de mar y sus variaciones periódicas (Figura 7.)

¹⁵⁴ Base de madera que contiene un determinado número de huecos donde se aseguran las botellas Niskin durante el desarrollo de una expedición oceanográfica.

Figura 7. Rack oceanográfico utilizado para asegurar las botellas Niskin durante la navegación.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

De igual manera también se utilizan otros instrumentos técnicos para tomar muestras de parámetros físicos y biológicos del océano. Entre estos se destaca la utilización del CTDO y las redes Petterson, los cuales contribuyen enormemente al establecimiento de los cambios océano-atmosféricos y al conocimiento de la abundancia del plancton.

155

El CTDO se caracteriza por ser un elemento clave para la toma de muestras físicas como la conductividad, temperatura y densidad del mar. Este equipo colecta muestras marinas a partir de sensores que registran las propiedades del agua a distintas profundidades, permitiendo obtener datos oceanográficos en tiempo real de las condiciones atmosféricas del océano.

Es importante resaltar que el CTDO es un equipo de alta tecnología utilizado en el país a partir de la década del 90, el cual posee una memoria capaz de tomar datos

¹⁵⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. Manual de Crucero Oceanográficos: Área Operacional de Oceanografía. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2005. p 16.

oceanográficos y transmitirlos a una computadora, por medio de la utilización de un software SEASOFT versión 4.249, a través del cual se descarga la información obtenida para luego ser procesada.

La información producida por los cruceros oceanográficos es utilizada por los centros de investigación marina para estudiar el estado de los océanos y determinar sus variaciones a través del tiempo, lo cual permite emitir noticias sobre las condiciones oceánicas y compartir datos oceanográficos con gobiernos, instituciones y empresas. A través de los últimos decenios la Oceanografía ha tomado gran importancia por los aportes que ha hecho a la investigación científica, al conocimiento de los mares, al bienestar de los pueblos y la economía mundial.

La financiación de las expediciones oceanográficas a través de la Historia ha sido aportada por gobiernos, empresas privadas y centros de investigación marina, los cuales han tenido en común un marcado interés por ahondar en el conocimiento de los océanos. Es así, como las Ciencias del Mar han fortalecido su trasegar durante los últimos años, abriendo nuevos caminos de investigación, incrementando la especialización de sus profesiones y aplicando novedosos estudios para la interpretación de los cambios océano-atmosféricos. De esta manera los cruceros oceanográficos representan un importante aporte para la investigación oceánica, pues contribuyen notablemente al conocimiento de las condiciones océano-atmosféricas, determinando la generación de fenómenos naturales y previniendo a la población mundial sobre los efectos que estos pueden causar sobre sus territorios. Razón por la cual, la investigación oceanográfica ha echado raíces en muchas naciones abriendo su campo de estudio y enfocando sus investigaciones hacia la generación de soluciones que permitan afrontar los cambios que se producen en la naturaleza.

Hoy en día organizaciones internacionales como las Naciones Unidas lideran programas de investigación marina, que buscan aportar conocimientos sobre el comportamiento de los océanos y sus variaciones interanuales. Estos trabajos científicos promueven la unión de gobiernos, universidades, centros de investigación marina y empresas en razón de conocer, informar y prevenir las consecuencias que los cambios oceánicos pueden producir sobre los pueblos.

2.1 LOS PRIMEROS AÑOS (1970-1974)

En Colombia el desarrollo de las investigaciones oceanográficas ha estado a cargo del Gobierno Nacional, que durante 36 años a través de la DIMAR ha planeado, ejecutado y realizado los cruceros oceanográficos en ambas costas. Estos estudios han marcado el camino de la investigación marina en el país, pues han contribuido enormemente con el conocimiento de los océanos y la construcción de una conciencia de mar orientada hacia la consolidación de nuevos campos científicos.

La Oceanografía en el país dio sus primeros pasos en el año de 1970 cuando la Dirección General Marítima y Portuaria llevó a cabo el crucero Pacífico I en la CPC. Por medio de esta investigación se determinaron parámetros físicos, químicos y biológicos del océano Pacífico, los cuales estuvieron dirigidos a establecer un conocimiento previo de las condiciones océano-atmosféricas del mar y contribuir con el estudio pesquero que adelantaban instituciones nacionales sobre la explotación de este recurso biológico¹⁵⁶.

Como se aprecia en la Tabla III, Para la toma de muestras oceanográficas se utilizaron algunos instrumentos técnicos como las botellas Nansen, termómetros de inmersión protegidos y no protegidos, fotolorímetro, botellas Winkler y redes Pettersson, los cuales fueron novedosos e importantes para el desarrollo de los estudios marinos en Colombia.

A partir de estos equipos se logró determinar la temperatura, salinidad, clorinidad, pH y plancton en 62 estaciones oceanográficas trazadas a lo largo del Pacífico colombiano. En la Figura 8. se puede apreciar una botella Nansen, la cual posee una forma alargada y esta hecha bronce reforzado un material resistente a las bajas profundidades. A través de estas se lograron obtener muestras de parámetros oceanográficos correspondientes a distintas áreas de investigación como la temperatura, salinidad, nutrientes, densidad y oxígeno disuelto.

¹⁵⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Crucero Oceanográfico en el Pacífico Colombiano, Pacífico I – 1970, Resultados Preliminares. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

Figura 8. Imagen de botella Nansen utilizada durante las décadas del 70 y 80 en los cruceros oceanográficos en Colombia para tomar de muestra de agua en el Océano Pacífico.



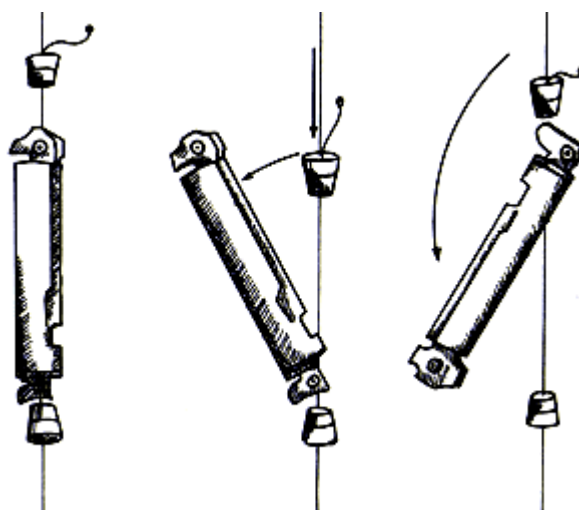
Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Este instrumento es atado a un cable y bajado con sus tapas en los extremos abiertas. Al encontrarse en la profundidad deseada y después de un tiempo de estabilización termométrica, se envía deslizándose por el cable un peso muerto llamado mensajero¹⁵⁷ el cual al llegar a las botellas acciona el mecanismo de inversión ocasionando que la botella junto con sus termómetros reversibles den un giro de 180°, cerrando herméticamente las tapas de la botella y cortando la columna de mercurio de

¹⁵⁷ Mecanismo de peso utilizado para activar el cierre de las botellas Nansen y Niskin.

los termómetros reversibles para así tomar las muestras de agua y temperatura *in situ*¹⁵⁸ (Ver: Figura 9)

Figura 9. Modo de funcionamiento de los mensajeros en la activación del cierre de las tapas de las botellas Nansen.



Fuente: <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/menu.htm>

Los termómetros de inversión protegidos y no protegidos sirven para registrar la temperatura del agua a distintas profundidades. Este dispositivo es adaptado en las botellas Nansen, las cuales poseen tres cabinas donde se introducen y ajustan los termómetros, puestos allí quedan fijos y listos para bajar a la profundidad que se requiere la muestra.

El salinómetro es un equipo que permite medir los niveles de salinidad del agua, lo cuales se representan en unidades prácticas de salinidad. Este elemento a través de los años ha mejorado sus formas de uso implementado nuevas tecnologías, pasando por etapa de medición primaria con los refractómetros para posteriormente introducir unos más avanzados como son los sensores (Figura 10.)

¹⁵⁸ Armada Argentina. Botellas Inversoras Nansen Modificadas. En: Manual de Obtención de Datos Oceanográficos. Armada Argentina, Buenos Aires, 1979.p 1-5.

Figura 10. Salinómetro, equipo de laboratorio utilizado para determinar los niveles de salinidad en las muestras de agua.



Fuente: Tomado de www.pce-iberica.es

De igual manera también se resalta el uso del batitermógrafo como un instrumento de medición oceanográfica que se utilizó para realizar perfiles de temperatura con respecto a la profundidad del agua de mar (Figura 11.) Este equipo se caracterizó por poseer la forma de un proyectil, el cual era arrojado por la borda del buque a una profundidad previamente establecida, en la cual se dejaba un tiempo prudencial para luego arriarlo y determinar los registros de temperatura.

Figura 11. Batitermógrafo, instrumento técnico utilizado para tomar la presión del mar a distintas profundidades.



Fuente: Tomado de www.es.wikipedia.org/wiki/Geodesia

Con respecto a los instrumentos que se utilizaron para la determinación de parámetros químicos se identificó el fotocolorímetro, las buretas y pipetas automáticas Knudsen y las botellas Winkler, indispensables para establecer las variaciones del océano a partir de los cambios presentados en los compuestos químicos analizados en las muestras de agua.

El fotocolorímetro es un equipo oceanográfico que trabaja a través de una muestra de agua de 5 mililitros, los cuales se vierten dentro del aparato para que éste realice el análisis del líquido por medio de rangos de absorbancia donde determina el color del agua a partir de filtros de colores (Figura 12.) Este instrumento técnico se encuentra en desuso debido a los avances tecnológicos que han experimentado los elementos de laboratorio para el análisis químico.

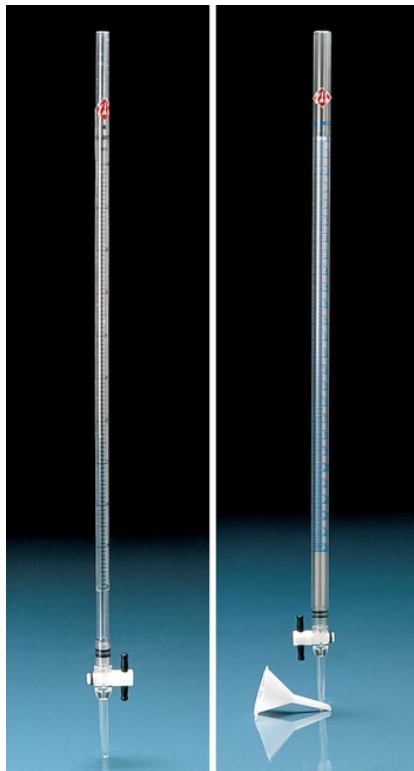
Figura 12. Fotocolorímetro de laboratorio.



Fuente: Tomado de www.profesores.ucv.cl

Las buretas y pipetas automáticas Knudsen son instrumentos de investigación química que permiten dosificar los volúmenes de líquido dependiendo del análisis químico que se pretende obtener (Figura 13.) A partir de este equipo se miden, regulan y extraen las cantidades de agua de mar a estudiar, lo que permite conocer el conjunto de compuestos químicos con que cuenta cada muestra de agua analizada en el laboratorio.

Figura 13. Buretas de laboratorio utilizadas para dosificar la salida de líquidos.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Las botellas Winkler son un recipiente de vidrio creado especialmente para determinar parámetros químicos como oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno, su sello hermético y su contenido fijo de 300 ml son propiedades fundamentales para la fijación del oxígeno, pues no permite que ingrese oxígeno del medio a la muestra y evita que esta se contamine. El método científico que se aplica para la determinación de oxígeno disuelto es el Winkler, el cual permite determinar la cantidad de mg/l de oxígeno disuelto (OD) a través de una reacción química. Una solución de manganeso se añade a la muestra que se va a analizar. Después de tratarla con una base de yoduro, el manganeso reacciona con el oxígeno para formar un compuesto estable de manganeso y oxígeno, produciendo una precipitación en el líquido. El cual tiene como función eliminar las interferencias de iones oxidantes como nitratos y materia orgánica. Luego se trata la solución con ácido, que disuelve el compuesto de oxígeno y manganeso y forma una cantidad proporcional de yodo libre, proporcional al oxígeno disuelto original. Luego se determina la cantidad de yoduro en la solución. Para esto se titula con una solución estandarizada de tiosulfato hasta que todo el yodo libre (I_2) es cambiado a yoduro (I^-). El almidón se torna púrpura en presencia de yodo pero es

incolores en contacto con yoduro. El almidón es el indicador de que todo el yodo se convirtió en yoduro. La cantidad de tiosulfato usado en la titulación es proporcional al yoduro, que es proporcional al OD. El OD se calcula, determinando la cantidad de tiosulfato utilizado. De esta manera se logra establecer la cantidad de oxígeno disuelto que se encuentra en una muestra de agua, la cual después de ser extraída del mar se somete a un análisis químico¹⁵⁹ (Figura 14.)

Figura 14. Botellas Winkler, equipo químico utilizado para determinar el oxígeno disuelto de las muestras de agua.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

En cuanto a la toma de parámetros biológicos se puede decir, que se utilizaron redes Clark Bumpus y Petterson para determinar muestras de plancton en la CPC. Estas permiten realizar arrastres horizontales y verticales sobre las aguas del océano y solo se utilizan cuando el buque no se encuentra en movimiento, sus estudios tienden a ser fundamentales para establecer la abundancia íctica del océano. Estas redes pese a ser útiles para coleccionar muestras biológicas del mar su uso ya es nulo, pues la aplicación de nuevos métodos de recolección han contribuido a su desuso en las labores oceanográficas.

¹⁵⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. Procedimiento Determinación de Oxígeno Disuelto. Centro Control Contaminación de Pacífico Laboratorio de Química. San Andrés de Tumaco, 2006. p 5-8.

La red Clarke Bumpus fue utilizada durante la década de 1970 por diferentes centros de investigación marina del mundo para recolectar muestras de fitoplancton, ya que posee ciertas características que le permiten atrapar gran cantidad de organismos vegetales en el agua de mar (Figura 15.) Esta red posee unas medidas particulares que la hace especial para ciertas labores, como una abertura de 0,30 m y malla de 180 micras, lo cual permite adaptar el flujómetro que contabiliza la cantidad de líquido que pasa a través de la red¹⁶⁰.

Figura 15. Lavado de la Red Clarke Bumpus después de haber realizado un muestreo de arrastre superficial.



Fuente: Tomado de www.aslo.org

¹⁶⁰ Ecología y Ciclos vitales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 28 de Agosto de 2006. <http://www.fao.org/docrep/005/AD015S/AD015S02.htm>

Los anteriores equipos fueron los instrumentos técnicos que se utilizaron para tomar las muestras oceanográficas en el crucero Pacífico I, el cual fue realizado durante el mes de marzo de 1970 en el Pacífico colombiano. A partir de esto se creó una lista de los elementos oceanográficos utilizados durante el quinquenio de 1970-1975, por medio de la cual se pueden apreciar los cambios que se presentaron en la utilización de algunos equipos y la incorporación de otros (Ver más adelante: Tabla 3)

Durante la etapa de recolección de muestras en el crucero se utilizó constantemente el winche oceanográfico y la plataforma de maniobras, herramientas que fueron importantes para tomar todas las muestras oceanográficas, pues a partir de estas se lograron bajar las botellas Nansen, las redes Petterson y los batitermógrafos, a una profundidad estándar de 0 a 1.500 m de profundidad dependiendo del registro que fuera necesario obtener y la capacidad de resistencia de los equipos¹⁶¹.

Después de haber obtenido las muestras oceanográficas se recurrió a su determinación por medio de métodos científicos, los cuales permitieron obtener un mayor conocimiento del estado del océano. De esta manera se procedió a su preservación en botellas de plástico y en seguida se embalo para su transporte al laboratorio, donde se realizaron los análisis pertinentes que arrojaron resultados sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC.

Es importante destacar que los análisis de muestras de laboratorio pueden ser realizados dentro o fuera del buque dependiendo del tipo de muestra oceanográfica que se obtenga. Es decir, no todas las muestras pueden ser analizadas a bordo del buque, algunas como las biológicas y químicas deben ser preservadas y trasladadas a tierra para posteriormente ser analizadas en laboratorios, donde las muestras pueden estar en un estado de reposo ideal para aplicar métodos científicos y determinar los componentes bioquímicos¹⁶².

Entre los métodos científicos utilizados en esta investigación para determinar muestras oceanográficas se destacan aquellos que por la implementación de instrumentos técnicos mejoran la toma de muestras y los resultados de los datos. Dentro de ellos se subrayan los equipos utilizados para recolectar y determinar muestras químicas y

¹⁶¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Op. cit., [s.p.]

¹⁶² *Ibíd.*, [s.p.]

biológicas, los cuales aportan datos más exactos. En cuanto al estudio de las muestras químicas, se enfatiza en la determinación de nutrientes donde se utiliza un equipo Winkler que posee botellas ahumadas utilizadas para el embase y conservación de las muestras, estas botellas fueron implementadas durante el proceso científico para evitar la entrada de luz a la muestra colectada y de esta manera impedir que su composición fuera alterada. Para el caso de las muestras biológicas se utilizó un flujómetro para determinar dos tipos de resultados, cualitativo y cuantitativo. El cualitativo, se basó en la determinación del tipo de plancton que fue recolectado en las redes y, el cuantitativo estuvo dirigido a establecer cuanta cantidad de agua paso a través de una red y cuanto plancton se obtuvo de esta¹⁶³.

Cabe destacar que a través de este crucero se tomaron datos meteorológicos sobre el estado del tiempo, la nubosidad y la temperatura atmosférica. Lo cual permitió conocer las condiciones ambientales en que fueron tomadas las muestras oceanográficas en cada una de las estaciones señaladas. De esta manera se inicio el desarrollo de estudios meteorológicos en el océano Pacífico, los cuales adquirieron gran importancia hasta el punto de prolongar su ejecución en las posteriores investigaciones oceanográficas.

Para el año de 1972 se realizó el segundo crucero oceanográfico en la CPC, el cual continuó con el desarrollo de las investigaciones oceanográficas emprendido por la Dirección General Marítima y Portuaria, desde el año de 1969 dentro de la etapa de estudio denominada *conocimiento de las características oceanográficas de las costas y aguas adyacentes colombianas*. De esta manera el crucero Pacífico II contribuyó con el conocimiento de las condiciones océano-atmosféricas de las aguas y costas del Pacífico colombiano¹⁶⁴.

Es importante destacar que esta investigación oceanográfica estuvo enfocada a realizar estudios físico-químicos del océano, los cuales se caracterizaron por ser descriptivos en cuanto a la obtención de las muestras y sus usos, ya que los datos obtenidos durante el crucero fueron utilizados como aportes científicos y académicos, pero nunca se aplicó su información para desarrollar proyectos económicos. Sin

¹⁶³ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁶⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1972a. Informe Datos Oceanográficos Pacífico II – 1972. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

embargo, cabe resaltar que dichas investigaciones fueron utilizadas para adelantar estudios sobre la CPC y contribuir con la formación de una base de datos oceanográficos, la cual más adelante permitiría comparar y analizar las variaciones que históricamente han presentado las condiciones del océano Pacífico¹⁶⁵.

En esta expedición se utilizaron algunos instrumentos técnicos que no se habían usado en las anteriores investigaciones oceanográficas, entre los cuales se resalta el termómetro de cazoleta y las botellas B.O.D¹⁶⁶, las cuales fueron fundamentales para determinar las muestras de oxígeno disuelto. A partir de la implementación de estos equipos oceanográficos se logró mejorar en un alto porcentaje la calidad de los datos y la variedad de la información recolectada, pues se optimizó las maniobras para la recolección de muestras y los métodos de preservación¹⁶⁷.

El termómetro de cazoleta es un instrumento técnico que se utilizó para medir la temperatura superficial del mar en crucero (Figura 16.) Para determinar este parámetro físico se debe recolectar una muestra de agua de la superficie de mar, la cual se saca en un balde plástico dentro del cual se introduce el termómetro y se espera a que registre el estado térmico de la superficie del mar.

Figura 16. Termómetro de cazoleta registrando la temperatura superficial del mar.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

¹⁶⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁶⁶ Botellas utilizadas para realizar análisis químicos. Son las mismas botellas Winkler pero usadas para determinar la demanda bioquímica de oxígeno en las muestras de agua.

¹⁶⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1972a. *Op. cit.*, [s.p.]

Las botellas B.O.D son las mismas botellas Winkler, estas poseen usos distintos según los estudios que se quieran adelantar. Es decir, las botellas B.O.D son utilizadas en laboratorio para determinar cantidad de oxígeno disuelto por oxidación bioquímica de materia orgánica degradable bajo condiciones específicas. Es importante aclarar que estas en ciertas ocasiones permiten medir la carga orgánica del agua determinando la existencia de organismos vivos¹⁶⁸ (Figura 17.)

A través de esta investigación se tomó muestras a una profundidad estándar de 0 a 2.000 m de los cuales se logró obtener información sobre la temperatura, salinidad, clorinidad, visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento y profundidad del mar, datos oceanográficos que con el paso del tiempo adquirieron importancia para la determinación de los cambios oceánicos.

Cabe resaltar que en este crucero no se realizaron muestras biológicas, ya que los estudios investigativos estuvieron dirigidos hacia el establecimiento de parámetros físicos, químicos y meteorológicos, los cuales aportaron conocimientos más precisos sobre las condiciones atmosféricas del mar y el estado del océano (Ver: Tabla 3)

Es importante destacar que para esta investigación ya se han dado de baja ciertos instrumentos técnicos que en el anterior crucero se habían utilizado para determinar parámetros oceanográficos. Entre los cuales se subraya el desuso del oxímetro, fotocolorímetro y potenciómetro Beckman, los cuales fueron reemplazados por otros equipos que registraban parámetros oceanográficos más precisos y variados (Ver: Tabla 3)

Durante el segundo semestre de 1972, se realizó el crucero oceanográfico Pacífico III a bordo del buque ARC San Andrés, plataforma investigativa que se utilizó para ejecutar las primeras investigaciones oceanográficas en la CPC. A través de esta embarcación se logró obtener datos *in situ* sobre las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, información que fue clave para la elaboración de un plan nacional de investigaciones marinas para Colombia¹⁶⁹.

¹⁶⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. Procedimiento Determinación de la Demanda Bioquímica de Origen. Centro Control Contaminación de Pacífico Laboratorio de Química. San Andrés de Tumaco, 2006. pp. 4-8.

¹⁶⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1972b. Informe Datos Oceanográficos Pacífico III – 1972. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

Esta investigación estuvo dirigida ha determinar parámetros físicos, químicos y meteorológicos del océano. A través de los cuales se utilizaron nuevos instrumentos técnicos para la determinación de las muestras químicas, como sucedió con la implementación del Salinómetro de inducción Beckman modelo RS7-B, que permitió obtener resultados más precisos sobre la salinidad del mar. Además, también se resaltó el uso de equipos de cómputo para el análisis de los datos oceanográficos, a través del programa *Standard de Estaciones Oceanográficas* que facilitó el manejo y la organización de los datos obtenidos en campo. Este programa fue empleado por el Nacional Oceanography Data Center (NODC), en un computador del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para registrar los datos producidos en Colombia sobre Oceanografía¹⁷⁰.

Es importante destacar que durante esta expedición no se realizaron muestras biológicas del océano, situación que evidenció el poco desarrollo económico del sector pesquero en el país y la falta de iniciativa de las instituciones nacionales por impulsar el conocimiento científico y académico de nuestras riquezas naturales. Hecho que se comprueba en el crucero Pacífico I, donde el interés por explorar e investigar la riqueza íctica del Pacífico colombiano no surge de ninguna entidad nacional sino de empresas internacionales como la Comisión Interamericana de Atún Tropical (CIAT), que en su rol de organismo internacional apoyo y financió el desarrollo de estudios oceanográficos enfocados a determinar la abundancia de bancos de tunidos en este sector oceánico¹⁷¹.

También vale la pena resaltar la poca continuidad que poseen ciertos parámetros investigativos como la Biología y Geología en los cruceros oceanográficos, los cuales pese hacer importantísimos para determinar ciertas condiciones oceánicas no poseen un desarrollo constante en los procesos científicos del mar.

¹⁷⁰ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁷¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. *Op. cit.*, [s.p.]

Tabla 3. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1970-1974.

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
Pacífico I 1970	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de puente • Termómetro de superficie • Batitermógrafo de 60 metros • Batitermógrafo de 140 metros • Batitermógrafos de 275 metros • Potenciómetro Beckman • Oxímetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Fotocolorímetro • Buretas Knudsen • Pipetas automáticas Knudsen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Clark Bumpus • Red Petterson • Flujómetro
Pacífico II 1972	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler • Botellas B.O.D 	
Pacífico III 1972	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler • Botellas B.O.D 	

Fuente: Autor del proyecto.

2.2 UN DESARROLLO EN MARCHA (1975-1979)

En el año de 1975 se llevó a cabo el crucero oceanográfico Pacífico IV-ERFEN I, el cual se caracterizó por determinar parámetros físicos, químicos y biológicos, bajo los cuales se establecieron las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico. Por otra parte, esta investigación representó el desarrollo de un estudio conjunto con la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), a través del programa investigativo Estudio Regional sobre el Fenómeno El Niño (ERFEN)¹⁷².

A partir de este crucero se inició en Colombia el desarrollo de la investigación conjunta a nivel internacional, pues el ERFEN señaló el interés de los países andinos por explorar e investigar el Sudeste Pacífico (Figura 17.) Este hecho ratificó el cumplimiento de las actividades científicas del país como miembro de la CPPS e impulsó la producción de datos oceanográficos con altos niveles de calidad¹⁷³.

Figura 17. Buque de investigación marina del Perú, utilizado para tomar muestras oceanográficas en el océano Pacífico.



Fuente: Tomado de <http://portal.concytec.gob.pe/portal/paginas/index.jsp>

¹⁷² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Informe Datos Oceanográficos, Pacífico IV-ERFEN I (1975). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁷³ ARRIAGA, Luis. La Comisión Permanente del Pacífico Sur como Organismo Regional Marítimo y sus Perspectivas. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador. num. 12, 1982. p. 42.

Es importante resaltar que con la adhesión de Colombia a la CPPS, el país mejoró el desarrollo de la investigación oceanográfica y logró reconocimiento científico en el ámbito internacional, pues empezó a compartir información océano-atmosférica del océano Pacífico con organizaciones internacionales como las Naciones Unidas, que a través de sus organismos de investigación marina se encargó de masificar el conocimiento oceánico producido por los diferentes centros de investigación del mundo.

En este crucero oceanográfico se estudiaron parámetros físicos, químicos y biológicos, los cuales fueron tomados por algunos instrumentos técnicos que en anteriores investigaciones no se habían utilizado. Entre las nuevas herramientas se destaca el uso de un medidor Colman para la toma de muestras de PH, la utilización de redes Bongo y Clarke Bumpus para tomar muestras de plancton, y la implementación de un método modificado Winkler aplicado para determinar oxígeno disuelto y evitar contaminar las muestras¹⁷⁴.

Con base en lo anterior, se evidenció que tanto las técnicas para la recolección de muestras como los métodos para determinación de datos han sido modificados y remodelados en el transcurso del tiempo, con el propósito de mejorar la precisión y exactitud de la resolución de datos oceanográficos que fueron procesados y difundidos a la comunidad científica internacional.

A partir de los estudios oceanográficos que la Dirección General Marítima y Portuaria realizó durante los últimos años se optimizó el desarrollo de las labores científicas en el mar aplicando otros procedimientos técnicos de investigación marina. Entre los cuales vale la pena señalar la implementación de la técnica de arrastre vertical utilizada para obtener muestras de zooplancton, las cuales permiten capturar organismos marinos a distintas profundidades¹⁷⁵.

Durante el desarrollo de esta expedición se aplicó la técnica de arrastre vertical con el propósito de obtener las propiedades cualitativas y cuantitativas del zooplancton, las cuales fueron determinadas en dos espacios distintos. La cuantitativa se logró a bordo

¹⁷⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Op. cit., [s.p.]

¹⁷⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

del buque ARC San Andrés, mientras que la cualitativa se determinó en los laboratorios del CIOH en Cartagena¹⁷⁶.

La determinación cualitativa de las muestras biológicas se caracteriza por establecer los tipos de organismos vegetales y animales que se encuentran en el mar, permitiendo de esta manera ordenarlos y clasificarlos según sus especies, razón por la cual, es necesario utilizar equipos de laboratorio. En cuanto a la determinación cuantitativa de la muestra, se pretende conocer la cantidad de agua que pasa a través de la red y el número de organismos que ella captura, estos tipos de muestras son fundamentales para establecer la abundancia de organismos marinos en la CPC, pues permite tener una mayor certeza sobre la riqueza íctica que existe en algunas áreas oceánicas.

Producto del aumento en la ejecución de investigaciones oceanográficas en el Pacífico colombiano y la eminente importancia que representó para la Dirección General Marítima y Portuaria, producir datos oceanográficos de calidad. Se creó el Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (CECOLDO), a través del cual se buscó establecer un organismo encargado de registrar, intercambiar y conservar los datos oceanográficos en el ámbito nacional¹⁷⁷.

Con la puesta en marcha del CECOLDO, en el país se mejoró la precisión y exactitud de los datos oceanográficos obtenidos en campo, pues se pudo corregir los márgenes de error de las muestras oceanográficas. Cabe destacar que en un principio sólo se determinaron los datos de mayor relevancia investigativa, como fueron los cálculos de corrección de temperaturas y profundidades de inmersión, fundamentales para determinar las condiciones océano-atmosféricas e interpretar las modificaciones temporales del océano.

También es importante resaltar que para el procesamiento y análisis de estos datos oceanográficos y meteorológicos de la CPC, la Dirección General Marítima y Portuaria tuvo que implementar el uso de programas de computación como el Fortran IV producido por el CECOLDO y otro, instalado por el NODC de los Estados Unidos, para realizar intercambio de información y datos oceanográficos. Este software tuvo como

¹⁷⁶ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁷⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

principal objetivo determinar datos exactos de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano e intercambiar dicha información con otros organismos nacionales designados por los gobiernos de cada país¹⁷⁸.

Es importante destacar que a través del periodo comprendido entre 1970-1975 se puede evidenciar el desarrollo pausado de la investigación oceanográfica en Colombia, la cual se ha caracterizado por ser interrumpida y por mejorar sus métodos científicos con el paso del tiempo. Aunque los estudios oceánicos en el país no presentan una gran tradición científica, es importante resaltar el lento pero seguro avance del país en términos de conocimiento y experiencia marina, ya que ello le ha servido para incentivar la investigación oceanográfica a nivel nacional¹⁷⁹.

De esta manera el Gobierno Nacional conciente de las necesidades políticas, económicas y científicas del país, diseño para el año de 1973 un programa nacional de investigaciones marinas. A través del cual se planeó y visualizó la importancia que representó para la Nación realizar expediciones oceanográficas sobre ambos litorales, los cuales aún no han sido estudiados ni explorados. Razón por la cual, desde principios de la década del 70 la Dirección General Marítima y Portuaria se encargo de ejecutar un plan nacional de investigaciones Marinas que abarco estudios hidrográficos y oceanográficos¹⁸⁰.

Fue así, como el desarrollo de programas de investigación oceanográfica en Colombia experimentaron un avance progresivo, en especial aquellos que la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) creó y financió. En el país se destacaron los avances que en materia de investigación marina proporcionó el Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos (IODE), el cual con su puesta en marcha tan sólo no obligó ha reestructurar la Dirección General Marítima y Portuaria, sino que también le permitió mejorar la producción, intercambio y conservación de datos oceanográficos, dándole en el ámbito internacional reconocimiento y prestigio.

¹⁷⁸ UNESCO. Centros Nacionales Responsables de Datos Oceanográficos. En: Manual Sobre el Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos. Organización de Naciones Unidas. [s.l.i], 1991. pp. 1-2.

¹⁷⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Op. cit., [s.p.]

¹⁸⁰ Dirección General Marítima y Portuaria. *Programa Colombiano de Investigaciones Marinas*. Dirección General Marítima y Portuaria. Bogotá, 1973. pp. 12-21.

Para este mismo año se produjo la creación del CIOH como centro de investigación marina orientado al desarrollo de estudios hidrográficos y oceanográficos, a partir de los cuales se exploraron y explotaron los recursos naturales del océano. Así, el CIOH se perfilo como el pilar de la investigación oceanográfica del país, pues bajo su mando estuvo el avance de la Oceanografía en ambos litorales durante gran parte de la década del 70 y el 80.

En el año de 1976 se llevo a cabo el crucero oceanográfico Pacífico V-ERFEN II, el cual estuvo enfocado a investigar parámetros físico-químicos de la CPC. Los cuales fueron importantes para proseguir con el desarrollo de las investigaciones marinas en el ámbito nacional y los estudios internacionales sobre el fenómeno El Niño¹⁸¹.

En cuanto a los parámetros oceanográficos observados en la investigación se determino que las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico presentaron ciertas modificaciones en la temperatura y salinidad del mar, las cuales variaron levemente según las muestras que fueron obtenidas en cada estación. Situación que despertó el interés de científicos colombianos y organizaciones internacionales por conocer si éste hecho tenía alguna relación con el desarrollo de un evento cálido. Duda que fue disipada con las investigaciones que más adelante se realizaron a bordo del buque ARC San Andrés, las cuales determinaron que estos cambios oceánicos obedecieron al desplazamiento de aguas calidas de Sur a Norte. Como se observa en la Tabla 4, esta situación determino la generación del fenómeno El Niño en el océano Pacífico, el cual inicio en el segundo semestre de 1976 y finalizó en marzo de 1977¹⁸².

Tabla 4. Periodización en la que se ha desarrollado el fenómeno El Niño (1950-2000)

FENOMENO EL NIÑO		
Inicio	Finalización	Duración (meses)
Ago-51	Feb-52	7
Mar-53	Nov-53	9
Abr-57	Ene-58	15
Jun-63	Feb-64	9
May-65	Jun-66	14
Sep-68	Mar-70	19

¹⁸¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976a. Crucero Pacifico V-ERFEN II (1976). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁸² *Ibíd.*, [s.p.]

Abr-72	Mar-73	12
Ago-76	Mar-77	8
Jul-77	Ene-78	7
Oct-79	Abr-80	7
Abr-82	Jul-83	16
Ago-86	Feb-88	19
Mar-91	Jul-92	17
Feb-93	Sep-93	8
Jun-94	Mar-95	10
Mar-97	Mar-98	12

Fuente: Tomado de www.atmosfera.cl

Durante el desarrollo de este crucero oceanográfico se identificó la determinación de ciertos parámetros físicos que en anteriores investigaciones no se trabajaron por falta de instrumentos técnicos y equipos adecuados para el procesamiento de datos. Fue así, como a través de los programas de cómputo obtenidos por el CECOLDO se adelantaron las correcciones del Sigma T, anomalía de volumen específico, altura dinámica, velocidad del sonido y valores interpolados a profundidades estándar. Los cuales mejorarían notablemente la calidad de los datos oceanográficos, convirtiéndolos en resultados más precisos sobre las condiciones océano-atmosféricas del mar (Ver: Tabla 5) ¹⁸³

Durante el segundo semestre de 1976 se realizó el crucero Pacífico VI-ERFEN III, el cual no presentó ningún cambio en los métodos de investigación científica, por el contrario éste se caracterizó por desarrollar los mismos parámetros físico-químicos en la CPC. De igual manera no se evidenció ninguna modificación en las condiciones océano-atmosféricas del mar¹⁸⁴.

Se resalta en este crucero oceanográfico el avance de la tercera investigación regional sobre el fenómeno El Niño, la cual buscó determinar las condiciones oceánico-atmosféricas del Pacífico colombiano, pues como ha sucedido en décadas anteriores en la parte final del año es donde se presentan las primeras representaciones de El Niño Oscilación Sur (ENOS). Razón por cual, los demás países miembros de la CPPS también programaron el desarrollo cruceros oceanográficos para esta época del año.

¹⁸³ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁸⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976b. Crucero Pacifico VI-ERFEN III (1976). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

Terminada la expedición se pudo determinar que las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano presentaron leves oscilaciones, las cuales coincidieron con la generación de un evento cálido que según los especialistas se está en una etapa intermedia del proceso de desarrollo, lo cual indica que posiblemente su término se extienda hasta inicios del próximo año (Ver: Tabla 4) ¹⁸⁵

Para el año de 1977 se llevó a cabo el crucero Pacífico VII, el cual desarrollo parámetros físicos-químicos sobre la CPC. En los cuales se tomaron muestras de temperatura, salinidad y nutrientes a una profundidad máxima de 100 m, situación que obedeció a la fatiga de los equipos oceanográficos los cuales por su composición material no resistieron mayores profundidades¹⁸⁶.

Este hecho fue trascendental para el desarrollo de la investigación, pues limitó la toma de algunos muestreos y los alcances del estudio oceanográfico. Indudablemente esto evidenció notables fallas a la hora de planear y ejecutar el crucero oceanográfico, pues develó falta de organización por parte de las autoridades competentes. Entre los errores más notables se resalta la falta de verificación de los instrumentos técnicos y la revisión de los equipos oceanográficos antes de iniciar la expedición, labor que debe ser desarrollada por el jefe de crucero¹⁸⁷.

Los instrumentos técnicos que se utilizaron en esta investigación para la toma de muestras físicas y químicas no cambiaron, de igual manera tampoco se modificaron los métodos de determinación ni análisis de datos. Por el contrario, se mantienen los utilizados en los anteriores cruceros preservando la misma línea metodológica de corrección de datos oceanográficos, como un elemento necesario para disminuir los márgenes de error de las muestras obtenida en cada estación (Ver: Tabla 5)

Durante la implementación del software para el intercambio de datos oceanográficos los institutos de investigación marina en Colombia observaron varios errores durante la toma de muestras *in situ*, los cuales fueron producidos por las corrientes submarinas que arrastran los instrumentos de medición provocando modificaciones en el registro

¹⁸⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

¹⁸⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1977a. Crucero Pacifico VI-ERFEN III (1977). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

¹⁸⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

de datos oceanográficos con respecto a la profundidad donde realmente se obtuvo la información. Es decir, las muestras colectadas nunca pueden ser tomadas a la profundidad que se requieren sino que ellas son proporcionales y en muchas ocasiones calculadas, pues el efecto que las corrientes del mar causan sobre los instrumentos técnicos son bastante severos hasta el punto de modificar por completo la profundidad a la que se necesita tomar las muestras oceanográficas¹⁸⁸.

El desarrollo de esta investigación permitió resaltar la importancia de las muestras de superficie, como un elemento clave para determinar los cambios de la temperatura superficial del mar y la utilidad que representaron las botellas Nansen a la hora de tomar la temperatura de las profundidades, gracias a la adaptación de termómetros de inversión protegidos y no protegidos (Figura 8.)

A través de estos años se han podido experimentar en el CIOH un mejoramiento sustancial en el área de oceanografía operacional, la cual por su exigente labor en ambas costas ha tenido que recurrir ha una mayor profesionalización del personal y la obtención de nuevos equipos oceanográficos, los cuales han contribuido con la determinación de información oceánica más precisa sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. La cual fue utilizada en los informes de Oceanografía internacional sobre los estudios del fenómeno El Niño, la variación atmosférica del océano Pacífico y las modificaciones de las condiciones climáticas del globo, presentados a organismos internacionales como la COI y la Organización Meteorológica Mundial (OMM)¹⁸⁹.

Para el año de 1978 se llevó a cabo el crucero ERFEN IV, a través del cual se realizaron estudios físicos, químicos y meteorológicos de la cuenca Pacífica colombiana. De los cuales sólo se lograron obtener muestras a 500 m de profundidad debido a las fallas que presento el contámetro del winche oceanográfico, las cuales fueron producto del uso normal del equipo mecánico¹⁹⁰.

¹⁸⁸ *Ibíd.*,[s.p.]

¹⁸⁹ *Ibíd.*,[s.p.]

¹⁹⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1978a. Crucero Pacifico VII - ERFEN IV (1978). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

Producto del daño que sufrió el winche oceanográfico no se pudieron tomar muestras a grandes profundidades (Figura 18.), lo cual impidió que en ese año se siguieran realizando estudios comparativos de temperatura y salinidad a profundidades estándar de 0 a 2.000. Situación que afectó el desarrollo de una labor investigativa que se había mantenido desde los primeros cruceros para correlacionar las dinámicas océano-atmosféricas que presentó el océano Pacífico.

Figura 18. Winche oceanográfico utilizado durante las expediciones para arriar e izar equipos.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

De esta manera es importante destacar que en vista de los inconvenientes mecánicos presentados a bordo del buque ARC San Andrés no se paralizaron los proyectos investigativos que se estaban realizando en el ámbito nacional. Por el contrario, sumaron esfuerzos la Dirección General Marítima y Portuaria, y la Comisión Colombiana de Oceanografía para proseguir con las investigaciones oceanográficas patrocinadas por la Organización de Estados Americanos (OEA) a través del programa Multinacional de Ciencias del Mar. El cual estaba dirigido a incentivar la investigación

marina en aquellos países costeros que no poseían un conocimiento integral sobre sus mares y costas¹⁹¹.

Es importante destacar que durante este quinquenio no se presentaron grandes cambios en la utilización de instrumentos técnicos, ni en los métodos de determinación de datos oceanográficos. Por el contrario, estos se han mantenido como prueba de sus excelentes resultados en la obtención de información oceanográfica, la cual ha contribuido con el conocimiento del océano Pacífico. Sin embargo, cabe subrayar que los inconvenientes presentados en el crucero Pacífico VII hicieron parte de un hecho aislado al cual se le dio pronta solución para el bien de la continuidad de las investigaciones oceánicas en la CPC.

En cuanto a los resultados que aportaron los datos oceanográficos sobre las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico se identificaron una serie de cambios físicos en el agua, los cuales prendieron las alarmas sobre los comienzos de otro evento cálido. Hecho que se confirmó y fue muy reciente con respecto al anterior, éste fenómeno natural presentó una duración de aproximadamente 7 meses, donde produjo cambios moderados en el comportamiento oceánico que influyeron en las condiciones atmosféricas de las zonas continentales (Ver: Tabla 4)

Tabla 5. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1975-1979.

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
Pacífico IV – ERFEN I 1975	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Clark Bumpus • Red Bongo • Flujómetro
Pacífico V –	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen 	

¹⁹¹ *Ibíd.*, [s.p]

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
ERFEN II 1976	<ul style="list-style-type: none"> • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Winkler 	
Pacífico VI – ERFEN III 1976	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	
Pacífico VII 1977	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	
Crucero ERFEN IV 1978	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	

Fuente: Autor del proyecto.

2.3 LA INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA: UN DESARROLLO SOSTENIDO (1980-1984)

A partir de la década de 1980 se dio inicio a otra década de investigación oceanográfica en Colombia, la cual estuvo marcada por la poca producción investigativa de las instituciones nacionales, ya que durante este quinquenio solo se desarrollo un crucero oceanográfico por causas aún desconocidas, pues no se encuentran registros documentales que permitan indagar más sobre esta etapa de la historia de las Ciencias del Mar¹⁹².

Es importante resaltar que las investigaciones marinas en el país continuaron desarrollando sus labores científicas en áreas como la Biología, Química, Física y Geología en costas y mares de Colombia. Estos estudios representaron importantes adelantos para el conocimiento de bahías, ríos, ciénagas y litorales que fueron indispensables para establecer las condiciones ambientales, atmosféricas y ecológicas de todas las riquezas naturales de la Nación¹⁹³.

A partir de las investigaciones oceanográficas que se adelantaron en diferentes áreas de estudio, el país pudo apreciar un significativo avance en el desarrollo de programas oceanográficos a nivel internacional. Se destaca de estas investigaciones su cobertura y extensión hacia regiones donde se han realizados pocos trabajos científicos orientados ha analizar los cambios océano-atmosféricos que presento la CPC.

Durante toda la década de 1980 el CIOH junto a otras instituciones gubernamentales se encargaron de explorar e investigar la CPC. Entre las cuales se destaca el surgimiento del Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP), el cual fue creado para satisfacer las necesidades que en investigación marina poseía el occidente del país. Producto de la fundación de esta dependencia de la Dirección General Marítima y Portuaria, se logró consolidar en ambas costas centros de investigación marítima

¹⁹² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1982a. Crucero Pacifico VII - ERFEN IV: Formato de Datos Físicos y Químicos para Estaciones Oceanográficas. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p]

¹⁹³ GARAY, J y GUITIERREZ, H. Contribución al Estudio Oceanográfico Químico del Archipiélago de San Andrés y Providencia. **Boletín Científico CIOH**. Cartagena, Colombia, N5 (marzo 1984), pp. 25-27.

que permitieron monitorear las condiciones océano-atmosféricas de ambos océanos¹⁹⁴.

Para el año de 1982 se realizó el crucero oceanográfico Pacífico VII-ERFEN V, el cual estuvo dirigido a determinar parámetros físico-químicos del océano Pacífico. A través de esta investigación la Dirección General Marítima y Portuaria prosiguió con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico Colombiano, el cual no evidencio cambios sustanciales en los resultados de los parámetros oceanográficos, presentando rangos de estabilidad (Ver: Tabla 12)¹⁹⁵

Durante este crucero se resalta el desarrollo del ERFEN, en el cual participó Colombia presentado un informe sobre las condiciones océano-atmosférica del océano Pacífico. Las cuales dieron un parte de alerta frente al desarrollo de un fenómeno natural sobre las aguas y costas del Sudeste Pacífico. Como se observa en la Tabla IV, desde abril de 1982 hasta julio de 1993 se gestó en las aguas del Pacífico, produciendo modificaciones en el estado de océano y cambios climáticos en las zonas continentales. Cabe subrayar que esta investigación aportó conocimientos oceanográficos sobre las condiciones atmosféricas de la CPC, información que permitió contribuir con la determinación oceanográfica de los distintos sectores del océano Pacífico¹⁹⁶.

En cuanto a la utilización de los métodos de investigación oceanográfica hay que decir, que estos no cambiaron. Por el contrario sus instrumentos técnicos y procedimientos de análisis siguieron siendo los mismos que se utilizaron en las investigaciones de finales de la década del 70 (Ver: Tabla 6)

Desde 1979 la CPPS ha venido desarrollando proyectos de investigación oceanográfica enfocados a estudiar las condiciones biológicas del océano Pacífico, como respuesta al interés que los países andinos y empresas pesqueras han manifestado por conocer la abundancia de la riqueza íctica de esta área del mundo. Por esta razón, países como Chile, Perú y Ecuador desarrollaron cruceros

¹⁹⁴ CARREÑO TARAZONA, Clara Inés. Centro Control Contaminación del Pacífico – CCCP, Nuevo Orden Espacial y Científico En el Pacífico Colombiano. En: Compilación Histórica de la Dirección General Marítima – DIMAR – Ubicadas EN EL Área Naval de El Morro, San Andrés de Tumaco. CCCP. San Andrés de Tumaco, 2006. pp. 22-29.

¹⁹⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1982a. Op. cit., [s.p]

¹⁹⁶ *Ibíd.*, [s.p]

oceanográficos orientados a determinar parámetros biológicos, que permitan explorar, preservar y explotar el recurso pesquero de forma controlada¹⁹⁷.

Durante el año de 1980 en el Sudeste Pacífico la CPPS desarrollo investigaciones marinas para establecer que especies de peces se desplazan sobre las aguas de las costas suramericanas. Para alcanzar tal objetivo tuvo que recurrir a la ayuda de la CIAT, la cual durante el desarrollo de su labor de explotación pesquera logró realizar estudios biológicos que le permitieron obtener información valiosa sobre el recurso íctico que habita esta región oceánica. Fue así, como la CPPS compartió y desarrollo proyectos investigativos con la CIAT, la cual dio a conocer los estudios que poseía sobre las especies de atunes y peces afines. Es importante destacar que la documentación aportada permitió complementar y fortalecer algunas investigaciones que la CPPS venia desarrollando, pues las ilustraciones graficas de los peces y sus clasificaciones contribuyeron enormemente con el conocimiento de las especies marinas¹⁹⁸.

De esta manera para el año de 1982 la CPPS ya había basado gran parte de sus estudios científicos en la investigación de recurso pesquero, como prueba de esto se realizaron los cinco seminarios de Pesquería Artesanal (1975); Educación y Capacitación del Mar (1976); Pesquería de Tunidos (1979); Recursos Pesqueros Demersales y su Medio Ambiente (1980) y Recursos Pelágicos y sus Pesquerías (1982). Los cuales fueron de gran importancia para la investigación marina del océano Pacífico, pues aportaron resultados científicos que trascendieron para la época, por los cambios ecológicos que se presentaron en cuanto a la magnitud, disposición y composición del Pacífico Sudeste¹⁹⁹.

A través de estas investigaciones se lograron determinar las principales características biológico-pesqueras del océano Pacífico, las cuales buscaron aportar información sobre la reproducción, crecimiento, alimentación, captura y mortalidad de peces. A partir de estos datos se pudo complementar anteriores investigaciones biológicas sobre el ciclo de vida de los peces y detectar agentes externos que influyeron en la

¹⁹⁷ MARCILLE, J. Estado Actual y Perspectivas de la Pesca de Atunes en el Mundo. **Pacífico Sur**. Callao, Perú. num. 11, 1980. pp. 481-503.

¹⁹⁸ KLAWE, W. Un Esquema para Clasificar los Atunes, Caballas y Peces Afines con Datos sobre su Distribución Geográfica. **Pacífico Sur**. Callao, Perú. num. 11, 1980. pp. 5-12.

¹⁹⁹ Comisión Permanente del Pacífico Sur. Presentación. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982. p 4.

muerte y disminución de este recurso marino. Gracias a estas investigaciones se logró conocer de manera plena los daños ecológicos que la pesca con redes y dinamita causaban a la población de peces. Fue así, como los países andinos se encargaron de reforzar las medidas de tránsito y pesca en las costas suramericanas, las cuales durante muchos años han sido presa de embarcaciones extranjeras que pescan y acaban con el recurso íctico que se encuentra en sus aguas²⁰⁰.

En el caso de Colombia el instituto INDERENA es el encargado de realizar las investigaciones biológico-pesqueras en la CPC. Las cuales han arrojado resultados alentadores sobre la abundancia de peces en la región, destacándose aquellos que son utilizados por la industria pesquera para la producción de enlatados de atún, harinas y aceite de pescado²⁰¹.

Es importante destacar que estas investigaciones biológico-pesqueras fueron fundamentales para impulsar el desarrollo de institutos de investigación marina, pues para la mitad del Siglo XX en Colombia aún no existía ninguna entidad del Estado encargada de realizar esta labor. Por tal razón, las investigaciones biológicas de la CPC quedó a disposición de institutos extranjeros, que como sucedió con la empresa PESCOLOMBIA tuvo que recurrir a un instituto polaco para realizar un estudio de pesca exploratoria entre Cabo Corrientes y Punta Charambirá, donde se determinó que tipo de especies marinas se encontraban en la zona tropical del océano Pacífico²⁰².

En lo que se refiere al ámbito mundial hay que decir que las investigaciones oceanográficas que se realizaron durante la década de 1980 sobre el Sureste del océano Pacífico estuvieron marcadas por el desarrollo de parámetros geológicos (Figura 19.) Estos estudios abarcaron las áreas marítimas de Ecuador, Perú y Chile, en las cuales se realizaron análisis tectónicos sobre la placa Nazca. La cual por sus antecedentes históricos ha presentado una gran dinámica que puede vaticinar el

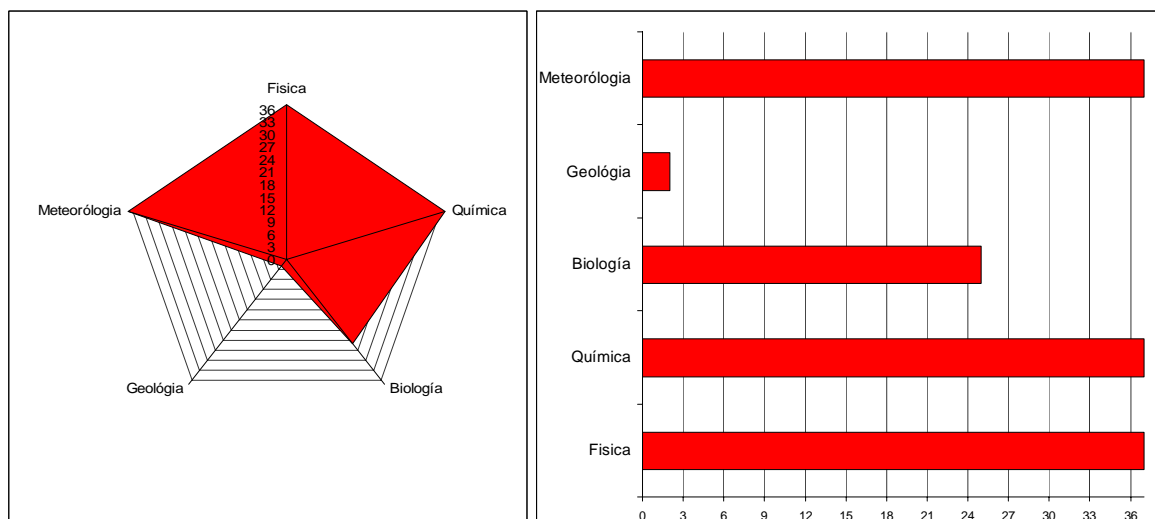
²⁰⁰ Subsecretaría de Pesca de Chile. Recursos Pelágicos y Pesquerías en Chile. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982. pp. 5-25.

²⁰¹ MORA, L. Recursos Pelágicos del Pacífico Colombiano. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982. pp. 83-88.

²⁰² MORA, L. Op. cit., p. 84.

desarrollo de terremotos y fenómenos naturales, que amenazan las costas de América²⁰³.

Figura 19. Gráfico estadístico sobre el predominio de las áreas de estudio en los cruceros oceanográficos realizados en el Pacífico colombiano durante el período de 1970-2004.



Fuente: Autor del proyecto.

Esta investigación fue realizada por el gobierno inglés a través del instituto British Oceanographic Data Center (BODC), que lo presentó dentro del programa IODE de las Naciones Unidas. Este estudio se llevó a cabo del crucero Discovery en el año de 1980, con el propósito de producir información que enriqueciera sus bases de datos sobre los demás océanos del mundo²⁰⁴.

A través de este capítulo se puede apreciar tres puntos de investigación distintos según sus enfoques investigativos y envergadura. En primer lugar se encuentra la investigación oceanográfica que se realizó en el ámbito nacional con el crucero Pacífico VII – ERFEN V de 1982, el cual desarrolló parámetros físicos y químicos de la CPC y manifestó la poca producción de éstos en el primer quinquenio de esta década (Véase: Tabla 6) En segundo lugar, se encuentran las investigaciones que en el

²⁰³ Cruise Summary Report. British Oceanographic Data Center. 25 Septiembre de 2006. http://www.bodc.ac.uk/data/information_and_inventories/cruise_inventory/report/d110.pdf

²⁰⁴ Cruise Summary Report. British Oceanographic Data Center. 25 Septiembre de 2006. http://www.bodc.ac.uk/data/information_and_inventories/cruise_inventory/report/d110.pdf

ámbito regional desarrollaron los países andinos, a través de la CPPS, los cuales estuvieron dirigidos a establecer parámetros biológico-pesqueros que aportaran un mayor conocimiento sobre la abundancia y clasificación del recurso íctico en el Sudeste del océano Pacífico. En tercer lugar se aprecia el desarrollo de estudios oceanográficos a nivel internacional, los cuales están dirigidos a establecer las condiciones geológicas en que se encuentra la placa Nazca, con el propósito de determinar su dinámica²⁰⁵.

De esta manera se pudo apreciar como durante el primer quinquenio de la década del 80, la investigación oceanográfica en el Pacífico colombiano no presentó ningún cambio en los enfoques investigativos de los cruceros. Como se aprecia en la Tabla XII, estos estudios no modificaron sus áreas, parámetros, ni instrumentos técnicos de recolección de muestras. Por el contrario, su principal característica estuvo enmarcada dentro del mantenimiento de equipos, procedimientos y análisis de datos oceanográficos, con respecto a las expediciones ejecutadas en la década pasada.

Tabla 6. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1980 – 1984.

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos químicos
Pacífico VIII – ERFEN V 1982	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Termómetros de inversión protegidos • Termómetro de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción modelo RS-7 • Termómetro de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Nansen • Botellas Winkler

Fuente: Autor del proyecto.

²⁰⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1982a. Op. cit., [s.p]

2.4 EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS (1985-1989)

La segunda mitad de la década de 1980 se caracterizó por desarrollar anualmente una investigación oceanográfica como consecuencia del interés nacional por conocer las condiciones atmosféricas de las aguas marítimas y cumplir los convenios internacionales. Estos estudios se diferenciaron plenamente en los cambios metodológicos que experimentaron a causa de sus enfoques investigativos, los cuales fueron modificados con respecto a los trabajos desarrollados en años anteriores. Cabe resaltar que a partir de los datos suministrados por estos cruceros se logró aportar una valiosísima información sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC en épocas del año de las cuales se tenían pocos registros²⁰⁶.

Para el año de 1986 se llevó a cabo el crucero Pacífico IX – ERFEN VI, a través del cual se tomaron parámetros físicos, químicos, biológicos, geológicos y meteorológicos., los cuales fueron fundamentales para establecer las condiciones atmosféricas del océano Pacífico durante el primer semestre del año²⁰⁷.

Es importante destacar que esta expedición oceanográfica fue una de las más íntegras que se realizaron durante la década de 1980 por la cantidad de parámetros analizados y los estudios oceanográficos aplicados. Además, se debe subrayar que a través de esta investigación se continuó con el desarrollo de estudios biológicos y geológicos que en anteriores cruceros no se habían adelantado, encontrando en este periodo las primeras investigaciones geológicas en la CPC a bordo de los buques oceanográficos (Ver: Figura 19)

Los parámetros biológicos que se realizaron en este crucero estuvieron marcados por la importancia que estos representaron para el desarrollo de estudios de íctioplancton²⁰⁸ (Figura 20) Los cuales fueron importantísimos para la investigación marina y pesquera, pues aportó información sobre la morfología, distribución,

²⁰⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1986a. Crucero Pacifico IX-ERFEN VI (1986). Informe Técnico. Cartagena: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

²⁰⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁰⁸ Método de la biología pesquera, utilizado para determinar el número de huevos, larvas, postlarvas y juveniles de peces. Estas investigaciones son indispensables para la ubicación de bancos de pescado, información que es de vital importancia para las empresas pesqueras del país.

clasificación, reproducción y mortalidad de los peces en el Pacífico colombiano. También se destacó la aplicación de sus datos para la explotación pesquera, pues permitió determinar la abundancia, ubicación y desplazamiento de ciertas especies de peces, los cuales son propios del Pacífico Tropical e idóneos para producir harina y aceite de pescado (Ver: Tabla 12)²⁰⁹

Figura 20. Determinación de la evolución de larvas *Lebetus Scripoides*, que permite identificar las etapas de desarrollo de los peces y aporta conocimientos sobre estudios de íctioplancton.



Fuente: www.pt.wikipedia.org

Teniendo en cuenta que el desarrollo de estudios biológicos de este tipo son bastante escasos y recientes en Colombia, hay que interpretar el interés del Estado por impulsar ciertos sectores de la economía nacional que a través de la historia han sido débiles y flacos, pues el país nunca ha poseído un sector pesquero fuerte y opulento. Por el contrario, se subraya el desarrollo de la pesca artesanal y el surgimiento de pequeñas empresas pesqueras de corta duración.

²⁰⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1986a. Op. cit., [s.p.]

Sin duda alguna cualquier país que haya desarrollado investigación oceanográfica sobre sus mares conoce de la importancia que para este campo científico representa incentivar y contribuir con la creación de un sector pesquero que requiera de la realización de estudios marinos. Los cuales le permitan no solo explotar de manera controlada el recurso íctico de la región sino también financiar los proyectos investigativos del océano, es decir, que el desarrollo económico del mar vaya de la mano con el avance científico de la investigación marina²¹⁰.

Dada la importancia que representó para la Nación y los países andinos desarrollar investigaciones oceanográficas orientadas a la Biología Marina, la Armada Nacional se encargó de preparar e introducir personal competente que fortaleciera esta área de las Ciencias del Mar. El cual pudiera ser incorporado al CIOH para que apoyaran la especialización de estos estudios en el ámbito local, que durante varios años han estado estancado por falta de iniciativa estatal, que se aprecia en sus instituciones²¹¹.

De esta manera la investigación oceanográfica en Colombia modificó la orientación de sus estudios oceánicos y se encaminó hacia la producción sistemática de trabajos investigativos en áreas como la Biología Marina donde se analizaron parámetros como fitoplancton, zooplancton, íctioplancton y bentos marinos, los cuales en anteriores cruceros no habían tenido una continuidad. Por el contrario, su desarrollo había estado en manos de empresas o compañías extranjeras interesadas en explorar y explotar el recurso pesquero del Sudeste Pacífico²¹².

Por esta razón, el enfoque investigativo del crucero Pacífico IX – ERFEN VI de 1986 estuvo dirigido a desarrollar muestras biológicas, las cuales se determinaron a partir de la utilización de redes Bongo y Neuston. Estas fueron usadas en determinadas estaciones donde el buque disminuyó su velocidad y permitió el descenso de las redes a la superficie del mar, con las cuales se efectuó un arrastre oblicuo que permitió sacar muestras de fitoplancton y zooplancton²¹³.

²¹⁰ Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Plan de Desarrollo de las Ciencias y Tecnologías del Mar en Colombia. Taller (Seminario de Oceanografía Biológica). Cartagena, Colombia, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2 al 6 de Mayo de 1988, pp. 18-19.

²¹¹ VELANDIA, S. Inauguración del Primer Taller de Oceanografía Biológica. Taller (Seminario de Oceanografía Biológica). Cartagena, Colombia, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2 al 6 de Mayo de 1988, pp. 1-2.

²¹² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1986a. Op. cit., [s.p.]

²¹³ *Ibíd.*, [s.p.]

Las redes Bongo en esta investigación fueron utilizadas para tomar muestras de biomasa y zooplancton, estas se caracterizaron por su forma delgada y alargada, dichas estaban provistas de un cono en malla de 300 y 500 micras y de una boca de 30 cm, especial para recolectar muestras de plancton (Figura 21) Cabe destacar que las muestras de zooplancton que fueron tomadas con estas redes, no se les pudo acondicionar el flujómetro situación que impidió calcular la cantidad de agua que pasó a través de las redes²¹⁴.

Figura 21. Redes Bongo, utilizadas para recolectar muestras de zooplancton.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Las redes Neuston fueron usadas para recolectar muestras de fitoplancton, las cuales permitieron determinar la cantidad de organismos vegetales que se encontraba en el mar. Las dimensiones de estas redes varían con respecto a las de zooplancton, pues estas poseen malla de 500 micras y una boca colectora más pequeña. Sin embargo, se debe aclarar que todos los instrumentos oceanográficos izados por la borda incluyendo las redes de plancton son sujetos a un peso muerto de 15 kilogramos,

²¹⁴ *Ibíd.*,[s.p.]

que permite el descenso de los equipos hasta las profundidades deseadas y su estabilidad mientras se recolectan las muestras²¹⁵.

Estas redes de arrastre superficial tipo Neuston constan cada una de un par de patines, un marco metálico de 0.75 m por 0.40 m, una red de 2.40 m de largo, un tamaño de poro de 300 micras y copo recolector de PVC (Figura 22) El cual permite filtrar el agua y capturar los organismos que habitan en ella, almacenando en su interior las muestras biológicas que posteriormente se analizan en el laboratorio.

Figura 22. Red simple, utilizada para recolectar muestras superficiales de fitoplancton.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

Es importante resaltar que las redes Bongo y Neuston durante la década de 1980 hicieron parte de un cambio metodológico en la utilización de instrumentos técnicos para la recolección de muestras biológicas. Con la implementación de estas redes se reemplazaron las Clarke Bumpus y Pettersson, que durante la década de los 70 fueron fundamentales para determinar las muestras plancton. De esta manera se puede apreciar en la Tabla 7, la aplicación de nuevas tecnologías en los equipos oceanográficos sin perder la continuidad en la técnica de recolección, pues estas siguen siendo la misma de arrastre²¹⁶.

Durante el desarrollo de la investigación oceanográfica se presentaron grandes cambios en la utilización de instrumentos técnicos para la toma de muestras físicas, los cuales fueron reemplazados en su totalidad con respecto a los usados en la década pasada. Equipos oceanográficos como el CTDO y las botellas Niskin, dejaron en desuso a las botellas Nansen, los batitermógrafos, los termómetros de inversión

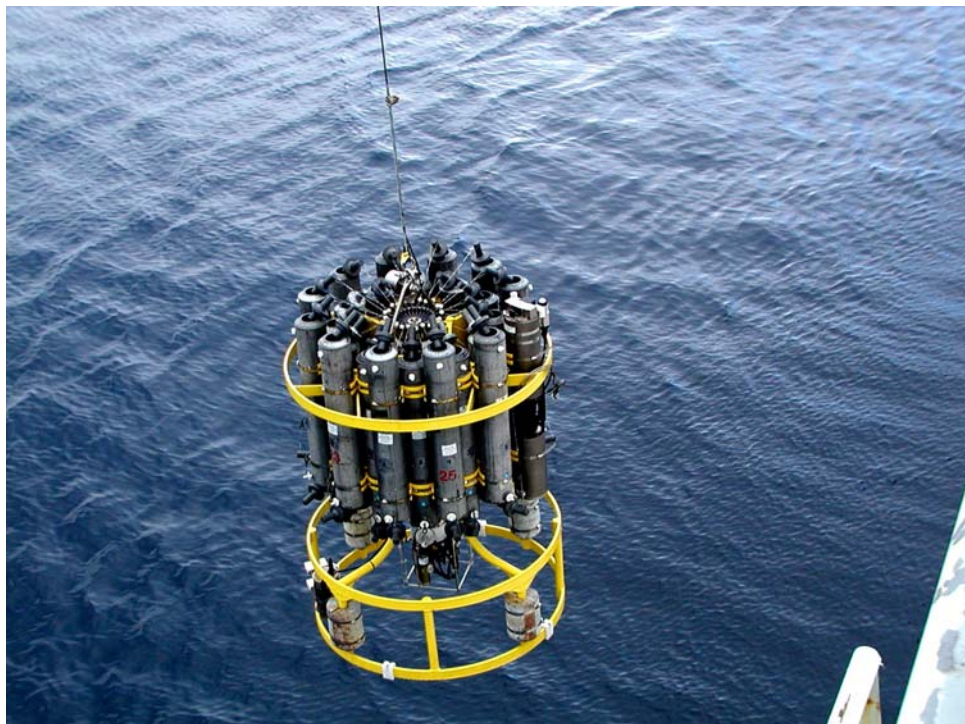
²¹⁵ *Ibíd.*,[s.p.]

²¹⁶ *Ibíd.*,[s.p.]

protegidos y no protegidos, y el Salinómetro; pues con estos elementos se logra obtener mayor precisión en la toma de datos oceanográficos²¹⁷ (Ver: Tabla 7)

El CTDO es un equipo oceanográfico que registra la conductividad, temperatura y densidad del agua así como la profundidad a la cual se encuentra sumergido. Este instrumento técnico consta de un cilindro metálico, capaz de soportar altas presiones y mantener protegido su sistema electrónico (Figura 23) Las muestras con el CTDO son tomadas cuando el buque se encuentra en un estado estacionario, en ese momento se produce el descenso del equipo y se deja un tiempo prudencial para que éste registre las condiciones físicas del mar. Después de arriado el equipo y puesto en la plataforma del buque se procede a transferir los datos de la memoria del CTDO a una computadora personal, en la cual se descarga la información que posteriormente va será procesada.

Figura 23. Roseta de CTDO's, utilizada para determinar parámetros físicos como temperatura, densidad y conductividad.



Fuente: Tomado de <http://bioloc.oce.orst.edu/>

²¹⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

Con la implementación del CTDO los centros de investigación oceanográfica del país mejoraron notablemente la producción de datos oceanográficos, pues empezaron a obtener información en tiempo real y con un mínimo margen de error. Fue así, como las maniobras para la recolección de muestras físicas se redujeron considerablemente al punto de simplificar la toma de tres parámetros en un solo instrumento técnico.

Las botellas Niskin fueron un instrumento técnico que se utilizó para tomar muestras de aguas a distintas profundidades, a partir de estas se pudo analizar parámetros físicos y químicos del mar, los cuales permitieron establecer las condiciones atmosféricas del océano y sus cambios periódicos (Figura 24) Este equipo oceanográfico si bien contribuyo con el mejoramiento de la técnica de recolección de agua, elimino por completo la posibilidad de poder registrar muestras de temperatura *in situ* como se venia haciendo con las botellas Nansen.

Figura 24. Botella Niskin, instrumento técnicos utilizado para recolectar muestras de agua de mar. En la imagen se aprecia al asistente de estación recibiendo el equipo después que éste ha sido arriado.

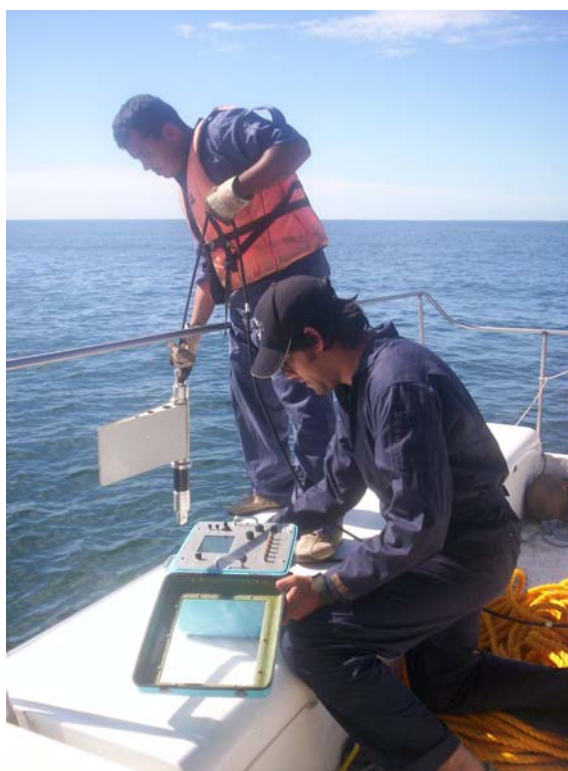


Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

En cuanto a los equipos de investigación que se utilizaron para obtener muestras químicas se resalta la aparición de las botellas Niskin, las cuales fueron usadas para tomar muestras de agua que posteriormente se implementaron en la determinación de parámetros químicos como nutrientes y oxígeno disuelto. Los cuales se analizaron por medio del método Winkler que permitió preservar y transportar las muestras desde el buque hasta el laboratorio²¹⁸.

Cabe destacar que esta investigación se desarrolló a bordo del buque ARC Providencia presentando una serie de innovaciones técnicas y metodológicas que anteriormente no se habían constatado en los cruceros. Entre estas se señala la implementación de un correntómetro para determinar parámetros meteorológicos y la aplicación de un enfoque geológico para determinar la morfología de algunas áreas de la CPC (Ver: Figura 25)

Figura 25. Correntómetro utilizado para determinar la dirección y velocidad de la corriente marina.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

²¹⁸ *Ibíd.*,[s.p.]

El correntómetro fue un instrumento técnico que se utilizó para medir la velocidad y dirección de las corrientes en los mares y ríos del país, a través de este elemento se determinó las condiciones oceánicas de la CPC. Este equipo presentó ciertas limitantes para la toma de datos oceanográficos, pues dependiendo de la profundidad y longitud del cable transmisor de datos se logró registrar información básica sobre el estado de las corrientes marinas.²¹⁹ Existen algunos modelos que además registran su dirección, profundidad e inclinación respecto de la vertical, temperatura de agua de mar, presión y conductividad. En cuanto a su modalidad de registro puede ser papeleta inscriptora, cinta magnética o memoria de estado sólido.

Con relación al desarrollo de parámetros geológicos durante la investigación oceanográfica se tomaron muestras sedimentológicas y realizaron sondeos del lecho marino. A partir de estos muestreos se realizaron granulometrías²²⁰ para determinar el origen y los componentes del suelo marino, el cual con el paso del tiempo ha estado sujeto a cambios, mezclas y transformaciones que hacen necesaria la aplicación de este tipo de estudios.

Para la obtención de las muestras geológicas se utilizó un corazonador marca Gravity Core, el cual permitió tomar muestras del fondo oceánico a distintas profundidades. Este equipo oceanográfico tiene forma de misil, se caracteriza por tener un cilindro de 4 metros de largo y un peso muerto en un extremo, que le permite bajar con velocidad y fuerza. La mecánica de funcionamiento del instrumento se basó en su descenso desde la plataforma oceanográfica amarrado con una guaya que esta sujeta al winche oceanográfico. Su caída se produce de manera violenta ya que su punta cónica se clava en el lecho marino capturando los sedimentos, luego el corazonador es arriado y sacado de la superficie del fondo marino activando de esta forma el cierre de la cabina donde se guarda la muestra e impidiendo su salida. Cuando llega a la plataforma del buque se extrae la muestra y se empaca en papel aluminio para ser preservada y transportada de manera segura al laboratorio donde será tratada y analizada²²¹ (Véase: Figura 26)

²¹⁹ *Ibíd.*, [s.p.]

²²⁰ Parte de la petrografía que trata de la medida del tamaño de las partículas, granos y rocas de los suelos.

²²¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1986a. *Op. cit.*, [s.p.]

Figura 26. Corazonador puesto en la grúa oceanográfica, listo para ser arriado a la superficie del mar.



Fuente: Tomado de <http://www2.udec.cl/geoquimica/es/>

A través de la utilización de la Ecosonda Elac 12 F se lograron obtener registros *in situ* sobre el relieve del fondo marino de la CPC, este presenta formaciones irregulares producto de la gran dinámica tectónica de la placa Nazca. La cual históricamente se ha constituido como un área de subducción en el oriente del océano Pacífico, que ha dado origen a grandes formaciones montañosas como la cordillera de los Andes en Suramérica²²².

Es importante subrayar que a bordo del buque ARC Providencia se tuvo a disposición equipos oceanográficos para realizar investigación física, química, biológica, geológica, y meteorológica. A través de este crucero se identificaron ciertos instrumentos técnicos que posee la embarcación y que no son utilizados con mucha frecuencia, entre estos vale la pena mencionar equipos de prospección geofísica y equipo de televisión submarina, los cuales son usados en otro tipo de investigaciones marinas²²³.

²²² *Ibíd.*, [s.p.]

²²³ *Ibíd.*, [s.p.]

Para el año de 1987 se llevó a cabo el crucero Pacífico X – ERFEN VII, a través del cual se realizaron estudios físicos, químicos, biológicos y geológicos del océano, que estuvieron dirigidos a proporcionar información sobre las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. A partir de estos enfoques investigativos la Dirección General Marítima y Portuaria trato de mantener el desarrollo de una línea investigativa que abarcará los distintos campos de estudio de la Oceanografía, permitiendo de esta manera la comparación y análisis de los parámetros oceanográficos²²⁴ (Ver: Tabla 12)

Los parámetros físicos que se trabajaron a bordo de este crucero fueron fundamentales para determinar las condiciones atmosféricas del océano Pacífico durante el primer semestre del año. Dentro de esta investigación no se presentaron cambios sustanciales en la utilización de instrumentos técnicos para obtener muestras físicas del mar, por el contrario la única diferencia que se identificó fue la implementación de las botellas Nansen y Niskin para la recolección de las muestras de agua²²⁵ (Ver más adelante: Tabla 7)

Con base en lo anterior, es importante destacar que la utilización de ambas botellas permito recolectar muestras de agua para determinar parámetros oceanográficos distintos, es decir, a través de ellas se logró obtener información física y química del mar y además, se pudo establecer la temperatura la profundidad en que se tomó la muestra (Ver: Tabla 7)

También vale la pena resaltar que durante esta investigación se volvió a implementar el uso del batitermógrafo, instrumento técnico que hacia finales de la década del 1970 se dejó de usar como consecuencia de la aparición de otros equipos oceanográficos que lo reemplazaron como el CTDO. El cual registró datos oceanográficos sobre conductividad, temperatura, densidad y oxígeno disuelto, situación que lo convirtió en un equipo esencial para el desarrollo de cualquier labor oceanográfica.

En cuanto a la determinación de los parámetros químicos se utilizó un medidor de pH, botellas Nansen, botellas Niskin, botellas Winkler y el CTDO, con estos instrumentos

²²⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. Informe de Actividades Realizadas en el Crucero “Pacífico X, ERFEN VII”. Informe Técnico: Cartagena. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

²²⁵ *Ibíd.*, p 7.

técnicos se determinó las condiciones químicas de la CPC. Hay que decir, que durante esta investigación se implementó el uso de ciertos equipos oceanográficos que antes no se habían utilizado para desarrollar parámetros químicos, entre estos se señalan el medidor de pH y el CTDO (Figura 27) El medidor de pH fue un elemento utilizado para determinar la acidez del agua de mar, mientras que el CTDO fue un instrumento técnico que se usó para establecer la cantidad de oxígeno disuelto en el mar²²⁶.

Figura 27. Imagen de medidor de pH, equipo de laboratorio utilizado para determinar la acidez de los líquidos.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Vale la pena aclarar que el CTDO se caracterizó por ser un instrumento técnico capaz de tomar muestras físicas y químicas del mar, las cuales fueron registradas a través de un sensor que midió la conductividad, temperatura, densidad y el oxígeno disuelto del mar. Esta información es trasladada a la memoria del equipo donde después de arriado es descargada a través de un computador, el cual almacena los datos obtenidos *in situ* y los procesa realizando cálculos de los registros. Este equipo ha sido utilizado en la mayoría de los casos para obtener muestras físicas del mar antes

²²⁶ *Ibíd.*, p 9.

que químicas, pues históricamente éstas han sido determinadas a partir de las muestras de agua recolectadas por las botellas Niskin y Nansen, las cuales han sido por excelencia el equipo oceanográfico por medio del cual se obtienen las muestras de oxígeno disuelto²²⁷.

Las muestras de oxígeno disuelto en las botellas Niskin y Nansen son las primeras en ser determinadas para evitar cualquier tipo de contaminación de la muestra de agua recolectada. Es decir, apenas es sacado el equipo oceanográfico de la superficie de mar éste es colocado en el rack, donde por medio de una manguera de caucho es sacada una dosis de agua que es colectada en una botella Winkler para adicionarle al instante 2 ml de sulfato de manganeso y 2 ml de solución de yoduro –alcalina, introduciendo dosificadores hasta la parte media de la botella (Figura 28) De esta manera se protege la muestra de cualquier tipo de contaminación y se conserva mientras es trasladada al laboratorio, donde posteriormente es analizada²²⁸.

Figura 28. Instante en que el personal científico se dispone a tomar muestra de oxígeno disuelto.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

²²⁷ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Metodología e Instrumentación de campo. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. pp. 2-6.

²²⁸ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Oxígeno Disuelto. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. pp. 47-48.

Es importante resaltar que la determinación de parámetros químicos como el oxígeno disuelto han representado gran importancia para el desarrollo de las investigaciones oceanográficas, pues a permitido conocer la distribución de organismos en los océanos, oxidación y descomposición de materia orgánica, y la productividad de los océanos a través del tiempo y en ciertas profundidades. Situación que ha sido vital para establecer las formas de vida marina e identificar el tipo de vida que se encuentra en cada profundidad del océano.²²⁹ Esta información no solo le interesa a las instituciones de investigación marina sino también a las compañías y empresa pesqueras que explotan el recurso íctico del Pacífico Tropical.

Durante este crucero también se desarrollaron estudios geológicos sobre la CPC, los cuales estuvieron orientados a determinar la profundidad del área oceánica investigada, la morfología del lecho marino y sus componentes sedimentológicos. A partir de estos objetivos se implementó el uso de algunos equipos oceanográficos como la ecosonda, el corazonador (Gravity Core), cono tipo Bertois y la draga tipo Shipeck, los cuales fueron importantísimos para realizar la carta sedimentológica de la plataforma continental del Norte de la CPC y la determinación del relieve del fondo oceánico²³⁰ (Ver: Tabla 7)

Con respecto a la implementación de nuevos instrumentos técnicos para la determinación de parámetros geológicos se debe decir, que estos fueron indispensables para recolectar y conocer los distintos componentes sedimentológicos del Pacífico colombiano (Figura 29) La cual por su variada morfología hizo necesario el uso de varios tipos de equipos oceanográficos especializados en establecer la formación geológicas del lecho marino.

²²⁹ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Oxígeno Disuelto. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 47.

²³⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. Op. cit., p 7.

Figura. 29. Muestra sedimentológica del fondo marino.



Fuente: Tomado de <http://www2.udec.cl/geoquimica/es/>

Cuando se pretende determinar los niveles sedimentológicos del suelo oceánico se utiliza el corazonador (Gravity Core), el cual permite extraer niveles estratificados del fondo marino a grandes profundidades. Este instrumento técnico presenta una forma cilíndrica con una longitud de 4 metros y un diámetro de 5 pulgadas aproximadamente. En su extremo superior presenta un peso de media tonelada, que no permite el desplazamiento del durante el tiempo que es lanzado sobre la estación. Por su extremo inferior se le introduce un tubo de PVC de 4 pulgadas por 4 metros de largo, y se le fija con tornillos una ojiva de acero, la cual posee unas láminas en forma de copa que evita que salga la muestra colectada en el momento de su ascenso (Ver: Figura 30) ²³¹

²³¹ *Ibíd.*, p 20.

Figura 30. Imagen lateral del Corazador Gravity Core.



Fuente: Tomado de <http://www2.udec.cl/geoquimica/es/>

El Corazonador (Gravity Core) es utilizado en la mayoría de los casos para realizar estudios de metales pesados, pues su composición interna (PVC) es ideal para determinar este tipo de muestras sedimentológicas, ya que evita el contacto directo de la muestra con la parte metálica de los tubos. La implementación de este equipo obedece a estaciones ubicadas mar adentro y no en zonas costeras, por la dificultad que amerita transportar y manipular este instrumento técnico²³².

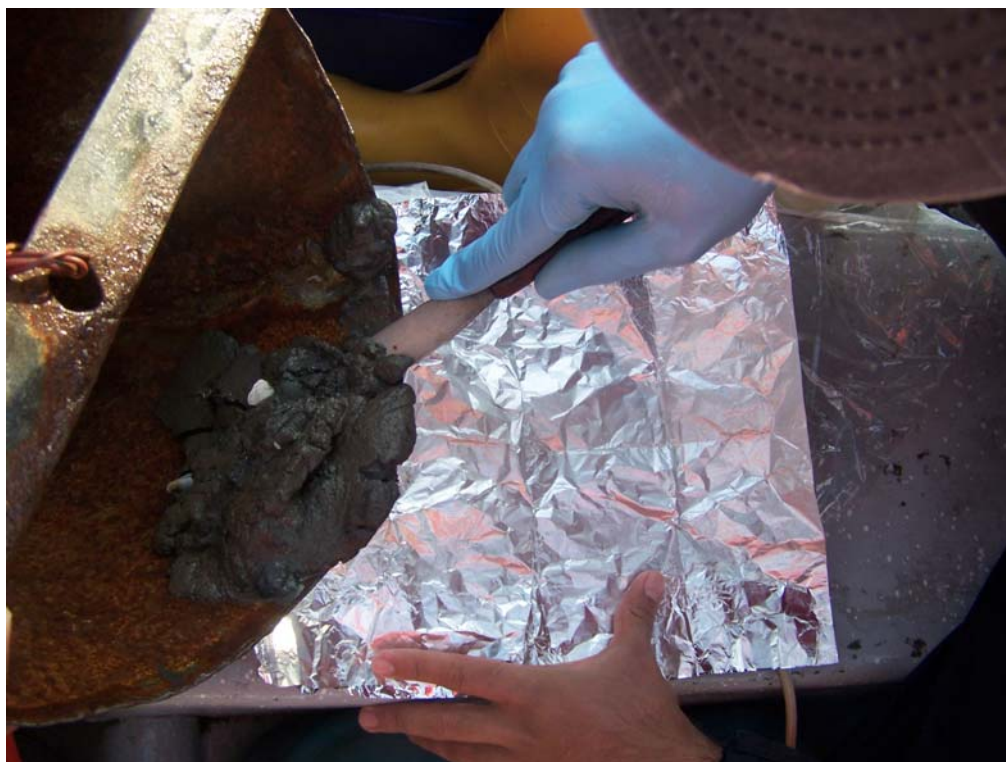
El cono tipo Bertois fue utilizado para recolectar muestras de sedimentos superficiales de pequeñas profundidades del fondo marino, especialmente aquellas que se encuentran cerca de los litorales. A partir de este instrumento técnico se logró conocer los componentes sedimentológicos de las costas del Pacífico colombiano, los cuales comúnmente tienen la característica de ser blandos y fangosos por la gran

²³² Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Muestreadores de Sedimentos. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 2.

cantidad de sedimentos que depositan los ríos y arroyos que desembocan en las zonas costeras²³³.

Este instrumento técnico se caracterizó por ser pequeño, cónico y pesado, su técnica de recolección de muestras sedimentológicas se realiza a partir de un arrastre superficial (Figura 31) Dada las dimensiones del equipo oceanográfico, la profundidad donde habitualmente se emplea y el tipo de muestra sedimentológica que recolecta se utilizan botes o lanchas para ejecutar las maniobras de mar, pues la morfología del suelo marino en las costas del Pacífico colombiano impide que los buques puedan entrar a las bahías por cualquier parte²³⁴.

Figura 31. Cono de sedimentos, utilizado para tomar muestras del fondo marino a pequeñas profundidades.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

La draga Shipeck es un equipo oceanográfico utilizado especialmente para realizar muestreos superficiales de lecho marino, sus muestras comúnmente se caracterizan

²³³ *Ibíd.*, p 2.

²³⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. *Op. cit.*, p 20.

por ser duras y arcillosas. Este herramienta esta construida en material metálico, lo que le hace más resistente y pesada apta para cualquier estudio sedimentológico superficial pero inadecuado para la recolección de metales pesados²³⁵.

Este instrumento técnico funciona a partir de un mecanismo de tijereta, el cual se caracteriza por ir abierto desde su descenso y de cerrarse fuertemente cuando toca el suelo oceánico (Figura 32) Dicho aparato es usado comúnmente para tomar muestras sedimentológicas a profundidades medias, las cuales necesitan de un equipo pesado que pueda mantenerse estable durante su descenso y que a la vez desarrolle un mecanismo de recolección instantáneo y seguro.

Figura 32. Draga Shipeck, utilizada para tomar muestras sedimentológicas en profundidades medias como lagunas, ríos o áreas costeras.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

A partir de las investigaciones geológicas que se desarrollaron a bordo del buque ARC Providencia se lograron establecer muestras sedimentológicas de distintas áreas de estudio de la CPC. Las cuales fueron indispensables para determinar los componentes sedimentológicos del suelo oceánico y sus diferentes formaciones geológicas (Ver: Tabla 12)

²³⁵ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Muestreadores de Sedimentos. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 2.

Las investigaciones biológicas que se realizaron en este crucero se caracterizaron por no presentar ningún cambio metodológico en la utilización de instrumentos técnicos. Sin embargo, los parámetros de estudio no serían los mismos que se analizaron en anteriores estudios, pues muestras como las de íctioplancton no tuvieron la continuidad que se esperaba. El enfoque biológico de esta investigación oceanográfica, estuvo dirigido a establecer muestras de fitoplancton y zooplancton, las cuales permitieron determinar la cantidad de microorganismo vegetales y animales que se encuentra en el mar²³⁶ (Ver: Tabla 7)

Dentro de este crucero vale la pena destacar el desarrollo de los levantamientos hidrográficos que se hicieron entre las bahías de Málaga y Buenaventura, los cuales permitieron construir una carta náutica para la zona de estudio. La cual fue muy importante para determinar la profundidad del lugar, la morfología del lecho marino y corregir la entrada de los canales de acceso a puerto. Estos estudios evidentemente contribuyeron significativamente con la buena navegación, la entrada de buques de mayor calado y el incremento de la actividad económica de la región²³⁷.

También se destacan los aportes cartográficos que esta investigación proporcionó con relación al conocimiento batimétrico de las costas del Pacífico colombiano, las cuales eran desconocidas en algunas áreas del litoral. Esta información no solo permitió conocer la profundidad de las costas sino también el relieve que estas presentaban, caracterizándose generalmente por ser irregular en la composición de las formaciones del suelo marino²³⁸.

Sin duda las batimetrías realizadas en las costas del departamento del Valle del Cauca reflejaron el interés del estado colombiano por impulsar el comercio marítimo que se desarrolló en esta zona del país. El puerto de Buenaventura durante la segunda mitad del Siglo XX se ha venido perfilando como el más importante de la Nación, por la gran cantidad de relaciones comerciales que anualmente se efectúan allí. Seguramente con las modificaciones y arreglos que se le están haciendo a las rutas y canales de acceso se convertirá de manera rápida en el puerto más dinámico y comercial del país.

²³⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. Op. cit., p 24.

²³⁷ *Ibíd.*, p 24.

²³⁸ *Ibíd.*, p 34.

Cabe resaltar que durante esta investigación oceanográfica se determinaron parámetros meteorológicos de la CPC, la cual presentó un comportamiento normal del clima que coincidió circunstancialmente con la estabilización de las condiciones atmosféricas del mar. Para el desarrollo de estos parámetros meteorológicos se utilizaron instrumentos técnicos como los termómetros, termógrafos, pluviómetros y barógrafos. A partir de estos equipos se pudo establecer la temperatura ambiente, la intensidad de lluvias y la presión atmosférica de las diferentes áreas oceánicas donde se localizaron las estaciones de muestreos, estos datos sin duda alguna sustentaron el desarrollo de la investigación oceanográfica pues permitieron fundamentar el conocimiento de las condiciones océano-atmosféricas del océano²³⁹.

A través de esta investigación la Dirección General Marítima y Portuaria llevó a cabo el desarrollo de la séptima investigación conjunta sobre el fenómeno El Niño en el océano Pacífico, el cual aportó información oceanográfica sobre los parámetros físicos, químicos, biológicos y geológicos de la CPC. Esta información fue clave para determinar las condiciones oceanográficas del Pacífico tropical, el cual durante el primer semestre del año no presentó ninguna variación en las condiciones atmosféricas.

Es importante destacar que el programa de investigación oceanográfica ERFEN le ha permitido a la CPPS exponer la producción científica de sus países miembros frente al resto del mundo. A lo largo de 2 años la institución ha sido invitada a 12 reuniones internacionales sobre el Fenómeno El Niño donde ha tenido la oportunidad de ser protagonista. En estas conferencias se ha resaltado la brillante labor desempeñada por gobiernos, instituciones y centros de investigación, que prudentemente han cumplido con el desarrollo de las investigaciones oceanográficas planeadas sobre el océano Pacífico²⁴⁰.

Con base en el desarrollo de estas investigaciones conjuntas los países andinos han ganado prestigio en el ámbito científico internacional por su iniciativa, constancia y entrega en las investigaciones marinas. Las cuales le han permitido estudiar desde mediados del Siglo XX las condiciones oceanográficas del Pacífico Sur, que durante

²³⁹ *Ibíd.*, p 23.

²⁴⁰ Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Programas de la CPPS. Memoria (Del Secretario General a la XIX Reunión Ordinaria de la Comisión Permanente)*. Bogotá, Colombia. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Octubre 1987. p 75.

los últimos 100 años ha experimentado cambios importantes que refuerzan la tarea de la CPPS de proseguir con las labores científicas²⁴¹.

Durante la década de 1980 se destaca el desarrollo de investigaciones marinas por parte de la CPPS, la cual se preocupó por adelantar distintos estudios científicos del océano Pacífico que permitieran explicar e interpretar los cambios oceánicos. Entre los programas científicos que desarrollo la institución se subrayan: plan de acción para la protección del medio marino, áreas costeras en el Pacífico Sudeste, el estudio sobre el fenómeno El Niño, el desarrollo pesquero en el pacífico Sur oriental, desarrollo de los recursos minerales de los fondos marinos y la proyección del sistema del Pacífico Sudoriental en la cuenca del Pacífico²⁴².

Estos programas de investigación marcaron el rumbo de los estudios marinos que la CPPS trató de seguir a través de las distintas instituciones de investigación científica nacional. Las cuales se mostraron su disponibilidad en impulsar la protección, cuidado y explotación de los recursos marinos, hecho que favorecería los intereses de todos los países suramericanos con costas en el océano Pacífico.

Durante el primer semestre del año de 1988 se realizó el crucero Pacífico XII-ERFEN IX, el cual tomo parámetros físico-químicos del océano Pacífico. A través de los cuales se busco determinar su influencia en los cambios océano-atmosféricos de la CPC. Esta investigación busco producir datos oceanográficos que le permitieran aportar conocimientos sobre los efectos que produce el fenómeno El Niño sobre el Pacífico Sudeste y las consecuencias que estos cambios pueden traer a las costas del Pacífico colombiano²⁴³.

En este crucero se produjeron grandes cambios metodológicos con respecto a los enfoques investigativos y a la ausencia de instrumentos técnicos, los cuales fueron modificados drásticamente con respecto a los planeados y utilizados en pasadas investigaciones oceanográficas. De esta manera, se trabaron los estudios marinos que durante dos años se habían mantenido a través del desarrollo de parámetros

²⁴¹ *Ibíd.*, p 76.

²⁴² *Ibíd.*, pp. 74-79.

²⁴³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988a. Las Condiciones Oceanográficas del Pacífico Colombiano Durante Marzo-Abril/88-Crucero. Informe Técnico. [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. pp. 1-2.

oceanográficos como la Biología y la Geología, los cuales aportaron importantes conocimiento sobre las variaciones océano-atmosféricas del océano Pacífico (Ver: Tabla 7)

Con respecto a las modificaciones que se experimentaron en la implementación de los instrumentos técnicos durante la toma de muestras físicas y químicas, se debe resaltar la continuidad en la utilización de las botellas Nansen, las cuales vuelven hacer usadas para determinar temperatura y tomar muestras de salinidad y nutrientes. De igual manera también se destaca la implementación de las botellas Niskin, las cuales por su material en PVC y sus tapas herméticas han sido importantes para proteger y preservar las muestras de agua (Ver más adelante: Tabla 7) ²⁴⁴

Es importante resaltar que en este crucero se utilizaron las botellas Winkler para realizar estudios químicos que permitieran determinar la demanda biológica de oxígeno (DBO) en las diferentes profundidades de las cuales se obtuvieron muestras de agua. Es decir, se preciso de manera bioquímica la posibilidad de que a cierta profundidad pueda o no existir vida marina. También se destaca la implementación de algunos instrumentos técnicos como el espectrofotómetro UV-VIS y la bureta automática METROHM HERISAU, con los cuales se pudo determinar nutrientes²⁴⁵.

El espectrofotómetro fue un equipo de análisis óptico, utilizado en los laboratorios químicos para determinar ciertos parámetros como Clorofila, Amonio, Nitrito, Nitrato, Fosfato, Sulfato y Silicatos. Los cuales fueron fundamentales para conocer las condiciones químicas del mar, estado de contaminación orgánica del agua y la producción primaria de microorganismo²⁴⁶.

De igual manera se destaca la utilización de una bureta automática para dosificar los reactivos que se van añadir a las muestras de agua para determinar los diferentes parámetros químicos analizar. Este tipo de instrumento técnico a través de los años ha experimentado un mejoramiento notablemente en cuanto a sus avances tecnológicos,

²⁴⁴ *Ibíd.*, p 7.

²⁴⁵ *Ibíd.*, p 8.

²⁴⁶ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Amonio. *En*: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 18.

los cuales han permitido comparar e identificar los distintos niveles de saturación de los compuestos químicos en el agua.

Cabe destacar que los parámetros oceanográficos estudiados en esta expedición han permitido establecer la generación de una serie de variaciones físicas en el océano Pacífico, las cuales se caracterizan por ser leves y permanentes en varias estaciones oceanográficas. Ante la variabilidad de la salinidad en algunas estaciones oceanográficas se planteó la posibilidad de que la oscilación de este parámetro físico estuviera ligado a factores naturales como la pluviosidad en estaciones oceánicas y la desembocadura de los ríos en estaciones costeras, es decir, que la mezcla de aguas dulces con saladas fuera la causa de los cambios océano-atmosféricos²⁴⁷.

A partir de los datos oceanográficos que se produjeron en esta investigación para el estudio y correlación de los parámetros físico-químicos, se logró determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC durante el primer semestre de 1988. Hecho que fue importante para el incremento de la base de datos oceanográficos correspondiente al estado oceánico del Pacífico Sudeste, pues contribuyó al conocimiento de las causas, características y variabilidad del océano antes, durante y después del fenómeno El Niño²⁴⁸.

Es importante destacar que pese a no desarrollar en esta investigación estudios biológicos que permitieran ampliar el conocimiento sobre las afecciones que el fenómeno El Niño causa sobre los peces, si se desarrollaron en el ámbito nacional estudios de Biología Marina que buscaron determinar abundancia y clasificación de peces en las costas colombianas. Razón por la cual, el Gobierno Nacional propuso un Plan de Desarrollo de las Ciencias y Tecnológicas del Mar (PDCTM) a partir del cual se realizaron estudios marinos para determinar métodos de explotación controlados que permitieran la conservación y la renovación del recurso íctico²⁴⁹.

²⁴⁷ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Amonio. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 24.

²⁴⁸ *Ibíd.*, p 26.

²⁴⁹ GARAY, J, [et al]. Estudios Oceanográfico del Área Insular y Oceánica del Caribe Colombiano- Archipiélago de San Andrés y Providencia y Cayos Vecinos. **Boletín Científico CIOH**, Cartagena, Colombia, N9, Diciembre de 1988. pp. 5-11.

De igual manera también se destaca el desarrollo de estudios de contaminación marina en Colombia, los cuales fueron desarrollados por el CCCP en la bahía de Tumaco durante los años de 1985 y 1986 a través de 4 investigaciones oceanográficas, que determinaron parámetros químicos y biológicos en la CPC. Por medio de estos trabajos investigativos la Dirección General Marítima y Portuaria aportó a la CPPS información científica sobre el estado de contaminación de las aguas del Pacífico colombiano, los factores que la producen y sus consecuencias en el ecosistema marino.

Este tipo de investigación oceanográfica fue de gran interés para la CPPS ya que a finales de la década de 1980 orientó algunos programas investigativos hacia el estudio de la contaminación marina y su impacto en el medio ambiente. De esta manera, países como Chile, Perú y Colombia se preocuparon más por conocer los niveles de contaminación del océano Pacífico y la influencia que estos tiene sobre la vida de los peces, tema de investigación científica que repercutió en el ámbito internacional por la importancia que representa la producción pesquera que aporta el Sudeste del Pacífico cada año al resto del mundo²⁵⁰.

Durante el segundo semestre de 1988 se realizó el crucero Pacífico XIII, el cual se caracterizó por estar enfocado a desarrollar parámetros físico-químicos del océano Pacífico, los cuales aportaron datos oceanográficos que permitieron conocer el comportamiento de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC²⁵¹.

Es importante aclarar que la realización de este crucero oceanográfico hacia finales del año de 1988, obedeció a una estrategia investigativa de la Dirección General Marítima y Portuaria por precisar los cambios oceánico-atmosféricos que ocasionalmente se producen hacia las postrimerías del año como consecuencia de la posible generación de un fenómeno natural como El Niño. Situación que pese a ser circunstancial despertó el interés de científicos marinos nacionales y extranjeros por conocer más sobre el comportamiento del océano Pacífico durante el desarrollo de un evento cálido (Ver: Tabla 4)

²⁵⁰ CHUECAS, L. [et al]. Programa de Vigilancia en la Bahía de Concepción. En: Versiones Reducidas de Contribuciones Nacionales sobre Niveles y Distribución de Metales y Pesticidas en Agua, Organismos y Sedimentos Marinos del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Bogotá, Colombia, 1988. pp. 2-5.

²⁵¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988b. Crucero Pacífico XIII. Informe Técnico. [s.l.i]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p].

Esta expedición pese ha estar orientada a determinar las condiciones físico-químicas de la CPC no desarrollo ningún programa de investigación conjunta de carácter internacional. Por el contrario, estuvo dirigido analizar el comportamiento de las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico y su interacción con el medio ambiente²⁵².

Cabe destacar que en esta investigación se presentaron una serie de cambios metodológicos con respecto a la implementación de instrumentos técnicos, los cuales fueron modificados levemente con respecto a los utilizados en el último crucero oceanográfico. Los cuales fueron reemplazados o puestos en desuso, entre los equipos que se dieron de baja se subrayan las botellas Nansen, los termómetros de inversión protegidos y no protegidos²⁵³ (Ver: Tabla 7)

De esta manera la recolección de muestras físicas volvió a realizarse por medio del CTDO y el salinómetro, instrumentos técnicos que aportaron datos oceanográficos más precisos y exactos para el análisis de las condiciones oceánicas del mar. Las cuales permitieron correlación parámetros como la temperatura y la salinidad para determinar los puntos de inflexión²⁵⁴ donde se producen cambios y variables en las condiciones oceánicas de la cuenca pacífica colombiana. Hecho que permitió establecer las condiciones oceanográficas del agua a profundidades estándares y sus rangos de variabilidad con respecto a ciertas épocas del año.

Para la determinación de los parámetros químicos se utilizaron las botellas Niskin, el espectrofotómetro y CTDO, los cuales fueron indispensables para la recolección de las muestras oceanográficas durante el desarrollo del crucero. Mientras que para el análisis del líquido se implemento el uso de botellas Winkler y de buretas automáticas, elementos que terminaron siendo fundamentales para identificar los distintos compuestos químicos del océano Pacífico²⁵⁵ (Ver: Tabla 7)

Vale la pena mencionar que durante esta investigación oceanográfica se desarrollaron estudios meteorológicos que permitieron conocer las condiciones atmosféricas de la

²⁵² *Ibíd.*, [s.p].

²⁵³ *Ibíd.*, [s.p].

²⁵⁴ Cambio en el comportamiento normal de las condiciones oceanográficas, los cuales son producidos por la mezcla de las aguas oceánicas.

²⁵⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988b. Op. cit., [s.p].

cuenca pacífica colombiana. La cual para esta época del año presentó cambios considerables, por el contrario su comportamiento fue de absoluta normalidad y tranquilidad, ya que no se presentaron grandes alteraciones en el estado del mar.

Para el año de 1989 se llevo a cabo en la cuenca pacífica colombiana el crucero Pacífico XIV-ERFEN XI, el cual continuó con el desarrollo de los mismos parámetros oceanográficos que se habían realizado en anteriores investigaciones, los cuales han estado enfocados a precisar las condiciones físico-químicas del océano Pacífico²⁵⁶.

Los datos oceanográficos que aportó esta investigación fueron importantes para definir las condiciones océano-atmosféricas de la cuenca pacífica colombiana, pues con su información se contribuyó a identificar las variaciones oceánicas que presentó en el Sudeste Pacífico, las cuales se caracterizaron por ser permanentes, leves y graduales. Hecho que prefiguró un estado de normalidad en el océano Pacífico y simplificó las labores de riesgo a la hora de tomar las diferentes muestras oceanográficas.

Con la resolución de esta actividad científica el CCCP junto al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) formuló como ha sido costumbre la elaboración de un informe técnico final, donde se plasmó la ejecución de la investigación oceanográfica. Por medio de éste se pudo especificar paso a paso el avance de las labores científicas consignándose en un solo documento todos los datos oceanográficos obtenidos a bordo del buque²⁵⁷.

Es importante resaltar que en esta expedición no se presentaron cambios metodológicos con respecto a la utilización de los instrumentos técnicos, por el contrario existió una continuidad en la implementación de los equipos, los cuales siguieron prestando el mismo servicio investigativo para la recolección, determinación y análisis de datos oceanográficos. Como se observa en la Tabla 7, elementos como las botellas Niskin, Salinómetro, CTDO, correntómetro, batitermógrafo y el termómetro de cazoleta, permitieron establecer las condiciones físicas de la CPC y marcó un

²⁵⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1989a. Crucero Pacífico XIV-ERFEN XI. Informe Técnico. Cartagena: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

²⁵⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

patrón de uso en el empleo de los equipos oceanográficos, el cual perduró durante gran parte de la década de 1980²⁵⁸ .

El adelantamiento de esta labor investigativa presento cambios significativos en lo referente al avance de las áreas oceanográficas estudiadas, pues como se aprecia en la Tabla 12, los enfoques investigativos de los cruceros durante este quinquenio han virado hacia la concreción de estudios físicos, químicos y meteorológicos del mar, descuidando de esta forma otros tipos de investigación oceánica como la Geología y Biología Marina. Situación que se evidencia en los planes e informes de las expediciones amparados bajo el desarrolló de ciertos objetivos, pero empobreciendo la producción de información oceanográfica más integral sobre la CPC²⁵⁹.

De esta manera se hace necesario recalcar que las investigación oceanográficas en Colombia se han visto limitadas en la ejecución de todas las áreas de estudio de la Oceanografía, perfilándose en la mayoría de los cruceros un desequilibrio en el desarrollo acumulado de los parámetros oceanográficos, lo cual genera mayores niveles de información en algunas áreas con respecto a otras. Hecho que repercute significativamente no sólo en la apropiación integra de información oceanográfica en el ámbito nacional sino que se manifiesta drásticamente en el intercambio internacional de datos oceanográficos²⁶⁰ .

Durante el segundo semestre de 1989 se efectuó el crucero Pacífico XV – ERFEN XII, el cual presentó la particularidad de ejecutar programas de investigación oceanográfica de interés nacional e internacional, los cuales permitieron conocer las condiciones oceánicas y atmosféricas de la CPC. Proyectos investigativos como ERFEN, Tropical Ocean-Global Atmosphere (TOGA) y el MALPELO marcaron las actividades científicas de esta expedición oceanográfica, y proyectaron la importancia de sus datos oceanográficos para precisar los análisis de las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico²⁶¹.

²⁵⁸ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁵⁹ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁶⁰ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁶¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1989b. Informe Crucero Oceanográfico Pacífico XV-ERFEN XII “20 Años CCO”. Informe Técnico. Cartagena: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

Vale la pena aclarar que este crucero oceanográfico constituyó un paso muy importante en la labor investigativa de los océanos en Colombia, pues fue escogido por la CCO y el CCCP para conmemorar los 20 años de investigación oceanográfica en el Pacífico colombiano. Esta expedición durante su ejecución contó con un ingrediente especial como fue la participación de algunas de las más importantes instituciones de investigación marina del país, como son: el CCCP, CIOH y la CCO. Las cuales coordinaron y llevaron a cabo de manera conjunta la expedición sobre las aguas del océano Pacífico²⁶².

El programa ERFEN ha involucrado el estudio y análisis de ciertas zonas de la CPC, en las cuales se ha recolectado e investigado muestras físicas, químicas y biológicas del mar, que han permitido constituir una base de información oceanográfica clave para conocer el comportamiento del océano y la atmósfera ante un evento calido. Para esta ocasión los datos oceanográficos dieron un parte de absoluta normalidad con respecto a las condiciones océano-atmosféricas del océano, las cuales sólo presentaron variaciones tenues que se circunscribieron dentro del estado natural del mar²⁶³.

Las investigaciones ERFEN por la magnitud de su rango de estudio representan la generación de una gran cantidad de datos oceanográficos que permiten estudiar diferentes parámetros oceánicos y adelantar otros programas de investigación marina como el TOGA y MALPELO. Los cuales pese ha estudiar temática distintas comparten ciertas áreas investigativas, al igual que los instrumentos técnicos para la recolección y análisis de muestras oceánicas (Ver: Tabla 7)

Hacia el año de 1985 algunas naciones del mundo insistieron en adelantar estudios oceanográficos que permitieran conocer no sólo el estado de la atmósfera ni del océano, sino las interacciones entre ambas masas. Razón por la cual, se creó el programa de investigación internacional TOGA para constituir registros científicos sobre el comportamiento de las condiciones océano-atmosféricas en el océano Pacífico. Esta propuesta mundial como se esperó fue acogida por la mayoría de los

²⁶² Necesidad de Obtener Información más Detallada. The National Academies. 01 Octubre de 2006. http://www7.nationalacademies.org/opus/1spanish_elnino_7.html.

²⁶³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1989b. Op. cit., [s.p.]

países del mundo, que para ese momento realizaban investigación oceanográfica y marina sobre las aguas del Pacífico²⁶⁴.

De esta manera, el programa de investigación internacional TOGA se llevó a cabo en la CPC, mediante el estudio de ciertas zonas predeterminadas donde se precisaron los parámetros físicos y químicos del océano Pacífico, los cuales fueron representados a través de perfiles gráficos que correlacionaron datos oceanográficos y contrastaron los resultados obtenidos durante la expedición.

En cuanto a la puesta en marcha del programa investigativo MALPELO se debe aclarar que este fue un estudio de carácter nacional, por medio del cual la Dirección General Marítima y Portuaria buscó aumentar el conocimiento del área marítima donde se encuentra ubicada la isla de Malpelo, la cual representa una invaluable riqueza natural para el país por los muchos beneficios geopolíticos que ha ostentado gracias a está. Los parámetros oceanográficos que se adelantaron durante este estudio fueron físicos, químicos y biológicos, y se marcaron dentro de un interés científico nacional por definir las condiciones atmosféricas y oceánicas del área de Malpelo, y precisar que tipo de riqueza íctica habita o se desplaza por esta región²⁶⁵.

Durante la etapa de planeación de la expedición se observó una división estratégica entre el CCCP y CIOH, en la cual se distribuyeron las áreas de recolección de las muestras oceanográficas en la CPC según el conocimiento y capacidad de cada institución. Con base a los varios estudios que se llevaron a cabo para precisar los parámetros oceánicos de los distintos programas de investigación, el CCCP asumió la investigación de las estaciones contiguas al litoral Pacífico hasta una profundidad 100 m, mientras que el CIOH se apropió de la recolección de la mayoría de las muestras oceánicas que quedaban restando en el Pacífico colombiano²⁶⁶.

Fue así como ambos centros de investigación realizaron de manera mancomunada la recolección de muestras oceánicas, compartiendo el procesamiento y resultado de los datos oceanográficos, los cuales predeterminarían las condiciones océano-atmosféricas del Sudeste Pacífico. El cual presentaría indicios sobre la posible llegada de un evento calido sobre las costas de Suramérica, situación que prendió las alarmas

²⁶⁴ *Ibíd.*,[s.p.]

²⁶⁵ *Ibíd.*,[s.p.]

²⁶⁶ *Ibíd.*,[s.p.]

sobre la gestación de un pre-Niño. Hecho que sería contrariado y aclarado por la CPPS, después de estudiar los informes oceanográficos presentados por los países miembros y analizar la información compartida con diferentes centros de investigaciones del mundo²⁶⁷.

En cuanto a la metodología utilizada para adelantar las actividades investigativas de la expedición se destaca el desarrollo de parámetros físicos, químicos y biológicos en la CPC, pero de igual forma se subraya la ausencia de estudios geológicos que permitan enriquecer e incrementar la investigación oceanográfica en las aguas marítimas del país. Durante este crucero también se realizó la determinación de parámetros meteorológicos en todas las estaciones oceanográficas visitadas, de las cuales se obtuvo una variada información sobre el comportamiento de las condiciones atmosféricas en el océano Pacífico²⁶⁸.

Con relación a los cambios en la implementación de nuevos instrumentos técnicos se presentan algunas modificaciones que vale la pena mencionar, la utilización del equipo Hewlett Packard 85B NOAA/ERL Bathy Systems, el cual produjo un registro continuo de la temperatura por medio de capsulas desechables (XBT)²⁶⁹ hasta una profundidad de 500 m (Figura 33) Este sistema informático fue esencial para registrar gráficamente el estado de la temperatura y profundidad de las aguas del Pacífico colombiano, resultados que posteriormente serían contrastados y analizados (Ver más adelante: Tabla 7)

²⁶⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁶⁸ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁶⁹ Batitermógrafo expandible usado por oceanógrafos durante muchos años para obtener información sobre la estructura térmica de los océanos hasta una profundidad límite de 1,500 m.

Figura 33. Lanzador de XBT, instrumento técnico utilizado para determinar la temperatura del agua a distintas profundidades.



Fuente: Tomado de <http://www.noaa.gov/National>

El XBT es un batitermógrafo desechable que permite determinar muestras físicas del mar a distintas profundidades, este instrumento técnico tiene la particularidad de estar compuesto en dos partes: el cartucho o cápsula y el batitermógrafo propiamente; a diferencia del batitermógrafo mecánico su tamaño es más pequeño y posee forma de proyectil. El XBT puede ser lanzado estando el buque en movimiento, pues la grabación de los datos oceanográficos se da a través de dos cables conductores que transmiten la información al registrador (Véase: Figura 34)

Figura 34. Capsula de XBT, la cual es arrojada al mar para que durante el tiempo que este a la deriva transmita el estado de la temperatura del mar.



Fuente: Tomado de <http://www.nagasaki-jma.go.jp/>

Como se observa en la Tabla VII, los equipos que se usaron para tomar muestras físicas del océano fueron los mismo de anteriores investigaciones ha excepción de el XBT, el cual se empezó a implementar en esta expedición. El uso de este instrumento técnico permitió obtener datos oceanográficos *in situ*, los cuales por la variabilidad del registro tuvieron que ser sometidos a cálculos científicos para minimizar su margen de error. Con la información establecida en la expedición se representaron las condiciones océano-atmosféricas de la CPC en graficas y estadísticas que permitieron precisar su comportamiento y correlacionar los parámetros²⁷⁰.

Durante el desarrollo de la toma de muestras químicas se aprecia que no hubo ninguna modificación con respecto a los instrumentos técnicos utilizados en la expedición del primer semestre de 1989, la cual determino muestras oceánicas a partir de elementos como las botellas Niskin, CTDO, espectofotómetro, buretas automáticas y el equipo Winkler. Como se estima en la Tabla VII, estos equipos oceanográficos no fueron modificados, por el contrario se encuentran en plena disposición y utilidad de los centros de investigación marina de la Dirección General Marítima y Portuaria²⁷¹.

²⁷⁰ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁷¹ *Ibíd.*, [s.p.]

Para la recolección de muestras biológicas se utilizaron la red Bongo, red Neuston, y las botellas Niskin, las cuales permitieron determinar parámetros como fitoplancton, zooplancton y clorofilas. Esta investigación fue importantísima para conocer el estado de vida de diferentes organismos marinos que se encuentran en las profundidades del océano Pacífico. En cuanto al estudio de la clorofila se observa que es importante para la determinación de materia orgánica en el agua de mar, éste se realiza a partir del análisis de nutrientes de los cuales se obtienen resultados precisos sobre el nivel de turbidez del agua, el alcance del sol hasta ciertas profundidades y la productividad orgánica del océano²⁷².

Esta investigación fue realizada a bordo del ARC Malpelo, buque oceanográfico que por esta fecha realizo su primera expedición sobre el Pacífico colombiano (Figura 35.) Esta embarcación estuvo dotada de todos los equipos necesarios para tomar parámetros y procesar datos oceanográficos, además se subraya la utilidad que ésta ha aportado para realizar posteriores investigaciones científicas en ambos litorales, las cuales amplían el conocimiento sobre los océanos y sus recursos²⁷³.

Figura 35. Buque ARC Malpelo, plataforma investigativa que fue incorporada a la Armada Nacional en 1981 para contribuir con el desarrollo de las Ciencias del Mar en Colombia.



Fuente: Tomado de <http://www.dimar.mil.co>

²⁷² Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Clorofilas y Feopigmentos. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. p 42-43.

²⁷³ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. ARC Malpelo. En: Manual de Buques Oceanográficos. Cartagena, Colombia, 1988. p 37-47.

A través de este quinquenio se ha observado algunas características de las expediciones oceanográficas con respecto a los enfoques investigativos y sus instrumentos técnicos. Por ejemplo, se destaca la importancia que reviste para el país realizar estudios de íctioplancton los cuales son muy importantes para conocer el ciclo de vida de los peces, su abundancia, desplazamiento, reproducción y mortalidad en la CPC; destacándose el interés por establecer esta información científica antes y durante la generación de un evento calido (Ver: Tabla 12)

Durante los cruceros de 1986-1987 se resaltó la importancia de realizar investigación geológica en las costas y mares de Colombia, la cual contribuyo al conocimiento de la profundidad, morfología y componentes sedimentológicos del Pacífico colombiano (Tabla 7) Además, también se señala la trascendencia que posee para el país ejecutar levantamientos hidrográficos que permitan crear y mejorar canales de acceso a puertos y elaborar cartas náuticas en ambos litorales, hecho que sin duda permitirá avanzar en la navegación, el comercio marítimo y la prosperidad de las regiones costeras.

En el desarrollo de estas expediciones oceanográficas se encuentra una continuidad en la ejecución de ciertas áreas de investigación, mientras que en otras es irregular la implementación de parámetros geológicos y biológicos, los cuales son fundamentales para constituir una Oceanografía integral. Situación que evidenció los enfoques investigativos de este periodo y manifestó los intereses científicos del país en la exploración de sus océanos.

Tabla 7. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1985-1989.

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos químicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos biológicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos geológicos
Pacífico IX – ERFEN VI 1986	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Neuston • Red Bongo 	<ul style="list-style-type: none"> • Corazonador (Gravity Core) • Ecosonda 12 F

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos químicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos biológicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos geológicos
Pacífico X – VII ERFEN 1987	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • Botellas Nansen de 2 litros con portatérmmetro triples. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Botellas Nansen de 2 litros con portatérmmetr o triple • Equipo Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Neuston • Red Bongo • Flujómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Corazonador (Gravity Core) • Draga tipo Shipeck • Ecosonda 12 KHZ • Cono tipo Bertois
Pacífico XII- ERFEN IX 1988	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • Botellas Nansen de 2 litros con portatérmmetro triples. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Termómetros de inversión protegidos • Termómetros de inversión no protegidos • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Botellas Nansen de 2 litros con portatérmmetr o triple • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectofotóme tro VIS-UV 		
Pacífico XIII 1988	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectofotóme tro VIS-UV 		
Pacífico XIV- ERFEN XI	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. 		

Crucero oceanográfico	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos físicos	Equipo oceanográfico para determinar variables y datos químicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos biológicos	Equipo oceanográfico o para determinar variables y datos geológicos
1989	<ul style="list-style-type: none"> • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectrofotómetro VIS-UV 		
Pacífico XV-ERFEN XI 1989	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectrofotómetro VIS-UV 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Botellas Niskin • Flujómetro 	

Fuente: Autor del proyecto.

2.5. UNA INVESTIGACIÓN DEFINIDA (1990-1994)

El comienzo de este quinquenio reviste gran importancia para la Dirección General Marítima y Portuaria, pues durante este periodo la institución desarrollo investigaciones oceanográficas orientadas al estudio científico de las zonas costeras y oceánicas del Pacífico colombiano. Hecho que sin duda representó un gran avance en el reconocimiento de la CPC, la cual históricamente se ha caracterizado por carecer de trabajos científicos que expliquen su comportamiento.

En 1990 se realizó el crucero Pacífico XVI en la CPC, el cual estuvo enfocado a recolectar muestras físico-químicas que permitieran obtener datos oceanográficos sobre las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico. Además también se efectuaron estudios meteorológicos, mediante los cuales se determino el estado ambiental y atmosférico del Pacífico colombiano (Tabla 12) El cual no presentó

cambios considerables para principios de las década del 90, por el contrario sus condiciones fueron de absoluta normalidad²⁷⁴.

Con respecto a la metodología que se utilizó en esta expedición se identificó ciertos cambios en relación al anterior crucero, pues en éste se aprecia la ausencia de la Biología dentro de la investigación oceanográfica. De esta manera se interrumpe de nuevo el avance de estudios oceanográficos integrales y se condiciona su ejecución a las necesidades, y los requerimientos científicos planteados en cada expedición (Ver: Tabla 12)

Partiendo de lo anterior, hay que destacar que no se presentó ninguna modificación en lo que se refiere a los instrumentos técnicos que se implementaron para establecer muestras físico-químicas de la CPC (Tabla VIII) Así se mantuvo y perfecciono el uso de equipos técnicos como las botellas Niskin y el CTDO, los cuales fueron de gran utilidad para la concreción de estas actividades científicas²⁷⁵.

Durante esta expedición no se desarrollo ningún programa de investigación internacional, por el contrario toda la atención estuvo situada en el avance de proyectos nacionales orientados al conocimiento científico de la CPC, estudios que marcaron la importancia que reviste determinar el estado de la atmósfera y las condiciones oceánicas del Pacífico Tropical.

A lo largo del primer semestre de este año se realizó en Cali la VIII reunión del comité científico ERFEN, convocada por la CPPS para estudiar y analizar el desarrollo de las investigaciones oceanográficas para el próximo año, dicha estuvo dirigida ha planear y programar los cruceros oceanográficos de 1991, los cuales desarrollaron el ERFEN. A través de estos se destacó la relevancia de estudiar parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos del océano Pacífico, los cuales son importantes para precisar las condiciones oceánico-atmosféricas del Pacífico Oriental.²⁷⁶ De igual manera también se resalta la utilidad de estos datos oceanográficos para el adelantamiento de otros programas de investigación internacional como los

²⁷⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1990a. Crucero Pacífico XVI. Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

²⁷⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁷⁶ Comisión Permanente del Pacífico Sur. Sección Preparatoria. En: Informe de la VII Reunión Comité Científico de ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Cali, Colombia, 1990. p 1-2.

establecidos por la COI, OMM y la CPPS, organizaciones líderes en el ámbito mundial para el desarrollo de estudios oceanográficos.

Durante el segundo semestre de 1990 la Dirección General Marítima y Portuaria planeó y llevo a cabo el crucero Pacífico XVII, que continuó con la ejecución de los mismos parámetros oceanográficos de la última expedición investigativa. La cual se caracterizó por adelantar estudios oceánicos dirigidos a determinar las condiciones físico-químicas del Pacífico colombiano. Como se aprecia en Tabla 12, parámetros como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes, siguieron siendo una constante básica para determinar y correlacionar las condiciones oceánicas del Sureste Pacífico²⁷⁷.

Con base en lo anterior, se debe aclarar que no se presentó ningún cambio metodológico en la implementación de los instrumentos técnicos, a través de éstos se mantuvo no sólo el enfoque investigativo del crucero sino también se dió continuidad al estudio de los parámetros oceanográficos. Razón por la cual, equipos como las botellas Niskin, CTDO, batitermógrafo, correntómetro, termómetro de cazoleta, botellas Winkler, espectrómetro, etcétera; permitieron determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC (Ver: Tabla 8)

Esta expedición estuvo orientada adelantar investigación de interés nacional sobre las costas del Pacífico colombiano, que permitió conocer las condiciones oceánicas del Pacífico Tropical. Iniciativa científica que adoptó el CCCP para el estudio de zonas oceánicas y costeras, adelantando una serie de trabajos científicos encaminados a precisar las condiciones físico-químicas del Pacífico colombiano. Así se realizaron muestras oceanográficas en un área de estudio comprendida en aproximadamente 24 km², la cual tiene como límites naturales el estero de Purún al Sur y el Bajito al Norte. A partir de estas coordenadas se determinó la circulación de masas de agua, influenciadas por la corriente Ecuatorial que sube de Sur a Norte por todo el litoral y la composición bioquímica del agua, logrando precisar la cantidad de nutrientes que se encuentra en la región de análisis producto de la desemboca el río Mira, el cual a través de sus afluentes deposita y contamina las aguas del litoral Pacífico. La ejecución de este trabajo investigativo buscó atender una necesidad pesquera, para

²⁷⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1990b. Crucero Pacífico XVII. Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

establecer qué impacto ambiental tiene la composición química del agua sobre el recurso íctico de la región, la cual se caracteriza por ser una de las más ricas del mundo²⁷⁸.

Los resultados obtenidos en el anterior estudio fueron correlacionados con estudios de zooplancton realizados en la CPC, los cuales permitieron identificar la influencia de aguas residuales en la región de estudio proveniente del Norte por el municipio de Tumaco y del Sur por la desembocadura del río Mira, que aportó aguas continentales a las costas del Sur de Colombia²⁷⁹.

Durante el primer semestre de 1991, en la CPC se realizó el crucero Pacífico XVIII-ERFEN XV, en éste se desarrollaron estudios físicos, químicos y biológicos del océano Pacífico, los cuales estuvieron orientados a precisar las condiciones océano-atmosféricas del área de estudio. Como se observa en la Tabla 12, la investigación tiene un marcado enfoque hacia la determinación de parámetros físicos, químicos y meteorológicos, los cuales son esenciales para establecer el estado atmosférico y oceánico del Sudeste Pacífico²⁸⁰.

Partiendo de lo anterior, se debe aclarar que este trabajo investigativo tuvo una estrecha relación con las áreas de estudio analizadas en las expediciones oceanográficas de 1989, las cuales adelantaron proyectos científicos de carácter nacional e internacional como el ERFEN, TOGA y el MALPELO. Los cuales representaron un interés mundial por su relevancia para precisar los factores que influyen en la generación de cambios atmosféricos en el Pacífico Tropical, que afectan de forma distintas las regiones del globo²⁸¹.

Es importante aclarar que en el desarrollo de esta expedición además del CCCP también intervino el CIOH, como colaborador para la ejecución de los muestreos que se realizaron en las áreas oceánicas de estudio, claves para desarrollar los programas de investigación internacional. Los cuales como se sabe no sólo aportaron datos

²⁷⁸ MARRUGO, A. Estudio de los Parámetros Físico-Químicos en el Sector de Bocagrande. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N 1. (Agosto de 1990) pp. 3-15.

²⁷⁹ *Ibíd.*, p 4.

²⁸⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991a. Informe Científico Crucero Pacífico XVIII-ERFEN XV TOGA-COLOMBIA (Marzo-Abril 1991). Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

²⁸¹ *Ibíd.*, [s.p.].

oceanográficos para el monitoreo de las condiciones atmosféricas de la CPC, sino también proveyeron a la DIMAR de información valiosa sobre la abundancia del recurso íctico y los efectos que sobre éste genera los cambios océano-atmosféricos. Razón por la cual, se subrayan los estudios oceanográficos en los que participó Colombia por las contribuciones que estos han traído al avance de las Ciencias del Mar y la estimulación que ha producido en instituciones dedicadas a la investigación marina ²⁸².

Con relación a la ejecución de estudios físicos se debe precisar que existieron cambios metodológicos en la implementación de instrumentos técnicos que en anteriores investigaciones ya se habían suspendido, para la toma de muestras de agua y la medición de la temperatura de las distintas profundidades se volvió a implementar las botellas Nansen y los termómetros de inversión. Equipos oceanográficos que permitieron complementar y comparar otros registros producidos por el CTDO y las botellas Niskin, que pese a ser más contemporáneos y precisos en la generación de datos oceanográficos, no permitieron registrar algunos parámetros oceánicos a ciertas profundidades. Dificultad que se enmarcó dentro de la capacidad de resistencia de los equipos, pues estos sólo estaban preparados para alcanzar una profundidad de 1.000 m, hecho que limitó la recolección de muestras y forzó el uso de otros aparatos (Ver: Tabla 8) ²⁸³

En lo que se refiere a la investigación biológica se debe destacar la participación de dos instituciones científicas como son el Smithsonian Tropical Research Intitute de Panamá, interesado en establecer la riqueza íctica que se encuentra en el Pacífico Tropical, y la Universidad del Valle atenta en adelantar trabajos investigativos para identificar la fauna bentonita de la CPC, la cual aún no ha sido determinada. La presencia de profesionales de estas entidades sin lugar a dudas, representó un hecho significativo para la DIMAR, que en su figura de ente rector de la investigación oceanográfica en el país abrió las puertas a la ejecución de investigaciones conjuntas, las cuales contribuyan al desarrollo de la Oceanografía en el ámbito nacional y creen lazos científicos para el intercambio de información oceánica²⁸⁴.

²⁸² *Ibíd.*, [s.p.].

²⁸³ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁸⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

Con relación a los elementos oceanográficos utilizados para la determinación de muestras biológicas no se presentó ningún cambio en la implementación de equipos, por el contrario se siguió recolectando muestras de fitoplancton con redes Bongo de 48 micras y 30 cm de boca. Mientras que para la muestra de zooplancton se implementó el uso de la red Neuston de 60 cm de diámetro y 500 micras, a la cual se le adaptó un flujómetro para calcular la cantidad de agua que pasa a través de la red (Figura 36) Las cuales fueron indispensables para precisar los organismos vegetales y animales que se encuentran en los distintos sectores de estudio del Pacífico colombiano (Ver: Tabla 12) ²⁸⁵

Figura 36. Flujómetro, instrumento técnico utilizado para calcular la cantidad de agua que pasa a través de las redes de fitoplancton y zooplancton.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

En el caso de los estudios químicos se presentó una modificación en la implementación las botellas Nansen, las cuales permitieron obtener muestras de agua a más de 1.000 m de profundidad. A partir de estas se logro determinar oxígeno disuelto, pH y nutrientes, parámetros oceanográficos que fueron importantes para precisar los componentes químicos de la CPC (Ver: Tabla XII)

²⁸⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

En cuanto a los resultados que arrojaron los datos oceanográficos se encontró que las condiciones físicas de la CPC presentaron cambios en los registros de salinidad, la cual varió notablemente con respecto a la profundidad en que se tomaron las muestras, evidenciando modificaciones en las condiciones océano-atmosféricas del mar. Las cuales estuvieron acompañadas de las variaciones en el estado meteorológicos del océano Pacífico, que afectó la temporada de lluvia en el Sur de Colombia y algunas regiones del Norte de Ecuador, perjudicando la economía agraria y ganadera de ambos países²⁸⁶.

Para el segundo semestre de 1991 se llevó acabo el crucero Pacífico XIX-ERFEN XVI a través del cual se desarrollaron estudios físicos, químicos y biológicos del océano Pacífico. Los cuales estuvieron enfocados en precisar las condiciones océano-atmosféricas que durante éste período se presentaron en la CPC ²⁸⁷ (Ver: Tabla VII)

En este crucero al igual que en el anterior se desarrollaron programas de investigación internacional como fueron el ERFEN, TOGA y el MALPELO. Los cuales contaron con la participación del CIOH, que aportó su experiencia investigativa en desarrollar este tipo de estudios oceánicos. De igual manera como sucedió en la expedición de 1990, se adelantó un trabajo conjunto entre el CCCP que tomó muestras oceanográficas en estaciones ubicadas entre la costa y 1000 m mar adentro, mientras que el CIOH recolectó muestras en áreas oceánicas²⁸⁸.

Cabe destacar que trabajos investigativos de carácter internacional como el Malpelo-Colombia aportaron importantes avances en el reconocimiento oceánico y atmosférico de la región donde se encuentra ubicada la isla Malpelo. Además se resalta la instalación de un mareógrafo en ésta, el cual tiene como principal propósito determinar las condiciones ambientales que se presentan en esta área de la CPC²⁸⁹.

Es importante destacar que el desarrollo de estas investigaciones nacionales se encuentran enmarcadas dentro del Plan de Desarrollo de las Ciencias y Tecnologías

²⁸⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁸⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991b. Segundo Informe Parcial Monitoreo Condiciones Oceanográficas Componente Oceanográfico ERFEN-TOGA-MALPELO. Informe Técnico. [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

²⁸⁸ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁸⁹ *Ibíd.*, [s.p.].

del Mar en Colombia (PDCTM) 1990-2000, proyecto científico que fue impulsado por la DIMAR para incentivar los estudios marinos en ambas costas. Hecho que se representó en el adelantamiento de proyectos científicos por parte del CCCP, que ejecutó investigaciones químicas y biológicas sobre el Sur del Pacífico colombiano, en áreas comprendidas entre bahía Málaga y la ensenada de Tumaco. Así se buscó establecer los niveles de contaminación de la CPC, la cual presentó daños ambientales a causa del vertimiento de petróleo y sus derivados, los cuales son más comunes en las costas de Tumaco y Buenaventura, por las actividades marítimas y portuarias que allí se producen las cuales generan una mayor movilización y almacenaje de petróleo (Figura 2.34.) Situación que por su mal manejo ha afectado el ecosistema marino, produciendo recubrimiento de las aguas superficiales con películas y conglomeraciones de alquitrán, ensuciando las playas y generando muerte ha aves y peces²⁹⁰.

Figura 37. Recolección de muestras de organismo marinos para bioensayos, estudios biológicos que son importantes para determinar los niveles de contaminación del agua.

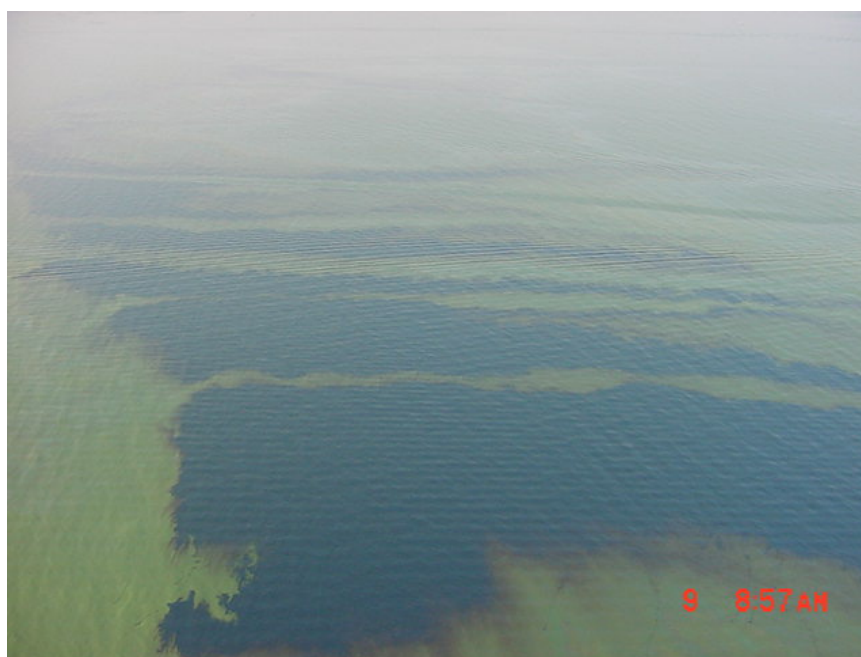


Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

²⁹⁰ PALACIO, M. Estudios de la Contaminación Marina por Hidrocarburos en el Litoral Pacífico Colombiano: 1989-1990. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N 2. (agosto de 1990) pp. 3-25.

De esta manera dichos estudios no sólo contribuyen a determinar el estado de contaminación de las aguas costeras colombianas, sino también aportan nuevas bases cognoscitivas a las investigaciones que en el ámbito mundial se están realizando para determinar los efectos que el petróleo y sus derivados causan sobre el océano. Como se observa en la (Figura 2.32.), en el país la contaminación de los ríos y mares ha aumentado proporcionalmente a causa del incremento gradual en la explotación del petróleo, que durante las últimas décadas ha causado muerte a la fauna y flora marina como consecuencia de los grandes derrames de crudo producidos por atentados y daños contra oleoductos de ECOPETROL²⁹¹ .

Figura 38. Derrame de petróleo en las aguas oceánicas, el cual produce daños irreversibles a los ecosistemas marinos que generalmente se demoran años en repararse de forma natural.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

En cuanto la implementación de instrumentos técnicos para establecer parámetros físicos no se presentó ningún cambio, pues se siguió utilizando el CTDO, batitermógrafo, las botellas Niskin, termómetro de cazoleta, etcétera; para tomar las muestras de agua y precisar la conductividad, temperatura, densidad y salinidad de la CPC. Como se aprecia en la Tabla XII, estos parámetros han persistido a lo largo de

²⁹¹ *Ibíd.*, pp. 3-5.

las últimas expediciones oceanográficas, donde han mejorado la precisión de los datos oceanográficos producto de la innovación tecnológica que muchos de estos equipos han evidenciado en sus mecanismos de funcionamiento²⁹².

Con respecto a los estudios biológicos que se desarrollaron a bordo del buque ARC Malpelo no se realizó ninguna modificación en el uso de nuevos equipos oceanográficos, pues con las redes Bongo se siguieron recolectando las muestras de fitoplancton y zooplancton. Destacándose en este crucero el desarrollo de estudios de íctioplancton, los cuales se habían suspendido desde 1986, retomándose de forma esporádica sin presentar una continuidad en las investigaciones oceanográficas que se adelantaron sobre la CPC²⁹³ (Ver: Tabla VIII)

Durante el avance de esta expedición se pudo observar que no existió ningún cambio en la implementación de instrumentos técnicos para la toma de muestras químicas, por el contrario estos presentaron una continuidad en el desarrollo de las actividades científicas. De igual manera, los parámetros analizados se enfocaron más hacia la determinación de oxígeno disuelto y nutrientes en el agua, estudios básicos para precisar la vida orgánica que se encuentra a ciertas profundidades²⁹⁴ (Ver: Tabla XII)

En 1993, la DIMAR continuó con el desarrollo de las investigaciones oceanográficas y ejecutó el crucero ERFEN XX el cual prosiguió con el adelantamiento de los programas ERFEN y TOGA. Los cuales han mantenido una permanencia de tres años como consecuencia de las responsabilidades contraídas con instituciones internacionales como la COI y el NOAA, que han estado muy interesados en conocer las condiciones océano-atmosféricas que se producen en el Pacífico Tropical antes, durante y al final de El Niño²⁹⁵.

Para esta investigación se desarrollaron parámetros físico-químicos que permitieran precisar las condiciones oceánicas de la CPC, la cual durante el primer semestre del año presentó cambios atmosféricos como consecuencia de la generación de un evento calido (Tabla IV) El cual despierta el interés de la DIMAR y organizaciones

²⁹² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991b. Op. cit., [s.p.].

²⁹³ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁹⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

²⁹⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993a. Informe Técnico Crucero Oceanográfico ERFEN XX. Informe Técnico. Cartagena de Indias: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

internacionales por conocer la envergadura de este fenómeno, que puede traer consigo cambios en el comportamiento del océano y variaciones en el clima de algunas regiones del mundo²⁹⁶.

Entre los efectos que causaron los cambios océano-atmosféricos se cuenta las modificaciones climáticas en el Sur del país y el Norte de Ecuador, regiones donde las lluvias se han intensificado influyendo notablemente en los diferentes sectores productivos de ambas naciones donde ha generado grandes pérdidas económicas. Situación que ha suscitado tensión sobre la posibilidad de que se intensifique El Niño, pues la variación de temperatura en las zonas se viene presentando desde el primer semestre de 1992 y aún persiste a principios de éste año. Según la información producida por la CPPS las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico han variado notablemente produciendo cambios atmosféricos en las zonas continentales, las cuales presentan la situación más crítica en el Norte del Perú y el Sur de Ecuador donde se registran altísimos niveles de pluviosidad que han producido derrumbes, daños a las vías y arrasado cultivos²⁹⁷ (Ver: Figura 2.36.)

Figura 39. Estado de la carretera que bordea un sector de Juanchaco, Valle del Cauca, después de ocurrido la fase final de El Niño de 1997-1998.



Fuente: Tomado de <http://www.ideam.gov.co/>

²⁹⁶ *Ibíd.*, [s.p.]

²⁹⁷ Comisión Permanente del Pacífico Sur. Reunión de Análisis del Grupo Regional Físico de ERFEN: Resultados Oceanográficos y meteorológicos Relacionados con El Niño 1992. Informe Técnico. Guayaquil, Ecuador: Comisión Permanente del Pacífico Sur. p 1-7.

Con base en la preocupación que mundialmente generó las variaciones atmosféricas, la ONU creó el protocolo de Kyoto como una reacción inmediata a los cambios climáticos que anualmente se vienen presentando en el mundo, por medio de éste se buscó tomar medidas que contra resten la intensidad del efecto invernadero, el cual reproduce el calentamiento global y modifica de manera drástica el estado meteorológico de la Tierra. Además, también se pretendió implementar nuevos planes de contingencia que permitan hacerle frente a este fenómeno que afecta a las comunidades humanas, paralizando el desarrollo de actividades comerciales²⁹⁸.

En este crucero se continuó con la utilización de los mismos instrumentos técnicos que en la pasada expedición fueron implementados para precisar las condiciones físicas de la CPC. Como se aprecia en la Tabla XII, los parámetros de análisis no presentaron ningún cambio, por el contrario estos se caracterizaron por determinar la composición química del agua, la cual varió de acuerdo a las condiciones oceánicas que se presentaron en el Pacífico colombiano. Cabe destacar que para el procesamiento de los datos oceanográficos producidos por el XBT, se adaptó un programa de computación 'Seas' para precisar los registros y disminuir sus márgenes de error. Por otro lado, para el procesamiento total de los datos producidos por el CTDO, también se implementó el uso de un programa QPRO para realizar diagramas T-S, necesario para correlacionar los parámetros e identificar cambios en su comportamiento²⁹⁹.

Como se observa en la Tabla VIII, para la determinación química del agua no se produjo ninguna modificación en el uso de equipos oceanográficos, la recolección de las muestras de agua se realizó por medio de las botellas Nansen y Niskin, mientras que el procesamiento de la información se prosiguió con el equipo Winkler, el cual fue fundamental para realizar los análisis químicos³⁰⁰.

En cuanto a los instrumentos que se utilizaron para la recolección de las muestras biológicas en la CPC se subraya el uso de redes Bongo y Neuston, con las cuales se realizaron arrastres horizontales en diferentes áreas del Pacífico colombiano donde se pretendió establecer la cantidad de microorganismos marinos que habitan en la zona de estudio. La preservación de las muestras siguió haciéndose de la misma manera,

²⁹⁸ Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas. 20 Octubre de 2006. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

²⁹⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993a. Op. cit. [s.p.]

³⁰⁰ *Ibíd.*, [s.p.]

añadiéndose formol y conservándose a una temperatura de -20° C, para después ser transportadas a laboratorios en tierra donde fueron analizadas³⁰¹.

Es importante resaltar que a través de este quinquenio ninguna expedición ha desarrollado estudios geológicos sobre la CPC, por el contrario como se aprecia en la Tabla VIII todas las investigaciones han estado enfocadas a determinar los cambios oceánicos y atmosféricos que puede llegar a producir El Niño. Razón por la cual, el CIOH se ha encargado de realizar estudios batimétricos y sedimentológicos sobre el Pacífico colombiano, los cuales son indispensables para determinar el relieve de las zonas costeras y la procedencia de sus depósitos. Esta investigación se desarrollo bajo el auspicio del PDCTM y tuvo como principal objetivo producir cartas de repartición sedimentológicas sobre el sector norte de la plataforma continental del Pacífico colombiano, con el propósito de establecer las características morfológicas de dicha plataforma³⁰².

Durante el segundo semestre de 1993 se llevó a cabo el crucero ERFEN XXI, el cual estuvo enfocado en desarrollar estudios físicos, químicos y biológicos, que permitiera profundizar en el comportamiento de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. La cual a raíz de El Niño de 1992 presentó una serie de cambios oceánicos, que se evidenciaron en la posterior expedición (Ver: Tabla 4)³⁰³

Según estudios científicos realizados por el CCCP para la bahía de Tumaco, se pudo identificar que los efectos producidos por el evento calido de 1992 aún persiste en el océano Pacífico, el cual presenta ciertas oscilaciones en temperatura y salinidad. Las cuales aunque son leves han causado graves problemas a la pesquería artesanal, ya que ha disminuido considerablemente la extracción de camarones en la zona producto de la turbiosidad del agua y el nivel medio del mar. Situación que se puede apreciar en el informe del crucero de 1993 donde se subraya la importancia que reviste correlacionar los parámetros químicos con los biológicos para precisar la influencia

³⁰¹ *Ibíd.*, [s.p.]

³⁰² MOLINA, A. Estudio Sedimentológico de la Plataforma Continental Norpacífica Colombiana (Bahía de Buenaventura-Frontera con Panamá). **Boletín Científico CIOH**, Cartagena, Colombia, N 10 (mayo 1992) pp. 27-36.

³⁰³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993b. Informe Técnico Crucero Oceanográfico ERFEN XXI. Informe Técnico. Cartagena de Indias: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

que las variaciones océano-atmosféricas han provocado en la migración de peces y el desplazamiento de organismos marinos³⁰⁴.

A través de esta investigación se realizaron estudios de fitoplancton y zooplancton, los cuales se establecieron mediante el uso de redes Bongo y redes simples que permitieron determinar los efectos que los cambios océano-atmosféricos produjeron sobre la CPC Cabe destacar que no se presentó ninguna modificación en la implementación de nuevos equipos oceanográficos, además mediante el análisis de plancton realizado por el CCCP en diferentes zonas del Pacífico colombiano como Buenaventura, Tumaco y algunas estaciones de investigación del ERFEN, se logró identificar ciertos puntos de incidencia en la generación de fenómenos naturales como son los organismos marinos. Los cuales por su forma y composición son fácilmente transportados por las corrientes de aguas que durante un evento calido se mezclan y llevan consigo una gran variedad de elementos ecológicos de distinta procedencia, que pueden pronosticar con antelación el desarrollo de El Niño³⁰⁵.

En cuanto a los métodos físicos que se utilizaron en esta investigación para determinar las condiciones oceánicas del Pacífico colombiano no se presentaron cambios en la implementación de instrumentos técnicos. Como se aprecia en la Tabla 8, los equipos oceanográficos que se usaron para tomar las muestras fueron los mismos de la anterior expedición, los cuales se caracterizaron por presentar un excelente funcionamiento durante el desarrollo de las labores científicas. Además se debe resaltar que no se presentó ningún inconveniente con los instrumentos técnicos, por el contrario la planeación y ejecución fue impecable corrigiendo ciertos errores que se habían cometido en anteriores cruceros³⁰⁶.

Como se observa en la Tabla 12, los parámetros físicos que se analizaron fueron todos efectuados en las estaciones que se habían predeterminado, en la cuales se tomaron muestras a distintas profundidades implementando el uso de equipos oceanográfico como las botellas Niskin, CTDO y Batitermógrafo, etcétera; los cuales

³⁰⁴ MOSQUERA, A. Descripción de Algunas Alteraciones Océano-Atmósfera Registradas en la Ensenada de Tumaco Debido a El Niño de 1992. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N4, (julio 1993) pp. 7-10.

³⁰⁵ CASTILLO, F. Relación Climatologica de la Temperatura Superficial del Pacífico Colombiano Sobre el Fitoplancton Marino Durante El Niño 1991-1992. **Boletín Científico CIOH**. Cartagena, Colombia. N 14, (julio 1993) pp. 131-140.

³⁰⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993b. Op. cit., [s.p.].

fueron mejorados para esta expedición utilizando instrumentos técnicos más resistente y con mayor capacidad de recolección y registro de datos oceanográfico, entre estos el CTDO plus Marca Sea-Bird con capacidad de resistencia para bajar a una profundidad de 1.400 m, hasta la cual se tomaron datos de temperatura, salinidad y conductividad³⁰⁷.

En este crucero se subraya la continuidad investigativa que los estudios de íctioplancton han tenido a través de las últimas expediciones, en las cuales se han reservado un espacio científico para el análisis de la abundancia y clasificación de peces en la CPC, especialmente en zonas oceánicas donde se posee un desconocimiento de la fauna y flora marina. Preocupación que ha orientado a las instituciones de investigación marina a interesarse por conocer la influencia que El Niño puede tener sobre el ciclo vital de los peces y como se refleja esto en la economía de las zonas costeras. Hecho que se ha visto representado no sólo a través de la DIMAR sino también de entidades nacionales como el Instituto Nacional de Pesca y Agricultura (IMPA) y el Instituto Colombiano de Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), los cuales han desarrollado de manera conjunta investigaciones con el CCCP en el litoral Pacífico dirigidas a enriquecer el conocimiento de los ecosistemas marinos³⁰⁸.

Para el desarrollo de este crucero oceanográfico fueron vitales los análisis químicos que se realizaron en distintas estaciones del Pacífico colombiano, los cuales aportaron nueva información sobre las condiciones oceánicas de la CPC. Así se consolidaron las bases para llevar a cabo estudios de correlación de parámetros oceanográficos que permitan tener un conocimiento más socavado sobre los factores que afectan y perjudican los mares. Dentro de los factores que más afectan las condiciones y el estado normal del Pacífico Tropical se destaca la producción de eventos calidos, que generan cambios oceánicos y atmosféricos en las aguas, y los agentes contaminantes que dañan enormemente los ecosistemas marinos³⁰⁹.

Con respecto a lo anterior hay que señalar la labor desempeñada por el CCCP durante el último año, en el cual se han realizado estudios de contaminación de marina en costas y áreas oceánicas prosiguiendo con la tercera fase de investigación en la CPC,

³⁰⁷ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁰⁸ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁰⁹ *Ibíd.*, [s.p.].

bajo el desarrollo del PDCTM que ha sensibilizado a la población sobre los cuidados que se deben tener para evitar contaminar las aguas. Razón por la cual, se siguió estudiando la zona correspondiente a la ensenada de Tumaco y las bahías de Buenaventura, Málaga, Solano, Guapi y algunas estaciones oceánicas. En las cuales se detectaron niveles medios de contaminación marina por hidrocarburos, los cuales señalan la necesidad de mayores controles por parte de las autoridades nacionales en cuanto a la comercialización, transporte y tráfico de petróleo, el cual con su vertimiento en el mar está produciendo muerte a la fauna y flora marina (Figura 40) Los casos más críticos se registran en la bahía de Buenaventura y la ensenada de Tumaco donde los análisis biológicos de organismo marinos permiten identificar el estado de contaminación en que se encuentran las costas del Pacífico colombiano, situación que requiere de para evitar daños irreparables a la naturaleza y problemas de salud pública en las comunidades costeras³¹⁰.

Figura 40. Ave marina impregnada de crudo, impacto ecológico que produce sobre la fauna marina los derrames de petróleo.



Fuente. Centro control contaminación del pacífico

Como se percibe en la Tabla 8, los instrumentos químicos que se emplearon en esta investigación oceanográfica no presentaron cambios, por el contrario su uso ha sido permanente y prolongado a través de las pasadas expediciones. El desarrollo de parámetros químicos como oxígeno disuelto, nutrientes y pH, son identificados y determinados a partir del método Winkler que permite analizar los componentes

³¹⁰ MARRUGO, A. Estudio de la Contaminación Marina por Hidrocarburo en el Pacífico Colombiano – Fase III. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N4, (julio 1993) pp. 47-50.

químicos del agua, y su influencia en la vida de organismos marinos ³¹¹ (Ver más adelante: Tabla 12)

Para 1994 la DIMAR proyecto y realizó por medio del CCCP el crucero Pacífico XXIV-ERFEN XXII, el cual se caracterizó por desarrollar investigación marina orientada a monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, a través de esta se desarrollaron estudios físicos, químicos y biológicos en la CPC, los cuales aportaron información valiosa sobre el estado del océano. La cual permitió determinar cambios o variaciones en el comportamiento del mar, indispensables para identificar la gestación y desarrollo de un evento calido³¹².

Como se aprecia en la Tabla 12, esta expedición desarrollo parámetros físicos, químicos y biológicos, los cuales estuvieron dirigidos a registrar datos oceanográficos que permitieran conocer las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico Tropical, los cuales son necesarios para interpretar las fases o etapas de evolución de El Niño. Así, por medio de estos estudios se pretendió ampliar el conocimiento que se tenían acerca de las manifestaciones ambientales, atmosféricas y oceánicas que el ENOS produce durante su proceso de desarrollo³¹³.

En cuanto a la implementación de instrumentos técnicos para tomar muestras físicas no se presentó ningún cambio con relación a los empleados en el crucero de 1993. Como se aprecia en la Tabla VIII, los equipos oceanográficos que se utilizaron en la expedición son los mismos lo único que se modifica es la intensidad uso, pues en esta expedición las botellas Niskin al igual que el CTDO fueron esenciales para determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. ³¹⁴ A partir del CTDO se obtuvo el registro de temperatura, salinidad y conductividad en 44 estaciones de las 50 que había en total, hecho que subrayo el marcado perfil físico de la investigación.

Por otra parte la determinación de parámetros químicos se realizó hasta una profundidad de 1.500 m, donde se tomaron muestras de agua por medio de las botellas Niskin para establecer oxígeno disuelto y hacer análisis de nutrientes. Para lo

³¹¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993b. Op. cit., [s.p.].

³¹² *Ibíd.*, [s.p.].

³¹³ *Ibíd.*, [s.p.].

³¹⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1994a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXIV-ERFEN XXII, CCCP-Tumaco (Noviembre de 1994). Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

cual se utilizaron botellas Winkler a través de las cuales se precisó la cantidad de componentes orgánicos que poseen las muestras de agua. Como se aprecia en la Tabla VIII, no hubo cambios en la implementación de equipos oceanográficos, se siguió recolectando las muestras de agua en las botellas Niskin y se preservaron las muestras en las botellas Winkler para luego ser trasladadas a laboratorios en tierra, donde se le aplicó los reactivos necesarios para efectuar los análisis químicos³¹⁵.

Es importante destacar que durante el desarrollo de esta investigación se tomaron registros meteorológicos de todas las estaciones oceanográficas, hecho que permitió conocer las condiciones atmosféricas de la CPC (Tabla 4) La cual presentó ciertos cambios como consecuencia de la generación de un evento calido, que modificó por completo la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa e incremento los índices de precipitación. Como se observa en la Tabla 12, estos parámetros fueron determinados y analizados para precisar el estado atmosférico del océano Pacífico, y pronosticar las variaciones climáticas en las áreas continentales³¹⁶.

De esta manera es importante resaltar la labor que el CCCP ha desarrollado desde 1984, tiempo en que ha estado a cargo del cuidado y protección de las costas del pacífico colombiano, las cuales durante la última década han presentado cambios significativos en su comportamiento atmosférico producto de la generación de fenómenos naturales. Los cuales nacen en el interior del océano y se trasladan a las costas produciendo efectos secundarios en el continente, por esta razón la institución se ha esforzado por adelantar estudios meteorológicos que permitan identificar este evento calido a través de monitoreos diarios que se obtienen de las boyas que están ubicadas en la bahía de Tumaco, las cuales permiten conocer periódicamente las variaciones que la CPC presenta a través del año. Mientras que las condiciones océano-atmosféricas de la parte oceánica, es precisada por medio de los cruceros oceanográficos que registran datos oceanográficos en tiempo real sobre el estado de océano Pacífico³¹⁷.

Con base en el desarrollo de los estudios biológicos realizados en esta investigación, no se presentaron cambios en la utilización de equipos oceanográficos para determinar estos parámetros, por el contrario las botellas Niskin y las redes Bongo

³¹⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

³¹⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

³¹⁷ CASTILLO, F. Op. cit., pp. 131-143.

siguieron siendo indispensables para recolectar y determinar las condiciones de vida orgánica en el océano. Como se aprecia en la Tabla 12, en este crucero no se realizaron estudios de íctioplancton sólo de fitoplancton, zooplancton y clorofilas; hecho que develó los interés investigativos de la DIMAR por establecer los efectos que el fenómeno El Niño produce sobre los organismos marinos, los cuales son un importante indicador de la intensidad con que se presenta el evento calido en las costas del Sudeste Pacífico³¹⁸.

A través de este período se pudo apreciar el desarrollo de una serie de programas investigativos de carácter nacional como el Malpelo-Colombia e internacional como el ERFEN y TOGA. Los cuales por la orientación de sus estudios estaban dirigidos a determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, la cual durante el primer quinquenio de la década del 90 experimento la generación de El Niño que produjo marcados cambios atmosféricos y climáticos en el mundo.

Por otra parte, también vale la pena señalar que estas expediciones estuvieron enfocadas a desarrollar ciertos parámetros oceanográficos, los cuales están muy ligados a la determinación de las condiciones físicas, químicas y meteorológicas del Pacífico colombiano. Como se observa en la Figura 2.16., áreas investigativas como la Geología y la Biología históricamente han carecido de continuidad en el desarrollo científico de los cruceros, situación que se manifiesta un desequilibrio investigativo en la constitución de una base de datos oceanográficos.

Durante estas investigaciones se destaca la permanente atención que han prestado las autoridades científicas en cuanto a la utilidad que los estudios de plancton representan para determinar la generación de un evento calido. Razón por la cual en los cuatro últimos cruceros la DIMAR enfatizó sobre la importancia investigativa que posee descifrar con antelación los cambios océano-atmosféricos que El Niño produce sobre el océano Pacífico.

³¹⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1994a. Op. cit., [s.p.].

Tabla 8. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1990-1994.

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
Pacífico XVI 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectrofotómetro VIS-UV 	
Pacífico XVII 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5-12 litros. • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin de 5 y 12 litros. • Equipo Winkler • CTDO • Bureta automática • Espectrofotómetro VIS-UV 	
Pacífico XVIII – ERFEN XV 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • CTDO • Termómetro de cazoleta • Termómetros de inversión • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Flujómetro
Pacífico XIX- ERFEN XVI 1991	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • CTDO • Termómetro de cazoleta 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Flujómetro

	<ul style="list-style-type: none"> • Termómetros de inversión • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 		
ERFEN XX 1993	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • CTDO • Termómetro de cazoleta • Termómetros de inversión • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Red Simple • Flujómetro
ERFEN XXI 1993	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • CTDO • Termómetro de cazoleta • Termómetros de inversión • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Nansen • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Flujómetro • Botellas Niskin
Pacífico XXIV- ERFEN XXII 1994	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Bongo • Flujómetro

Fuente: Autor del proyecto

2.6. EL NIÑO Y SU IMPORTANCIA DENTRO DE LAS EXPEDICIONES INVESTIGATIVAS (1995-1999)

Durante el segundo quinquenio de la década de los 90, las expediciones oceanográficas presentaron varias constante en la ejecución de sus objetivos. En primer lugar se prosiguió con la realización del ERFEN, el cual siguió aportando datos oceanográficos sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. En segundo lugar se destacó el desarrollo de parámetros físico-químicos y meteorológicos y por ultimo, se evidencio la falta de investigaciones geológicas.

En 1996 se desarrollo el crucero Pacífico XXV-ERFEN XXIII, el cual continuó con los monitoreos de las condiciones océano-atmosférica en el Pacífico colombiano. A partir de estos estudios oceanográficos se determino el estado de la CPC, con el propósito de establecer las posibles fases o etapas de desarrollo de El Niño, las cuales son fundamentales para pronosticar su evolución e implantar medidas de protección³¹⁹.

Para alcanzar tales objetivos la DIMAR ha contado con el apoyo de sus centros de investigación, los cuales se han encargado de adelantar las labores científicas en la CPC. De esta manera el CCCP y el CIOH han compartido el desarrollo de estudios oceanográficos en el Pacífico colombiano, donde por su experiencia el CCCP ha realizado el monitoreo de las condiciones oceanográficas de las estaciones ubicadas en la costa hasta los 1.000 m de profundidad, mientras que el CIOH ha estado a cargo de la recolección de muestras marinas en las zonas oceánicas. A través de esta distribución las actividades oceanográficas han mejorado su desempeño e integrado el personal científico entorno al desarrollo de trabajos colectivos, lo cual se ve reflejado en los resultados de los cruceros³²⁰.

Las áreas de investigación oceanográfica que se desarrollaron en esta expedición fueron físicas, químicas y biológicas, las cuales han permitido conocer las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico que durante los últimos años ha experimentado cambios oceánicos a causa de la generación de fenómenos naturales.

³¹⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXV – ERFEN XXIII Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP – Tumaco (Junio 1996). [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

³²⁰ *Ibíd.*, [s.p.].

Los cuales han realizado estudios más rigurosos y permanentes sobre el Pacífico colombiano, que permitan monitorear diariamente las condiciones meteorológicas³²¹.

Para la ejecución de parámetros físicos se utilizó instrumentos técnicos como el CTDO, batitermómetro, XBT, termómetros, botellas Niskin, etcétera; destacándose la continuidad de muchos de estos equipos oceanográficos. Los cuales han sido importantes para determinar las condiciones del océano Pacífico y aportar datos oceanográficos que contribuyen al avance de otras áreas de las Ciencias del Mar, como la Biología Marina que cada día se inserta más dentro de los estudios pesqueros³²².

En este crucero se tomaron muestras oceanográficas en 54 estaciones oceánicas ubicadas en la CPC, las cuales se caracterizaron porque en todas se determinaron parámetros físicos y meteorológicos que fueron indispensables para predecir cambios en el comportamiento de las aguas que pudieran tener relación con la gestación de un evento calido. Mientras que en 20 estaciones se establecieron estudios químicos y biológicos, que facilitaron el conocimiento del estado del océano y la ejecución de correlaciones entre variables físico-químicas y biológicas. A partir del análisis de estos resultados se pudo identificar la afinidad que existe entre las áreas de estudio oceanográficas con relación a las variaciones que exhibe el océano Pacífico³²³.

La ubicación de las estaciones oceanográficas se lograron gracias a la utilización de un navegador por satélite llamado Global Positioning Systems (GPS),³²⁴ este aparato permite localizar ciertos puntos en el espacio marítimo a partir de la grabación de coordenadas geográficas, que facilitan la determinación del lugar y la distancia a la que se encuentra el buque con respecto a alguna estación. Este sistema de posicionamiento global fue implementado por los Estados Unidos para el desarrollo de labores militares, presentando gran éxito durante su ejecución y trasladándose su uso para el adelantamiento de actividades científicas en el mar³²⁵ (Ver: Figura 2.38.)

³²¹ *Ibíd.*, [s.p.].

³²² *Ibíd.*, [s.p.].

³²³ *Ibíd.*, [s.p.].

³²⁴ Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros. El sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

³²⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996a. Op. cit., [s.p.].

Figura 41. Global Positioning System (GPS), sistema de posicionamiento global utilizado en todos los cruceros oceanográficos para ubicar las estaciones de muestreo.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

Cabe aclarar que no se presentó cambio alguno en la implementación de equipos oceanográficos para determinar parámetros químicos y biológicos, éstos se siguieron tomando con las botellas Niskin y las redes de fitoplancton, y zooplancton. Las cuales aportaron información sobre algunos parámetros como oxígeno disuelto, nutrientes, pH, fitoplancton y zooplancton, los cuales contribuyeron no sólo al conocimiento de las condiciones oceánicas de la CPC, sino que incrementaron los registros históricos sobre los datos oceanográficos obtenidos del Pacífico colombiano.

Como se observa en la Tabla 10, la determinación de nutrientes se vio modificada con respecto al ingreso de un parámetro químico de análisis como fue el amonio, componente del agua importante para el estudio del ciclo del nitrógeno en los océanos. El amonio en el mar proviene principalmente de excreciones de animales marinos y descomposición de compuesto orgánicos nitrogenados, provenientes a su vez de organismos muertos. Por medio de esta investigación se puede identificar la vida de organismo marinos a distintas profundidades o los niveles de contaminación de las aguas costeras u oceánicas³²⁶.

Es importante decir que los resultados de los datos oceanográficos obtenidos en esta expedición permitieron observar cambios en la temperatura y salinidad del mar, en cuanto a la temperatura del Sureste de la CPC se observó que disminuyó de 30° C a

³²⁶ Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Determinación de Amonio. En: Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Contaminantes Marinos. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, Colombia, 1982. pp. 18-19.

26° C, mientras que la del Noreste descendió de 30° C a 28° C. Situación que evidenció el enfriamiento de las aguas en el Sudeste Pacífico a causa de la mezcla de aguas frías con corrientes calidas, lo que inmediatamente genera variaciones oceánicas. Con respecto a la salinidad los registros indicaron una oscilación entre 25 y 32 unidades prácticas de salinidad, hecho que científicamente se explica como un proceso natural producto del mayor aporte de aguas continentales y el incremento en las precipitaciones en las áreas oceánicas³²⁷.

Con relación al estudio de los parámetros oceanográficos recolectados y analizados en esta expedición se determinó que los cambios en la temperatura y en la salinidad obedecen a la fase final de un fenómeno natural llamado Antiniño, el cual posteriormente sería conocido como La Niña.³²⁸ Su denominación se debe a que presenta condiciones océano-atmosféricas contrarias a las expuestas por El Niño, en la Tabla 9 se aprecia las fechas en que se ha realizado este fenómeno durante los últimos 50 años del Siglo XX, en los cuales se produce un evento frío donde los vientos Alisios viajan de Este a Oeste movilizand las aguas frías hacia el continente asiático donde modifica fuertemente las condiciones del Suroeste del Pacífico.

Tabla 9. Periodización del fenómeno natural La Niña durante el período de 1950-2000.

FENOMENO LA NIÑA		
Comienzo	Fin	Duración (meses)
Mar-50	Feb-51	12
Jun-54	Mar-56	22
Mar-1956	Nov-56	7
May-64	Ene-65	9
Jul-70	Ene-72	19
Jun-73	Jun-74	13
Sep-74	Abr-76	20
Sep-84	Jun-85	10
May-88	Jun-89	14
Sep-95	Mar-96	7
Jul-98	Jun-00	23
Dic-00	May-01	5

Fuente: Tomado de www.atmosfera.cl

³²⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996a. Op. cit., [s.p.].

³²⁸ Fenómeno natural que consiste en la presencia de aguas inusualmente frías en el Océano Pacífico Ecuatorial. Este fenómeno es la contraparte del fenómeno El Niño, y ocurre cuando los vientos del este se intensifican por arriba de lo normal, La Niña se presenta en intervalos de dos a siete años y se caracteriza porque la temperatura de la superficie del mar y la atmósfera sobre la zona ecuatorial, presenta una condición anormal durante un período que va de 12 a 18 meses.

Para el segundo semestre de 1996 se realizó en el crucero Pacífico XXVI-ERFEN XXIV, el cual se enmarcó bajo el monitoreo de las condiciones oceanográficas del Pacífico colombiano. Esta expedición estuvo enfocada en contribuir con la determinación de parámetros oceanográficos que permitieran establecer el inicio y evolución de cualquier fenómeno natural sobre el Sudeste del océano Pacífico³²⁹.

A través de la investigación se continuó avanzando en la ejecución de estudios conjuntos entre el CCCP y CIOH, en los cuales se mantuvo la participación de personal de ambas instituciones en las expediciones oceanográficas. Las cuales estuvieron dirigidas a determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC durante el segundo semestre de 1996 a causa de la generación de La Niña, fenómeno natural que produjo serias variaciones en clima del continente asiático³³⁰.

Este fenómeno ha llamado la atención de la DIMAR, que desde el primer semestre de este año se ha puesto en la tarea de establecer el ciclo de evolución de este evento frío. El cual produce una serie de cambios océano-atmosféricos que al igual que El Niño afecta de forma directa los ecosistemas marinos y la vida de los seres humanos. Por esta razón, su estudio es determinante para precisar el impacto que éste produce sobre los organismos marinos del Pacífico Tropical y los efectos océano-atmosféricos en las costas de Suramérica³³¹.

En esta expedición se determinaron muestras físicas, químicas, biológicas y meteorológicas en el Pacífico colombiano, las cuales fueron indispensables para precisar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. La cual durante el segundo semestre de 1996 ha experimentado pequeños cambios oceánicos producto de la fase final de un evento frío, que ha afectado la pesca en el Sudeste Pacífico³³².

Con respecto al adelantamiento de estudios físicos se determinaron parámetros en 54 estaciones oceanográficas, los cuales fueron precisados a partir de instrumentos técnicos como el CTDO, XBT y el salinómetro de inducción Beckman. Los resultados que arrojaron los datos oceanográficos permitieron precisar que la temperatura

³²⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996b. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXVI –ERFEN XXIV, CCCP y Tumaco (Octubre de 1996). Informe Técnico: [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

³³⁰ *Ibíd.*, [s.p.].

³³¹ *Ibíd.*, [s.p.].

³³² *Ibíd.*, [s.p.].

superficial de la CPC osciló entre 26° C y 28° C situación que evidenció el enfriamiento de las aguas oceánicas, mientras que la temperatura subsuperficial del mar registro un rango de 15° C y 21° C presentando una diferencia bastante alta como consecuencia de La Niña en el Sudeste Pacífico³³³.

Como se observa en la Tabla 12, la determinación de parámetros químicos se logro gracias a la implementación de instrumentos técnicos como las botellas Niskin y el CTDO. Los cuales fueron importantes para conocer la composición química de las muestras de agua y correlacionar parámetros oceanográficos que permitieron establecer los niveles de descomposición de la materia orgánica y la productividad de la CPC³³⁴.

Los resultados de los análisis químicos arrojaron que el comportamiento del oxígeno disuelto es relativamente homogéneo en las áreas de estudio del Pacífico colombiano, presentándose variaciones en algunos sectores de la CPC, donde los valores cambiaron levemente. La oscilación en la composición química del agua según los científicos se debe a la generación de un evento frío, que afecta y modifica por completo las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico³³⁵.

Durante este crucero se realizaron estudios biológicos en 20 estaciones a partir del uso de redes simples, con las cuales se determino parámetros de fitoplancton y zooplancton. Como se observa en la Tabla 10, este instrumento técnico evidencio un cambio en la implementación de los equipos oceanográfico con respecto a las redes Bongo utilizadas en anteriores expediciones. De igual manera, sus aportes fueron importantes para precisar el estado biológico del mar, el cual cuando se producen cambios océano-atmosféricos tiende a cambiar producto del desplazamiento que causan las corrientes de aguas sobre los microorganismos marinos³³⁶.

En esta investigación se destaca la realización de estudios de clorofilas, los cuales son indispensables para determinar la cantidad de materia orgánica presentes en el agua de mar, estas muestras fueron recolectadas con botellas Niskin y embasadas en

³³³ *Ibíd.*, [s.p.].

³³⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

³³⁵ PINEDA, A. La Corriente de Cromwell Durante el Fenómeno La Niña de 1996 y el Fenómeno El Niño de 1997, sobre la Cuenca del Pacífico Colombiano. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia, N 6, 1997. pp. 18-21.

³³⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996b. Op. cit., [s.p.].

botellas de plástico de 500 ml, las cuales son conservadas en un cuarto oscuro a una temperatura de -20° C para luego ser analizadas en tierra³³⁷.

Con relación al registro de las condiciones meteorológicas del océano Pacífico se logro establecer que durante la realización del crucero oceanográfico, se presento tiempo seco y una temperatura ambiente que oscilo entre 23° C y 29° C ubicándose en un rango de regularidad. El cual favoreció el buen desempeño de las labores científicas y simplifico las actividades de recolección de muestras oceanográficas³³⁸.

Es importante señalar que durante este año nació el interés por parte de la DIMAR de controlar y cuidar las costas en Colombia, las cuales durante las últimas décadas ha estado al arbitrio de particulares que se han apropiado de ciertas zonas costeras pertenecientes a la Nación. De esta manera el Estado busca poner en regla estos espacios sociales a través de la normatización de su empleo, desarrollo y protección, creando un frente de resistencia ante la sobrepoblación, contaminación y deterioro de los litorales colombianos. Por esta razón para 1997 se dictarían en el país las primeras políticas en el ámbito nacional sobre el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), con el propósito de crear conciencia frente a importancia que representa mantener un orden constante sobre la franja que separa el mar de la tierra³³⁹.

En 1997 se realizo el crucero Pacífico XXVII-ERFEN XXV en la CPC, el cual estuvo enfocado a monitorear las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, con el propósito de determinar los cambios que éste presenta al comienzo y final de cada año. Los registros obtenidos han permitido acumular información sobre las etapas de desarrollo de El Niño, las cuales a través del tiempo modifican su extensión e intensidad³⁴⁰.

Como se aprecia en la Tabla 12, en esta expedición se adelantaron trabajos investigativos donde se determinaron parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos del Pacífico colombiano. A través de los cuales se estableció las

³³⁷ *Ibíd.*, [s.p.].

³³⁸ *Ibíd.*, [s.p.].

³³⁹ Manejo Integrado de Zonas Costeras. Comisión Colombiana del Océano. 30 de Octubre de 2006. <http://www.cco.gov.co/mizc1.htm#dos>

³⁴⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1997b. Datos Hidrográficos del Crucero Pacífico XXVIII – ERFEN XXVI, CCCP – Tumaco (Noviembre 1997). Informe Técnico: [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

modificaciones oceánicas del Sudeste Pacífico y se correlaciono los resultados de los datos oceanográficos que éste presento durante el primer semestre de este año³⁴¹.

En cuanto a la utilización de instrumentos técnicos no hubo ningún cambio con respecto a los implementados en el anterior crucero, por el contrario equipos oceanográficos como el CTDO, las botellas Niskin, las redes simples y las botellas Winkler marcaron la orientación investigativa de esta expedición y sus proyecciones por contribuir en la determinación de la evolución de un evento cálido.

Los estudios físicos que se realizaron en la CPC permitieron determinar cambios en el comportamiento de la temperatura y salinidad, los cuales fueron fluctuantes en algunas áreas del océano Pacífico; presentando sus niveles más altos en el Sudeste donde hubo mayores modificaciones en las condiciones oceánicas, mientras que en el Noreste los cambios océano-atmosféricos fueron leves.

Teniendo en cuenta los resultados producidos por los datos oceanográficos en este crucero se pudo evidenciar la generación de El Niño, el cual se encuentra en su primera etapa de desarrollo. Como se puede apreciar en la Tabla 4, sus comienzos se estimaron hacia el mes de mayo donde se registraron leves cambios oceánicos en el Sudeste del océano Pacífico, los cuales se evidenciaron en el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) que oscilo entre 28° C y 30° C, mientras que el comportamiento de la salinidad a nivel superficial se mantuvo en 32 unidades practicas de salinidad³⁴².

Por otra parte se resalta la ejecución de parámetros biológicos para determinar no solo la producción orgánica del mar sino también la posible fase de desarrollo del fenómeno natural, el cual desde sus inicios se mostró como un evento fuerte. Como se observa en la Tabla IV, El Niño tuvo una duración de 12 meses en los cuales causo drásticos cambios en las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, que afectaron duramente a los países Suramericanos donde se presentaron largos periodos de lluvias o sequías, que trajeron consigo grandes perdidas económicas³⁴³.

³⁴¹ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁴² *Ibíd.*, [s.p.].

³⁴³ Información Pública: Internet y ENOS 1997-1998. Organización Panamericana de Salud. 22 Octubre de 2006. <http://www.paho.org/spanish/ped/ElNino-cap7.pdf>

La determinación de fitoplancton y zooplancton se obtuvo por medio de las redes simples, las cuales permitieron conocer la cantidad y el tipo de microorganismos vegetales y animales que se encuentran en ciertas áreas de la CPC. Mientras que las muestras de clorofilas fueron obtenidas a partir de las muestras de agua recolectas por las botellas Niskin, las cuales fueron embasadas en botellas de plástico para luego ser trasladadas a laboratorio en tierra.

Las muestras químicas del mar fueron obtenidas a partir del uso de las botellas Niskin en el caso de las muestras de nutrientes, mientras que el oxígeno disuelto fue determinado a partir del CTDO. Como se aprecia en la Tabla X, la predominancia que presenta esta área investigativa junto a la física se debe a la importancia que tienen para correlacionar y precisar el estado oceánico de la CPC. La cual experimento ciertos cambios en el comportamiento del oxígeno disuelto que presentó un aumento en sus concentraciones dependiendo del sector de estudio en el Pacífico colombiano. Por ejemplo en el Sureste las concentraciones fueron estables oscilando entre 4.8 y 5.0 mg/l, mientras que en el Noreste las concentraciones fueron más altas con valores de 5.1 a 5.5 mg/l, situación que evidenció los cambios océano-atmosféricos del océano Pacífico.

Durante este año en Colombia se llevó a cabo el desarrollo de una Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI), las cuales hacen parte de los estudios relacionados al MIZC que llamo la atención de las instituciones nacionales por participar de un tema que en el ámbito internacional se viene trabajando con especial interés por la problemática social, ambiental y económica que genera. Es así, como el país se circunscribe dentro de las naciones que buscan pensar, planificar y proyectar sus costas y litorales, en busca de un mejor aprovechamiento del espacio y de los recursos sostenibles que brinda la naturaleza³⁴⁴.

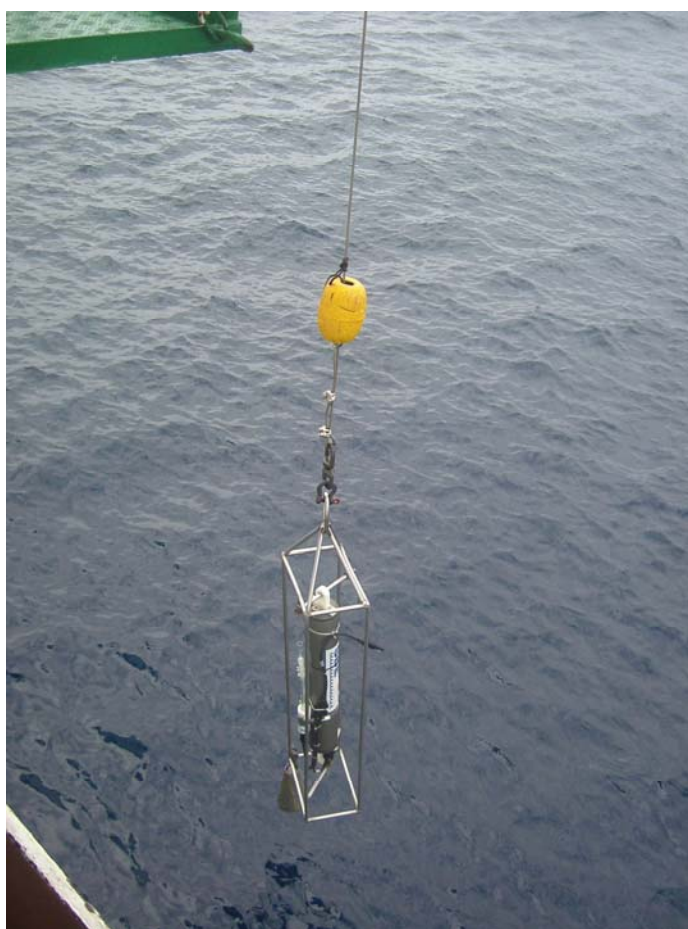
Para el segundo semestre de 1997 se llevó a cabo el crucero Pacífico XXVIII-ERFEN XXVI a bordo del buque ARC Malpelo, a través del cual se determinaron áreas investigativas como la física, química, biología y meteorológica. Como se observa en

³⁴⁴ Manejo Integrado de Zonas Costeras. Comisión Colombiana del Océano. 30 de Octubre de 2006. <http://www.cco.gov.co/mizc1.htm#dos>

la Tabla 12, el estudio de estos parámetros oceanográficos estuvo dirigido a establecer el comportamiento de la CPC durante la generación de El Niño³⁴⁵.

En cuanto a los instrumentos técnicos utilizados para la determinación de los parámetros oceanográficos se presentaron pequeños cambios con respecto a los equipos que se implementaron a lo largo de las investigaciones de este quinquenio. Este es el caso del CTD, el cual fue incorporado en esta expedición para determinar las condiciones físicas del mar, este equipo a diferencia del CTDO no posee un sensor de porcentaje de oxígeno de saturación el cual permite valor el oxígeno disuelto en una muestra de agua³⁴⁶ (Ver: Figura 42)

Figura 42. CTD, equipo oceanográfico utilizado para determinar parámetros físicos en el mar, sus registros se dan a través de sensores que transmiten la información a un computador que se encuentra en la plataforma investigativa.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

³⁴⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1997b. Op. cit., [s.p.].

³⁴⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

Como se observa en la Tabla X, elementos como las botellas Niskin, redes simples, XBT, termómetro de cazoleta y las botellas Winkler aún son utilizadas para establecer las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, las cuales durante este período han modificado de manera significativa el comportamiento de sus aguas. Situación que alerta a las instituciones de investigación marina nacional sobre los efectos que este fenómeno puede producir sobre el clima del continente americano³⁴⁷.

Como se aprecia en la Tabla XII, los parámetros físicos que fueron trabajados en este crucero se determinaron a través del CTD, el cual permitió conocer en tiempo real la temperatura y salinidad de las áreas estudiadas. Durante este semestre del año se presentaron ciertos cambios en las condiciones oceánicas de la CPC, la cual evidenció fluctuaciones en los registros de temperatura y salinidad del mar como consecuencias de la generación de un evento cálido. El cual se presentó a comienzos de este año y terminó hacia principios de 1998, fecha en que se planearía en adelantamiento de otra expedición oceanográfica para monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano durante el estado de madurez de El Niño³⁴⁸.

Para la determinación de parámetros químicos y algunos biológicos como clorofila, fueron utilizadas las botellas Niskin para recolectar muestras de agua de mar a distintas profundidades de las estaciones de estudios de la CPC. Durante las cuatro últimas expediciones se ha observado una continuidad investigativa en la determinación de clorofila, la cual es importante para establecer el estado de turbidez del agua y la producción vegetal del océano. Por otra parte, los análisis de nutrientes permitieron observar cambios en las concentraciones de compuestos químicos producidos por la intensidad con que se mezclan las corrientes de agua, las cuales transportan cantidades gigantescas de microorganismos que son desplazados de un lugar a otro³⁴⁹.

En cuanto a los registros meteorológicos que se obtuvieron en esta expedición se determino fuertes modificaciones en las condiciones atmosféricas del océano, las cuales se evidenciaron en la temperatura superficial del mar, el incremento del oleaje, el aumento del nivel medio del mar y el desplazamiento de la línea de mar en las costas del Pacífico. Estos registros atmosféricos junto a los cambios oceánicos del

³⁴⁷ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁴⁸ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁴⁹ *Ibíd.*, [s.p.].

Pacífico Tropical afectaron con gran intensidad las zonas continentales, las cuales padecieron de un desorden climático que produjo sofocantes calores y sequías que venían acompañadas de largas temporadas lluvias³⁵⁰.

Las anteriores condiciones ambientales se reprodujeron en distintas partes del mundo donde el evento cálido causó serios daños en la economía de las naciones; entre los continentes más afectados se destaca América por ser el territorio más perjudicado por el fenómeno natural. Como se observa en la Figura 1.3., países como Chile, Perú, Ecuador y Colombia son afectados directamente por los cambios climáticos que produce el ENOS en sus regiones, las cuales padecen fuertes cambios de temperatura y altos niveles de pluviosidad, que a medida que avanza el ciclo del fenómeno se intensifican provocando incendios, inundaciones, deslizamientos de tierra y proliferación de enfermedades. Esta situación sumada a la prolongación de El Niño hace insostenible los gastos que se requiere para atender una emergencia de esta magnitud, la cual va creciendo a medida que avanza en sus fases de desarrollo³⁵¹.

La agresividad que mostró El Niño de 1997 se evidenció en las poblaciones costeras del Pacífico colombiano, las cuales soportaron anomalías extremas que pusieron en riesgo la vida de muchas familias. Como se aprecia en la Figura 2.40., algunos sectores residenciales del municipio de San Andrés de Tumaco fueron inundados, causando deterioro y destrucción en viviendas aledañas a la costa donde el nivel medio del mar subió en 20 cm, provocando considerables pérdidas materiales. Este hecho de inmediato llamó la atención de instituciones y autoridades locales encargadas de prevenir y atender desastres, las cuales cubrieron la emergencia y resaltaron los graves problemas de riesgo en que se encontraban sus habitantes por la ubicación de sus casas. Las cuales ante un próximo evento podrían verse afectadas gravemente por su cercanía al mar y la composición sedimentológica de sus territorios, los cuales ante un fenómeno natural pueden generar procesos de licuación que hacen frágil cualquier tipo de estructura³⁵².

³⁵⁰ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁵¹ Efectos Naturales y Socioeconómicos del fenómeno El Niño en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 30 Octubre de 2006. <http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO.pdf>

³⁵² MONTAGUT, A. Situación de Riesgo en la Ensenada de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia, N 6, 1997. pp. 8-16.

Figura 43. Zonas bajas de Tumaco afectadas por inundaciones durante el proceso de desarrollo de El Niño de 1997-1998.



Fuente: Tomado de <http://www.ideam.gov.co/>

De esta manera el CCCP ha adelantado varios estudios sobre el área de San Andrés de Tumaco donde han analizado y valorado los riesgos que podrían traer consigo la generación de un fenómeno natural (El Niño, tsunami) Los cuales por las características geomorfológicas de la isla y la ubicación del casco urbano serían devastadores, pues las inundaciones y derrumbes impedirían la movilización de la población desde interior al exterior del municipio, situación que se tornaría crítica e imposibilitaría el auxilio a muchas personas. Por esta razón, se ha propuesto la reubicación de los palafitos³⁵³ a lugares seguros donde sus residentes no corran riesgos tan altos, de igual manera se han señalado y ubicado sitios de acopio frente a una eventualidad de esta envergadura³⁵⁴.

En la actualidad el CCCP a través de sus trabajos científicos está creando conciencia social sobre los riesgos que las comunidades del Pacífico colombiano corren ante la generación de un fenómeno natural, el cual puede reproducir las imágenes que vivió San Andrés de Tumaco a causa de los tsunamis de 1906, 1942, 1958 y 1979. Los cuales destruyeron el centro urbano causando incendios e inundaciones que arrebataron las vidas de muchas personas, estos hechos han impulsado el desarrollo

³⁵³ Viviendas apoyadas en pilares o simples estacas, generalmente construidas sobre cuerpos de aguas tranquilas como lagos, lagunas y caños; aunque también son construidas a orilla del mar, como es el caso en algunas zonas del Pacífico colombiano.

³⁵⁴ MONTAGUT, A. Op. cit., pp. 10-11.

de más estudios oceanográficos que contribuyan al conocimiento y predicción de las condiciones océano-atmosferitas de la CPC³⁵⁵.

Para 1998 se realizó el crucero Pacífico XXIX-ERFEN XXVII, el cual monitoreo las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, con el propósito de lograr establecer cambios en el comportamiento de las aguas que permitieran identificar la producción de un evento cálido en el Pacífico Tropical³⁵⁶.

En esta expedición se recolectaron y determinaron muestras oceanográficas en 61 estaciones en las cuales se primaron la ejecución de parámetros físicos, químicos y meteorológicos, mientras que sólo en 22 estaciones se tomaron muestras de plancton las cuales permitieron establecer el estado biológico del océano Pacífico. A partir de la orientación investigativa de este crucero se pudo precisar el interés científico por conocer y registrar periódicamente el estado del Pacífico colombiano, el cual esta enfocado en contribuir anualmente con el adelantamiento del ERFEN en el Sudeste Pacífico³⁵⁷.

Para la ubicación de las estaciones oceanográficas se utilizó un GPS, el cual permitió establecer las coordenadas geográficas de las áreas de estudio. De igual forma, para la precisar la profundidad de ciertos lugares de la CPC se implemento la ecosonda digital del buque, que facilito el conocimiento de pequeñas y medias profundidades; mientras que las grandes profundidades fueron determinadas a partir del uso de la carta náutica del sector de investigación, que oriento a los científicos sobre las profundidades de los sectores de investigación en las áreas oceánicas del Pacífico colombiano.

Es importante destacar que a través de esta expedición se realizaron estudios biológicos y químicos con el objetivo de determinar el estado de contaminación por hidrocarburos de algunas zonas de la CPC, las cuales han sido afectadas durante los últimos años ha causa del vertimiento de compuestos hidrocarburos. Hecho que ha

³⁵⁵ *Ibíd.*, pp. 10-13.

³⁵⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998a. Características del Comportamiento Hidrológico y Biológico del Pacífico Colombiano Durante Mayo de 1998. Crucero Pacífico XXIX – ERFEN XXVII. Informe Técnico. Tumaco. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 1.

³⁵⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998b. Informe Crucero Oceanográfico Pacífico XXIX – ERFEN XXVII. Informe Técnico. Tumaco. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

traído consigo daños ecológicos que se evidenciaron en la muerte de fauna y flora marina, la cual tuvo como peores escenarios las zonas costeras donde se registran la mayor parte de derrames³⁵⁸.

Como se aprecia en la Tabla X, los instrumentos que se utilizaron para determinar las muestras oceanográficas fueron los mismos que se implementaron en el anterior crucero. Los cuales permitieron obtener datos oceanográficos sobre parámetros físicos, químicos, meteorológicos y biológicos de la CPC, la cual no presentó ninguna modificación en el comportamiento de las condiciones océano-atmosféricas.

Para la determinación de parámetros físicos se utilizó el CTD, botellas Niskin, XBT, etcétera; los cuales fueron arriados a una profundidad máxima de 1.000 m, en la que se obtuvo un registro estándar sobre la temperatura, conductividad y densidad del agua. A través de estos datos oceanográficos se correlacionaron la temperatura y profundidad del mar, lo cual arrojó información clave sobre el comportamiento termodinámico de la CPC; la cual para principios de este año acaba de presenciar la última fase de desarrollo del fenómeno de El Niño³⁵⁹ (Ver: Tabla 4)

Los resultados de los estudios físicos mostraron una serie de cambios en la temperatura y salinidad del Pacífico colombiano, las cuales fluctuaron a causa de las anomalías producidas por la fase final del evento cálido. El cual llevó a que el nivel promedio de la TSM oscilará entre 29° C y 30° C, mientras que la temperatura de subsuperficial del mar estuvo entre 22° C y 25° C; hecho que exhibió una leve modificación en la temperatura del mar. Por otro lado, la salinidad presentó serias variaciones con respecto al promedio regular de 30 unidades prácticas de salinidad (ups) hubo un aumento de 3 ups, esta variación estuvo ligada a la intensificación de la contracorriente Ecuatorial en el Sudeste Pacífico, la desplazó las aguas de la parte central del Pacífico ecuatorial hacia la CPC³⁶⁰.

En cuanto a los instrumentos utilizados para la determinación de parámetros químicos se destaca la adaptación de un sensor de oxígeno disuelto al CTD, el cual continuó registrando el comportamiento del oxígeno disuelto como se venía haciendo en las pasadas investigaciones. Por otra parte, parámetros como nutrientes y pH adquirieron

³⁵⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998b. Op. cit. [s.p.]

³⁵⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998a. Op. cit., p 4.

³⁶⁰ *Ibíd.*, p 6.

mayor importancia investigativa por la información que sus análisis aportaron para el conocimiento de las condiciones oceánicas del Pacífico Tropical. A partir de ésta se logro establecer que en las zonas costeras del Pacífico colombiano tiende a existir una menor demanda de oxígeno disuelto como consecuencia de la existencia de mayor numero de materia orgánica en descomposición³⁶¹.

La anterior situación posee una estrecha relación con los altos niveles de contaminación que se evidenciaron en las zonas costeras de la CPC, las cuales han padecido el vertimiento de millones de litros de aguas residuales de poblaciones costeras, además de los aportes que hacen asentamientos ribereños por medio de ríos que desembocan en el océano Pacífico. Esta situación ha incentivado al estudio bioquímico de las áreas costeras del Pacífico colombiano, las cuales durante los últimos años han presentado un incremento considerable en los niveles de contaminación marina.

Para la recolección de muestras biológicas se implementó el uso de redes simples, las cuales facilitaron el estudio y análisis de parámetros biológicos como fitoplancton y zooplancton. A través de estas investigaciones se determino la presencia de cierto tipo de microorganismos marinos como diatomeas y dinoflagelados, los cuales no pertenecen a la CPC; por el contrario son propios del Pacífico ecuatorial y por acción de las corrientes marinas durante El Niño fueron desplazados ha aguas del Pacífico colombiano. Fue así, como a partir de estos resultados se logro ratificar científicamente que los parámetros biológicos son un indicador natural de la ocurrencia de eventos cálidos, los cuales durante sus fases de desarrollo tienden a mezclar distintas corrientes de agua del océano Pacífico³⁶².

Como se aprecia en la Tabla 12, la clorofila aunque hace parte del área de investigación biológica se analiza por medio de métodos químicos. Para su recolección se utilizaron las botellas Niskin, las cuales extrajeron muestras de agua que fueron embasadas en botellas Winkler y puestas en una caja oscura para evitar el acceso de luz. Su análisis fue realizado en los laboratorios de CCCP donde los resultados permitieron observar que las zonas costeras presentan un aumento en la generación

³⁶¹ *Ibíd.*, p 13.

³⁶² MEDINA, L. Cambios en la Composición y Abundancia de la Comunidad Microalgal del Pacífico Colombiano, en Relación con el Evento 'El Niño' 97-98. **Boletín Científico CCCP**, San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1997. p 64.

del proceso de fotosíntesis como consecuencias de la gran cantidad de nutrientes que allí se encuentra y la transparencia de sus aguas, mientras que en las áreas oceánicas los niveles son mucho más bajos exhibiendo un marca diferencia con la producción de clorofila en los litorales³⁶³.

Con respecto a los estudios meteorológicos que se realizaron en esta investigación se destaca los altos niveles de nubosidad, los cuales fueron del 80% presentando durante gran parte de la expedición cielo cubierto. Pese a que la presencia del sol fue mínima no se generaron lluvias ni tormentas, hecho que facilitó y agilizó el desarrollo de las labores científicas en el buque. La temperatura ambiente estuvo bajo los registros normales presentando una oscilación de 29° C a 30° C, rango térmico que permite inducir que las condiciones oceánicas de la CPC fueron estables³⁶⁴.

Cabe señalar que esta expedición hace parte de una investigación conjunta entre los países miembros de la CPPS, los cuales desarrollan el ERFEN que busca contribuir con la determinación de las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico durante sus etapas de evolución. Desde 1975 estos estudios se vienen desarrollando con mucho éxito en el Sudeste Pacífico, dada la aplicación que han tenido para prevenir y afrontar los cambios atmosféricos y oceánicos generados por los fenómenos naturales.

Durante el segundo semestre de 1998 se llevo a cabo el crucero Pacífico XXX-ERFEN XXVIII, el cual monitoreo las condiciones océano-atmosféricas de la CPC siguiendo con el objetivo de registrar el comportamiento térmico, halino e isopícnico del océano Pacífico durante las etapas de desarrollo de un evento cálido³⁶⁵.

Durante esta expedición de realizaron estudios oceanográficos en 70 estaciones, en las cuales se determinaron parámetros físicos, químicos y meteorológicos; mientras que en 33 estaciones se recolectaron muestras biológicas y en 18 se efectuaron análisis de contaminación por hidrocarburos. A partir de los datos oceanográficos que produjo esta investigación se logro conocer el estado de las masas de agua del

³⁶³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998a. Op. cit., p 32.

³⁶⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998b. Op. cit., [s.p.]

³⁶⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998c. Datos Oceanográficos del Crucero Pacífico XXX-ERFEN XXVIII, Octubre de 1998 a bordo del ARC Malpelo. Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

Pacífico Tropical y los niveles de contaminación que éste presenta en distintas zonas de muestreo. Al igual que la anterior expedición se estableció que el sector con mayores índices de contaminación fue el costero, presentando como factor común el vertimiento de compuestos bioquímicos³⁶⁶.

Preocupados por los altos niveles de contaminación que presento el Pacífico colombiano, el CCCP y ECOPETROL firmaron un convenio interinstitucional a través del cual se comprometieron a ejecutar investigaciones bioquímicas en la ensenada de Tumaco. Estos estudios científicos corroboraron el crítico estado de contaminación en que se encontraba la bahía, la cual tuvo como pico más alto en el sector denominado El Pindo. Los resultados de este trabajo permitieron identificar ciertos factores directos de contaminación como: derrames que se han presentado en el Terminal Convencional Multiboya de ECOPETROL; residuos de hidrocarburos provenientes de las aguas de sentinas de motonaves que son vertidas directamente al medio marino; aportes que llegan a través del río Mira, cuando se presentan daños en el oleoducto trasandino que libera grandes cantidades de petróleo que son transportados por arroyos y riachuelos que depositan sus aguas en el océano Pacífico. El análisis sedimentológico del área de estudio permitió determinar que los actuales niveles de contaminación marina no superan los registros históricos, pero amenazan con incrementarse si no se toman medidas preventivas frente a esta situación³⁶⁷.

En este crucero no se presentó ninguna modificación en la implementación de equipos oceanográficos. Como se aprecia en la Tabla 10, instrumentos técnicos como el CTD, las botellas Niskin, las redes simples, etcétera; siguieron usándose para determinar los parámetros oceanográficos, los cuales mantuvieron una continuidad de desarrollo con respecto a los ejecutados en pasadas expediciones. Esta secuencia investigativa es indispensable para precisar el estado regular de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC durante 34 años de trabajo científico. En los cuales se han aportado información oceanográfica a una base de datos importantísima para determinar y hacer estudios sobre el comportamiento interanual del océano Pacífico³⁶⁸.

³⁶⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁶⁷ CASANOVA, R. Evaluación de los Niveles de Hidrocarburos Aromáticos Totales en Sedimentos de la Ensenada de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1998, pp. 78-80.

³⁶⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998c. Op. cit., [s.p.].

Los resultados que arrojaron los datos oceanográficos obtenidos en esta expedición presentan cambios en la temperatura y la salinidad del mar, las cuales disminuyeron considerablemente como consecuencias del enfriamiento de las aguas de la CPC. Como se observa en la Tabla 9, desde mitad de año se viene desarrollando en el océano Pacífico un evento frío, el cual ha modificado por completo la termodinámica de las masas de agua que se desplazan por el Pacífico Tropical. Hecho que ha influido notablemente en la migración de peces y la variación climática de las zonas continentales del Sudoeste Pacífico, las cuales han experimentado altos niveles de pluviosidad³⁶⁹.

Con respecto a la determinación de parámetros químicos y biológicos se evidenciaron cambios en la obtención de los resultados oceanográficos producto de la generación de La Niña, la cual produjo la mezcla de corrientes marinas que desplazaron millones de microorganismos por todo el Sudeste del océano Pacífico; situación que permitió detectar la ocurrencia de este fenómeno natural en su etapa de inicio. Cabe destacar que las modificaciones océano-atmosféricas que sufrió la CPC, afectó directamente a miles de familias costeras del Pacífico colombiano las cuales viven de la producción pesquera³⁷⁰.

Los estudios que hasta el momento se han realizado en los últimos cruceros oceanográficos indican que este evento frío se prolongará hasta el próximo año, como consecuencias del ciclo natural que se viene desarrollando desde 1996 con la ocurrencia periódica de fenómenos naturales en el océano Pacífico. Los cuales manifiestan la necesidad de proseguir con el desarrollo de investigaciones oceanográficas que permitan determinar periódicamente las condiciones océano-atmosféricas de la CPC³⁷¹.

En 1999 se realizó el crucero Pacífico XXXI-ERFEN XXIX en el océano Pacífico, a través del cual se monitoreo las condiciones océano-atmosféricas con el propósito de determinar el comportamiento de la CPC. La cual para esta fecha experimento ciertos

³⁶⁹ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁷⁰ CAMACHO, G. Seguimiento a la Evolución de los Eventos La Niña-El Niño-La Niña Durante el Periodo Oct/96-Oct/98 Mediante la Variación Térmica de las Masas de Agua en la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC). **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1998, pp. 50-53.

³⁷¹ CAMACHO, G. Op. cit., pp. 51-55.

cambios en el comportamiento del mar como consecuencia del desarrollo de un evento frío, el cual se encontraba en su etapa de madurez³⁷².

Durante esta expedición se ejecutaron estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos en el Pacífico colombiano; los cuales fueron realizados en 88 estaciones oceanográficas. Los parámetros físicos y meteorológicos se determinaron en todas las estaciones, mientras que sólo en 23 se recolectaron muestras para efectuar análisis químicos y biológicos de la CPC³⁷³.

Como se observa en la Tabla 10, para determinar las condiciones físicas del océano Pacífico se utilizaron instrumentos técnicos como el CTD, botellas Niskin, correntómetro y el XBT. A partir de estos equipos se determinaron parámetros físicos como la temperatura, salinidad y oleaje; los cuales fueron indispensables para conocer las condiciones oceánicas del Pacífico Sudeste.

Dada las condiciones oceánicas que el Pacífico Tropical presentó durante el primer semestre de este año, la temperatura superficial del mar disminuyó drásticamente pasando de 30° C a 26° C, situación que ratificó el desarrollo del ciclo más intenso de La Niña. El cual también modificó los niveles de salinidad del mar, que fluctuaron de 26 ups a 28 ups; registros que señalan claramente las variaciones que experimentaron las condiciones océano-atmosféricas de la CPC³⁷⁴.

Con relación a los estudios químicos que se adelantaron en esta investigación se destaca la continuidad en la utilización de las botellas Niskin y la determinación de parámetros oceanográficos. Los cuales como se aprecia en la Tabla 12, son los mismos que se han desarrollado en pasadas expediciones para precisar los compuestos químicos que se encuentran en las muestras de agua. A partir de estos análisis se pudo determinar que las mayores concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran en estaciones próximas al litoral, mientras que los niveles más bajos se ubican en las costas donde se depositan grandes cantidades de materia orgánica en

³⁷² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1999a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXXI-ERFEN XXIX (Mayo de 1999). Informe Técnico: [s.l.e]: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

³⁷³ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁷⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

descomposición, la cual proviene de las comunidades afrocolombianas que se localizan en el Sur de Colombia³⁷⁵.

Para el desarrollo de los estudios biológicos se utilizaron redes simples las cuales permitieron obtener muestras de plancton, por medio de las cuales se determinaron parámetros oceanográficos como el fitoplancton y el zooplancton. Como se aprecia en la Tabla 12, la determinación de clorofila hace parte de un proceso investigativo que se inicio en 1994 y busca obtener de manera integra datos oceanográficos sobre las condiciones biológicas de la CPC, los cuales permitan determinar la producción orgánica y generación de fenómenos naturales en el océano Pacífico³⁷⁶.

Con respecto a los parámetros meteorológicos que se tomaron durante la expedición se pudo establecer que las condiciones atmosféricas del Pacífico colombiano presentaron pequeños cambios en la temperatura ambiente, la cual oscilo entre 26° C y 28° C; situación que estuvo relacionada con los altos niveles de nubosidad, pluviosidad y fuertes vientos en la CPC.

A través de expediciones oceanográficas que se realizaron en este período se pudo obtener datos oceanográficos sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, la cual durante 1996 experimento la generación de evento frío. El cual permitió obtener información científica sobre el comportamiento, las etapas y los cambios que La Niña produce sobre el océano Pacífico; subrayando su gran parecido con los efectos que causa El Niño sobre el Pacífico Tropical, los cuales se manifiestan en el comportamiento del océano y la variación del clima en el continente.

Para 1997 se realizaron dos cruceros oceanográficos que estuvieron dirigidos a determinar las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico durante el desarrollo de un evento cálido. Hecho que fue importantísimo para identificar las fases de desarrollo del fenómeno y pronosticar cambios climáticos en el interior del país, el cual para este año experimento condiciones atmosféricas anómalas que afectaron todos los sectores productivos de la Nación. Pese a que la información suministrada por estas investigaciones fue vital para disminuir pérdidas humanas y materiales, el

³⁷⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁷⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

fuerte impacto de El Niño develó la incapacidad de los cuerpos de emergencia para cubrir la situación y la necesidad de realizar permanentes monitoreos sobre la CPC.

De igual para 1998 el océano Pacífico siguió presentando cambios océano-atmosféricos que obedecieron a la generación de otro evento frío, el cual modificó por completo el comportamiento de las masas de agua y afectó considerablemente las poblaciones costeras del Sudoeste Pacífico, donde se presentaron fuertes precipitaciones e inundaciones; hecho produjo grandes consecuencias en el continente asiático y causó innumerables pérdidas materiales en el mundo. Los efectos que este fenómeno causó sobre el Sudeste Pacífico fue relevante pero nunca alcanzó la magnitud que tuvo en Oriente.

Como se observa en este quinquenio las investigaciones oceanográficas han estado orientadas a aportar información científica de las etapas de evolución de los fenómenos naturales y los cambios océano-atmosféricos que éstos producen en el océano Pacífico, y sus posteriores efectos en las zonas continentales. Situación que ha despertado el interés de la CPPS, instituciones de investigación marina y gobiernos por producir estudios oceanográficos que les permitan predeterminar la generación de este tipo de eventos que perjudican a todo el globo.

Tabla 10. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 1995-1999.

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
Pacífico XXV-ERFEN XXIII 1996	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples • Flujómetro
Pacífico XXVI-ERFEN XXIV	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
1996	<ul style="list-style-type: none"> • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujómetro
Pacífico XXVII-ERFEN XXV 1997	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTDO • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples • Flujómetro
Pacífico XXVIII-ERFEN XXVI 1997	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples • Flujómetro
Pacífico XXIX-ERFEN XXVII 1998	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples • Flujómetro
Pacífico XXX-ERFEN XXVIII 1998	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes Simples • Flujómetro

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
	<ul style="list-style-type: none"> • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 		
Pacífico XXXI-ERFEN XXIX 1999	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simples • Flujómetro

Fuente: Autor del proyecto

2.7. CONTINUIDAD INVESTIGATIVA (2000-2004)

Las investigaciones oceanográficas que se efectuaron en este período se caracterizaron por estar dirigidas a determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, durante el desarrollo de fenómenos naturales. Los cuales durante este quinquenio no presentaron marcadas etapas de desarrollo, por el contrario los cambios atmosféricos que se presentaron fueron leves y cortos.

En el 2000 se llevó a cabo el crucero Pacífico XXXII-ERFEN XXX, el cual tuvo como principal objetivo monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, las cuales durante el primer semestre del año cambiaron como consecuencia de la producción de un evento frío. El cual modificó el comportamiento del océano Pacífico y alteró el estado atmosférico de las zonas continentales, que presentaron un desorden climático donde predominó el cielo cubierto y las fuertes precipitaciones³⁷⁷.

³⁷⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2000a. Informe Crucero Oceanográfico Pacífico XXXII-ERFEN XXX, Mayo de 2000. Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

Esta expedición fue realizada a bordo del ARC Gorgona, buque balizador³⁷⁸ que fue adaptado para realizar investigaciones oceanográficas en el Pacífico colombiano. Su utilización se produjo por la entrada a astilleros del ARC Providencia, al cual se le hicieron reparaciones mayores; mientras que el ARC Malpelo se encontró inhabilitado por estar realizando actividades de competencia de la Armada Nacional. Razón por la cual, el crucero oceanográfico del 2000 fue realizado por primera vez en el ARC Gorgona, el cual suscitó muchos problemas a la hora de ejecutar maniobras de recolección de muestras. Dada la dificultad que representó adecuar espacios para la ubicación de laboratorios científicos e instalar equipos oceanográficos, que facilitarían el desarrollo de las labores científicas³⁷⁹.

De esta manera la investigación oceanográfica sufrió retrasos e inconvenientes a causa del mal funcionamiento del winche oceanográfico que impidió bajar instrumentos técnicos a cierta profundidades, hecho que ocasionó la no determinación de algunos parámetros oceanográficos. Además las jornadas investigativas se tornaron más larga y demoradas por la menor capacidad de velocidad del buque, situación que prolongo el tiempo de desarrollo de la expedición a 24 días de trabajo.

Durante este crucero se adelantaron estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos en 66 estaciones de la CPC, a partir de los cuales se determinaron las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico. Como se observa en la Tabla XI, los parámetros físicos fueron registrados por medio del CTD, el cual sólo grabo datos oceanográficos a una profundidad de 600 m hasta donde fue seguro arriar el equipo. Los resultados que se obtuvieron permiten establecer que la TSM en el Sudoeste del Pacífico colombiano disminuyó de 28° C a 25° C, mientras que en el sector Noroeste osciló entre 27° C y 28° C. Situación que evidenció la llegada de aguas frías proveniente del Pacífico Oriental. Las cuales como se había pronosticado afecto notablemente el comportamiento de las masas de agua y modificó las condiciones atmosféricas de las zonas costeras³⁸⁰.

Por otra parte también se resalta el incremento de los niveles de salinidad del mar, los cuales durante este fenómeno se dispararon considerablemente pasando de un

³⁷⁸ Plataforma que es utilizada para realizar señalización marítima en puertos y lugares peligrosos

³⁷⁹ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸⁰ *Ibíd.*, [s.p.].

porcentaje de 29 ups a 34 ups, los sectores donde más intenso se mostró el cambio oceánico fue en el Sudoeste donde las concentraciones salinas fueron de 33 ups a 34 ups; mientras que en el Noroeste la salinidad fue más estable, presentando promedios de 29 ups y 30 ups. Estos cambios en la composición de las aguas causaron el desplazamiento de peces del Sudeste al Noreste del océano Pacífico, situación que se evidenció en la baja producción pesquera que durante estos meses experimentaron países como Chile y Perú³⁸¹.

Para la determinación de los estudios químicos se conservó la utilización de las botellas Niskin, al igual que el método de análisis Winkler. Los cuales fueron indispensables para identificar variaciones en las concentraciones de los compuestos químicos, que son un indicador de los cambios oceánicos. Como se aprecia en la Tabla 12, durante esta investigación se desarrollaron parámetros químicos como oxígeno disuelto, nutrientes y PH; los cuales permitieron identificar los sectores de la CPC donde los cambios océano-atmosféricos fueron más severos y su relación con los resultados de los datos oceanográficos³⁸².

En el caso del oxígeno disuelto se pudo determinar que las mayores concentraciones de este parámetro se ubicaron al Noreste del Pacífico colombiano donde se registraron valores de 6.2 a 6.4 ml/l, los cuales fueron los más altos en la CPC. En comparación con los obtenidos en la parte central con valores entre 5.8 y 6.2 ml/l, mientras que en el sector Sur las concentraciones oscilaron de 4 a 5.5 ml/l. Estos resultados afirmaron los obtenidos con los registros de temperatura, los cuales señalaron que la zona Norte fue donde se presentaron los cambios océano-atmosféricos más intensos como consecuencia de la generación de un evento frío³⁸³.

La recolección de las muestras biológicas se realizaron a partir del uso de redes simples, las cuales permitieron determinar parámetros como fitoplancton y zooplancton. Para el desarrollo de estos estudios se aplicó la técnica de arrastre superficial a profundidades estándar de 0, 25, 50, 75, 100 y 150 m; en las cuales se apreciaron diferencias en la cantidad y el tipo de microorganismos marinos. Como se aprecia en la Tabla XII, las investigaciones planctónicas cada vez adquieren mayor importancia en el desarrollo de los cruceros oceanográficos, pues permiten conocer la abundancia

³⁸¹ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸² *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸³ *Ibíd.*, [s.p.].

y los ciclos de producción del océano Pacífico. Además se resalta su valor científico al momento de establecer la generación y etapas de desarrollo de un fenómeno natural, los cuales como bien se conocen mezclan y cambian la dirección de las corrientes de agua provocando el desplazamiento de animales y vegetales marinos³⁸⁴.

Con base en la determinación de clorofila se prosiguió con la implementación de las botellas Niskin, las cuales recolectaron muestras de agua en 33 estaciones oceanográficas a distintas profundidades. El volumen de agua obtenido es pasado por un set de filtración, el cual retiene un mayor número células marinas que después de acabado el proceso de extracción son guardadas en sobres de papel aluminio para luego ser conservados y transportados a laboratorios en tierra³⁸⁵.

En el desarrollo de este crucero se destaca la ejecución de estudios meteorológicos en los cuales se establecieron cambios atmosféricos en la CPC, parámetros como la temperatura del aire, nubosidad, dirección y velocidad del viento; permiten identificar leves variaciones como consecuencia de la fase final de un evento cálido. El comportamiento de la temperatura ambiente se ubico entre 24° C y 27° C, indicando una leve disminución con respecto al promedio normal; lo cual estuvo ligado a la presencia de cielo semicubierto y el aumento en la intensidad de los vientos. Situación que se vio reflejada en el estado del clima del continente, el cual exhibió pequeños cambios en los niveles de temperatura y pluviosidad³⁸⁶.

Durante el segundo semestre del 2000 se realizó el crucero Pacífico XXXIII-ERFEN XXXI, el cual monitoreo las condiciones océano-atmosféricos del Pacífico colombiano. Con el fin de determinar el comportamiento oceánico del Sudeste Pacífico durante el desarrollo de un fenómeno natural, el cual como se puede apreciar en esta expedición se presenta por etapas y manifiesta ciertos cambios atmosféricos propios de sus características³⁸⁷.

En esta expedición se llevaron a cabo estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos de la CPC, los cuales buscaron identificar las modificaciones

³⁸⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

³⁸⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2000b. Informe Crucero Oceanográfico Pacífico XXXIII-ERFEN XXXI, Noviembre-Diciembre de 2000. Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 1

oceánicas que La Niña produjo sobre el océano Pacífico. Como se aprecia en la Tabla 9, para el mes de diciembre en el Pacífico Tropical se generaron cambios océano-atmosféricos como consecuencia de un evento frío. Hecho que casualmente coincidió con la ejecución de las actividades investigativas del crucero, las cuales determinaron el estado del Pacífico colombiano durante la fase inicial del fenómeno³⁸⁸.

En cuanto a los instrumentos técnicos utilizados para determinar parámetros oceanográficos no se presentó ninguna modificación con respecto a los implementados en anteriores expediciones. Por el contrario, la utilización de equipos como el CTD permitió registrar el nivel de concentración del oxígeno disuelto y la salinidad, presentando marcadas diferencias entre algunos sectores de la CPC. Situación que ratificó el comienzo de un evento frío, que como suele ocurrir arranca con la entrada de corrientes de aguas frías provenientes del Sudoeste Pacífico que se inserta y mezclan con las del Sudeste Pacífico, avanzando de Sur a Norte hasta cumplir todo el ciclo de desarrollo del evento³⁸⁹.

A lo largo de esta investigación se estudiaron 56 estaciones oceanográficas en las cuales se determinaron parámetros físicos y meteorológicos, mientras que sólo en 23 estaciones se tomaron muestras de agua para realizar estudios químicos y biológicos. Como se observa en la Figura 19, históricamente se presenta un predominio científico en el desarrollo de ciertas áreas investigativas, que son fundamentales para establecer las condiciones océano-atmosférica del océano Pacífico. A través de la elaboración de perfiles de temperatura – salinidad, temperatura – profundidad, salinidad – profundidad y densidad – profundidad; se han creado curvas de predominio que indican el comportamiento del océano en cierto espacio-tiempo, lo cual es fundamental para identificar las fases y tipo de fenómeno natural que se está gestando en la CPC³⁹⁰.

Este crucero oceanográfico fue realizado a bordo del buque ARC Providencia, el cual llegó a Tumaco los primeros días de noviembre para iniciar su travesía investigativa por el Pacífico colombiano. Como se aprecia en la Figura 4, esta embarcación se encuentra en perfectas condiciones después de haber sido reparado y está bajo la responsabilidad de la Armada Nacional que lo comparte para la realización de actividades de carácter científico.

³⁸⁸ *Ibíd.*, p 1.

³⁸⁹ *Ibíd.*, p 2.

³⁹⁰ *Ibíd.*, p 1.

Con base en la determinación de parámetros físicos se estableció que las condiciones más anómalas en la CPC, se presentaron en el Sudoeste del Pacífico colombiano donde los registros de la TSM bajaron de 27.8° C a 24.8° C, mientras que en las zonas Norte y centro los niveles térmicos oscilaron entre 26.6° C y 27.8° C; hecho que también se observa en la jurisdicción marítima de Ecuador donde el comportamiento oceánico ha variado considerablemente presentado temperaturas que fluctúan de 22° C a 26° C, lo cual deja al descubierto las alteraciones que experimentó todo el Sudeste Pacífico a causa de La Niña³⁹¹.

Partiendo de lo anterior hay que añadir que los efectos del fenómeno se evidenciaron en otros parámetros oceanográficos, la salinidad en el Suroeste presentó concentraciones de 33 ups exhibiendo altos registros en comparación con los presentados en el noroeste de la CPC, donde las concentraciones se estacionaron en 31 ups. De igual manera también se destaca la determinación de las concentraciones de oxígeno disuelto más altas durante el año, las cuales oscilaron entre 6.7 y 6.8 mg/l ubicándose hacia el Sur del Pacífico colombiano. Hecho que según los científicos del CCCP obedecen al desplazamiento de corrientes frías que suben por Chile, Perú, Ecuador y reposan en el Pacífico Tropical, causando en este sector oceánico un efecto tardío³⁹².

Los estudios biológicos que se efectuaron en esta expedición presentaron resultados favorables, mostrando una abundancia de fauna y flora marina en sectores oceánicos como la isla Malpelo donde se encuentra una gran variedad de recurso íctico; lo cual contrasta con las estaciones costeras donde factores como la contaminación por hidrocarburos y aguas servidas han disminuido considerablemente la producción de organismos marinos. Situación que ha alertado a las autoridades locales sobre los daños y perjuicio que esto causa a los ecosistemas marinos, y sus repercusiones para la salud de la población. Razón por la cual, se han puesto en marcha estudios de análisis sedimentológicos que permitan identificar los niveles de contaminación del agua en lugares como la bahía de Tumaco y Buenaventura, las cuales son los dos grandes focos de contaminación más críticos en el Pacífico colombiano³⁹³.

³⁹¹ *Ibíd.*, p 6

³⁹² *Ibíd.*, p 9.

³⁹³ *Ibíd.*, pp. 11-12.

Para el 2001 se llevó a cabo el crucero Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII, el cual prosiguió con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. La cual durante los últimos años ha presentado variaciones oceánicas producto de la generación de fenómenos naturales, los cuales han llamado el interés de la DIMAR por poseer información oceanográfica sobre sus efectos en el Pacífico Tropical³⁹⁴.

El principal objetivo de esta investigación es determinar parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos del Pacífico colombiano e identificar su relación con la producción de un evento ENOS. A partir de los resultados obtenidos en estas áreas de investigación se pretende correlacionar los parámetros oceanográficos para determinar el comportamiento del océano durante ciertas épocas del año donde se registran el inicio de fenómenos naturales³⁹⁵.

Cabe destacar que en esta expedición no se presentó ningún cambio en la implementación de equipos oceanográficos, los cuales fueron los mismos que se utilizaron en el pasado quinquenio. Como se observa en la Tabla 11, instrumentos técnicos como el CTD, botellas Niskin, XBT, redes Bongo, etcétera; permitieron determinar las condiciones físicas, químicas y biológicas de la CPC durante ciertos períodos del año, en los que se pronosticó la generación de eventos cálidos o fríos³⁹⁶.

Durante este crucero se estudiaron 60 estaciones oceanográficas, en las cuales se desarrollaron parámetros físicos y meteorológicos por su importancia para establecer cambios en las condiciones océano-atmosféricas; mientras que sólo en 32 estaciones del Pacífico colombiano se efectuaron parámetros químicos y biológicos, los cuales fueron indispensables para proseguir investigando el estado de contaminación de las zonas costeras³⁹⁷.

La toma de registros físicos se logró realizar a una profundidad de 800 m, distancia hasta donde el winche oceanográfico permitió bajar los instrumentos técnicos. Los cuales aportaron datos oceanográficos sobre la TSM, la cual presentó valores inferiores a los 26.5° C en la zona Sur, mientras que para el sector Norte y costero fue

³⁹⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2001a. Informe Preliminar Crucero Oceanográfico Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII, Junio de 2001. Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

³⁹⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

³⁹⁶ *Ibíd.*, [s.p.]

³⁹⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

de 28° C a 30° C preservando un nivel estable. De esta manera la CPC evidenció la presencia de aguas frías, que hicieron parte de la etapa final de la Niña que termino los primeros meses de este año³⁹⁸.

Por otro lado, los valores de la salinidad a nivel superficial oscilaron entre 30.8 y 33.6 ups en toda la CPC; presentando los registros más altos en la zona Suroeste con valores que van de 33.4 a 33.6 ups, mientras que los más bajos se encontraron en el sector costero con valores que oscilaron entre 30.8 y 32 ups. Estos datos oceanográficos permitieron determinar las zonas que fueron afectadas con la entrada de aguas frías en el Pacífico colombiano, las cuales modificaron el comportamiento del océano.

Para el estudio químico de la CPC se utilizaron las botellas Niskin, las cuales recolectaron muestras de agua a una profundidad estándar de 0, 25, 50, 75, 100 y 125 m; las cuales permitieron determinar parámetros como nitratos, nitritos, sulfatos, silicatos, oxígeno disuelto, etcétera. Estudios que aportaron información relevante sobre la distribución de las concentraciones de nutrientes y oxígeno disuelto en el Pacífico colombiano, las cuales experimentan pequeñas diferencia entre las áreas oceánicas y costeras. Hacia el Sudeste de la CPC se presentaron concentraciones de oxígeno disuelto de 6.5 mg/l, mientras que en el litoral se evidenciaron valores entre 6.4 y 6.5 mg/l, situación que exhibió la estabilidad en las concentraciones del mar durante la etapa de desvanecimiento del evento cálido³⁹⁹.

Los parámetros biológicos que se determinaron en esta investigación fueron fitoplancton, zooplancton, y clorofilas, los cuales se determinaron a partir de la recolección de muestras con redes simples y botellas Niskin. Instrumento técnicos que han sido esenciales durante estos últimos 10 años para conocer la abundancia y los ciclos de vida de los peces. Para la toma de muestras de plancton el buque debe disminuir su velocidad a 3 nudos durante 10 minutos, hecho que permite que se realice una técnica superficial de arrastre donde las redes colectan muestras de organismo animales y vegetales. Las cuales una vez terminada la labor científica son extraídas y embasadas en botellas de plástico de 200 ml de formalina al 4% y 5 ml de

³⁹⁸ *Ibíd.*, [s.p.]

³⁹⁹ *Ibíd.*, [s.p.]

solución de lugol, para después ser conservan a -20° C para su análisis en laboratorio⁴⁰⁰.

La determinación de clorofilas se obtuvo a partir del uso de botellas Niskin, las cuales permitieron recolectar muestras de agua a distintas profundidades, las cuales fueron extraídas y embasadas en botellas Winkler para luego ser guardadas en un cuarto oscuro y transportadas a los laboratorios del CCCP; donde se analizaron las muestra y se establecieron los niveles de turbidez, y fotosíntesis en ciertos sectores oceánicos⁴⁰¹.

En cuanto a los estudios meteorológicos que se realizaron en la CPC, se logró establecer algunos cambios en las condiciones atmosféricas donde se resalta el descenso en la temperatura del aire, la cual osciló entre 25.5° C y 26.5° C; presentando un cambio bastante drástico con respecto a los registros obtenidos en pasadas expediciones, hecho que permite identificar algunos efectos posteriores de La Niña a su paso por el océano Pacífico⁴⁰².

En el segundo semestre del 2001 se realizó el crucero Pacífico XXXV-ERFEN XXXIII, el cual continuó con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Las cuales para este período presentaron algunas secuelas oceánicas como consecuencia del evento frío que se produjo a finales del 2000 y se desarrollo durante el primer semestre de este año. Situación que influyó directamente en los resultados de los datos oceanográficos que evidenciaron marcadas variaciones en la determinación de los parámetros investigativos⁴⁰³.

A través de esta expedición se determino la presencia de la corriente Humbolt hacia la parte Sur de la CPC, la cual transporta aguas frías y salinas que son protagonistas durante la generación de un evento frío. De esta manera se aprecia como después de ocurrido un fenómeno natural quedan restos de los cambios océano-atmosféricos que se producen, los cuales demoran meses en desaparecer en el océano. Por tal razón,

⁴⁰⁰ *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁰¹ *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁰² *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁰³ Centro Control Contaminación del Pacífico. Condiciones Oceanográficas Durante Agosto-Septiembre de 2001 en la Cuenca del Pacífico Colombiano. En: Estudio de las Condiciones Oceanográficas, Meteorológicas y Biológicas en las Cuenca del Pacífico Colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2001. p 16.

la investigación pretende interpretar y registrar el estado del Pacífico colombiano en el transcurso de la fase posterior al fenómeno natural⁴⁰⁴.

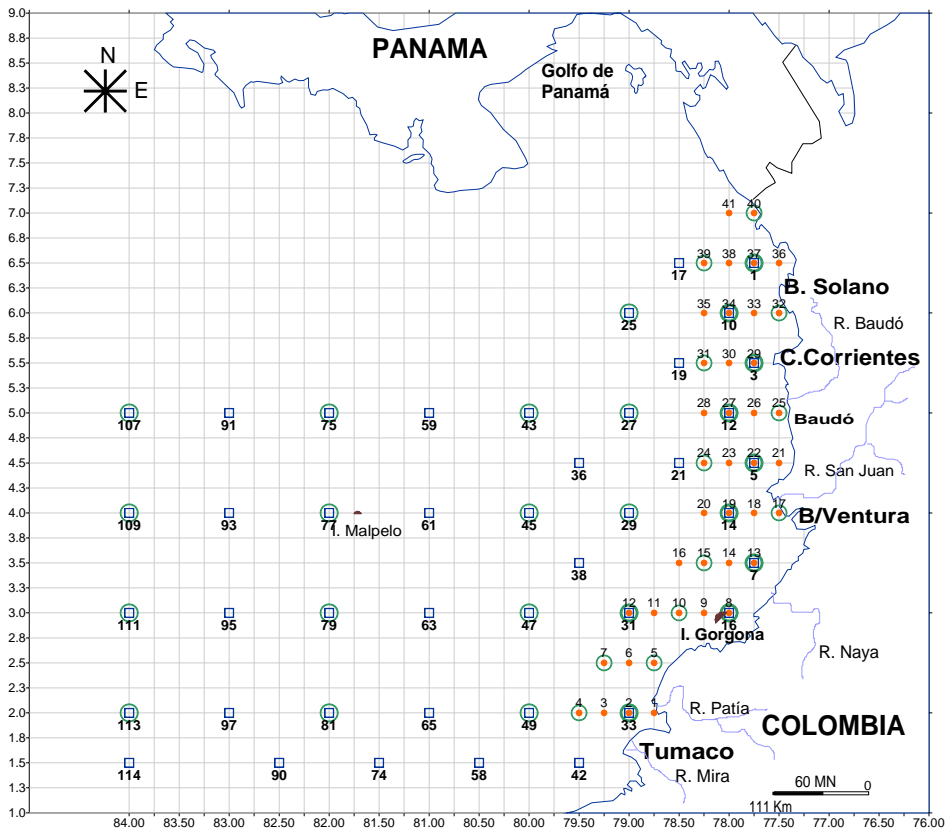
Como se aprecia en la Tabla 12, en este crucero se realizaron estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos en la CPC, los cuales hacen parte de un proceso investigativo que busca determinar las condiciones oceánicas del Pacífico Tropical y establecer la distribución, abundancia y composición de la comunidad planctónica en el Pacífico colombiano. Hecho que representa un interés investigativo internacional enmarcado en el desarrollo del ERFEN y otro nacional, dirigido a identificar los recursos marítimos de la Nación, los cuales aún son desconocidos y carecen de estudios⁴⁰⁵.

Como se observa en la Figura 44, las estaciones oceanográficas que se analizaron en esta expedición se caracterizaron porque en 41 de ellas se ejecutaron parámetros físicos, químicos y meteorológicos, mientras que sólo en 31 se determinaron estudios biológicos. Situación que refleja el principal interés de las investigaciones oceanográficas por precisar las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, que como suele ocurrir presenta cambios interanuales que desencadenan en fenómenos naturales.

⁴⁰⁴ *Ibíd.* p 1.

⁴⁰⁵ *Ibíd.*, p 2.

Figura 44. Estaciones oceanográficas en la Cuenca Pacífica Colombiana.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

En cuanto a la implementación de los equipos oceanográficos se presentó un cambio en la reutilización de un CTDO marca Seabird, el cual desde 1997 había suspendido sus operaciones por la entrada en funcionamiento del CTD. Como se observa en la Tabla XI, el CTD fue utilizado para determinar parámetros físicos de la CPC como temperatura, salinidad, conductividad y densidad; mientras que el CTDO fue usado para obtener registros de oxígeno disuelto a distintas profundidades, parámetro que permitió complementar el desarrollo de las investigaciones químicas. Las cuales siguieron siendo determinadas a partir del análisis de muestras de agua recolectadas en botellas Niskin de 2 ml a profundidades estándar de 0, 25, 50, 75, 100 m⁴⁰⁶.

Con relación a los instrumentos técnicos que se emplearon para recolectar muestras biológicas no se evidenció ningún cambio, éstos fueron los mismos de pasadas

⁴⁰⁶ *Ibíd.*, p 3.

expediciones oceanográficas. Por tal razón, la determinación de parámetros como fitoplancton y zooplancton se prosiguió recolectando con redes simples; mientras que los de clorofilas se ejecutaron por medio de las botellas Niskin y se analizaron a través del método Winkler⁴⁰⁷.

Para el posicionamiento de las estaciones oceanográficas se utilizó un GPS marca FURUNO modelo GP-70, el cual permitió ubicar las grillas de investigación con tan sólo un margen de error de 0.001 de Mn. Por otra parte, el establecimiento de parámetros meteorológicos como velocidad y dirección del viento se determinó a partir de un anemómetro portátil marca Kalhsico, el cual fue empleado de manera sencilla en cada estación para obtener datos sobre las condiciones atmosféricas del océano Pacífico.

De igual manera para el procesamiento de la información obtenida a través de los datos oceanográficos se implementó el uso de un graficador marca SURFER, el cual concedió la realización de mapas de temperatura, salinidad, corrientes y distribución de abundancia de fitoplancton y zooplancton; herramienta que fue importante para ilustrar las curvas de cambio de los diferentes parámetros determinados en el Pacífico colombiano.

Con base a los resultados que arrojaron los datos oceanográficos se pudo determinar que aún se presenta una disminución considerable en la TSM, la cual experimentó desequilibrios entre los sectores oceánicos de la CPC. La cual hacia las áreas costeras registro una TSM de 27.3° C, mientras que para las zonas del centro y Sudoeste exhibió los niveles más bajos de 25° C a 27° C. Situación que represento las anomalías océano-atmosféricas que aún manifiesta el Pacífico colombiano como consecuencia de los efectos producidos por la generación de La Niña a principios del 2000. Hecho que también se puede apreciar en la temperatura subsuperficial del mar la cual a 50 m, evidencia un descenso en los registros que oscilan entre 17° C a 20° C, manteniendo una constante hacia la baja y pronosticando la predominancia de estos registros hasta la llegada del próximo año⁴⁰⁸.

⁴⁰⁷ *Ibíd.*, p 4.

⁴⁰⁸ *Ibíd.*, p 16.

Partiendo de los resultados obtenidos en los parámetros físicos se destaca la similitud que existe entre los registros de temperatura y salinidad, los cuales son directamente proporcionales. Por ejemplo hacia el sector Sudoeste del Pacífico colombiano se presentaron los registros más bajos de TSM, situación que tuvo una estrecha relación con los niveles de salinidad que fueron de 33 ups siendo los más altos de la CPC. Mientras que en sectores como la costa los registros oscilaron entre 27 y 30 ups, evidenciando una coherencia con los resultados de la TSM que mostró sus niveles más altos. Sin duda los cambios océano-atmosféricos que se gestan en el océano Pacífico poseen una afinidad en la determinación de sus parámetros, los cuales comúnmente tienden a experimentar variaciones similares⁴⁰⁹.

Los estudios biológicos permitieron conocer el comportamiento de las comunidades fitoplanctónicas de diatomeas y dinoflagelados, las cuales según el estado del océano Pacífico modifican su composición en género y especies. En el caso de las diatomeas se logro establecer que existen un total de 162 especies agrupadas en 52 géneros y para el de dinoflagelados de 115 especies, y 31 géneros. Resultados que aportan mucho para la continuidad de estudios encaminados en determinar la abundancia de plancton durante el desarrollo de las etapas que experimenta la CPC. A partir de estas investigaciones se pudo detectar que durante un evento calido la producción celular de diatomeas disminuye, dada a que su producción es menor cuando se produce un evento cálido; mientras que los dinoflagelados presentaron sus mayores niveles de productividad durante la generación de El Niño. Situación que también se presenta de manera inversa cuando ocurre un evento frío donde las diatomeas aumentan su reproducción, mientras que los dinoflagelados la disminuyen⁴¹⁰.

En el 2002 se realizó el crucero Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV, el cual continuó con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. Las cuales durante este período aún evidencio la presencia de aguas frías, que modificaron el comportamiento del océano Pacífico y afectó el estado atmosférico del sector costero de Colombia.

En esta expedición se efectuaron estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos del Pacífico colombiano, los instrumentos técnicos que se utilizaron para determinar estos parámetros no presentaron ningún cambio o modificación; por el

⁴⁰⁹ *Ibíd.*, pp. 18-19.

⁴¹⁰ *Ibíd.*, pp. 35-36.

contrario, su implementación fue prolongada y permanente durante varios años de investigación. Como se aprecia en la Tabla XI, los equipos oceanográficos durante este período han mantenido una continuidad por la eficiencia que presentan para la ejecución de maniobras científicas, las cuales cada vez tienden a ser más precisas por la importancia que representa obtener buenas muestras oceanográficas; que estén libres de contaminación e impurezas para al momento de análisis generar resultados más rigurosos⁴¹¹.

Durante esta investigación se trabajaron 79 estaciones oceanográficas en la CPC, de las cuales en 45 se determinaron parámetros físicos, químicos y meteorológicos; mientras que en 25 se tomaron muestras biológicas mediante las cuales se pudo realizar estudios de fitoplancton, zooplancton y clorofilas. A través de estas labores científicas se establecieron las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, que como era de esperarse evidenciaron ciertas modificaciones que apuntan hacia la generación de un evento frío. Circunstancia que favorece el adelantamiento del ERFEN, pues permite incorporar nueva información oceanográfica sobre las condiciones oceánicas del Pacífico colombiano, durante la etapa inicial de un fenómeno natural. La cual en anteriores expediciones ha sido vital para pronosticar y tomar medidas preventivas que minimicen los efectos y las consecuencias sobre las zonas continentales⁴¹².

La determinación de parámetros físicos mostró una disminución somera en el establecimiento de la TSM, la cual en las zonas costeras osciló entre 26.5° C - 27° C; registro que contrasta con los obtenidos en el sector Sudoeste del Pacífico colombiano donde fue de 27.5° C – 28° C. Situación que suscita la entrada de aguas frías que se desplazan de Sur a Norte por el océano Pacífico, produciendo una leve disminución en los niveles de temperatura tanto superficial como subsuperficial del mar; que según los científicos de la expedición puede obedecer si bien a anomalías finales de un evento pasado o al comienzo de un nuevo fenómeno⁴¹³.

⁴¹¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2002a. Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV, (Febrero – Marzo de 2002). Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

⁴¹² *Ibíd.*, [s.p.].

⁴¹³ *Ibíd.*, [s.p.].

En cuanto a los niveles de salinidad se estableció una fluctuación de 30.4 - 34.2 ups, las cuales variaron según las áreas de estudio en la CPC. En el sector costero las concentraciones salinas fueron superiores a 33.4 ups, mientras que los registros de menor salinidad se ubicaron en las zonas oceánicas donde no traspasaron las 31.0 ups. Estas condiciones físicas del mar dan mayor fuerza a la idea de que se gestando la fase inicial de un fenómeno natural en el Pacífico colombiano, el cual como suele suceder al comienzo presenta pequeños cambios océano-atmosféricos para después incrementar su intensidad⁴¹⁴.

Por otra parte, los análisis de oxígeno disuelto develaron que sus valores son altos en toda la CPC como consecuencia del intercambio directo con el aire y el proceso de reaireación por turbulencia de las olas, hecho que genero una sobresaturación de este compuesto químico a nivel superficial mientras que a mayor profundidad su concentración fue descendiendo; los valores más altos se presentaron en las zonas costeras y las concentraciones más bajas se determinaron en el sector oceánico. Situación que esta asociada a los cambios atmosféricos que se producen en el Pacífico colombiano, los cuales han ido aumentado considerablemente con el paso del tiempo⁴¹⁵.

Con respecto a la toma de muestras biológicas en el Pacífico colombiano existió un inconveniente en lo relacionado a al funcionamiento del flujómetro el cual presento fallas que impidieron su adaptación en las redes recolectoras, lo cual imposibilito calcular la cantidad de agua que pasa a través de las redes. Circunstancia que obstaculizo el desarrollo de estudios cuantitativos y precipito la producción de análisis cualitativo de las muestras de fitoplancton y zooplancton.

Los estudios meteorológicos permitieron determinar que la temperatura ambiente no presento grandes variaciones durante este mes manteniéndose al margen de los registros normales, los cuales han estado oscilando entre 26° C y 28° C conservando una regularidad con respecto al promedio climático de la CPC. Por otra parte, la dirección y velocidad del viento mantuvo un predominio hacia el Noreste, curso hacia donde se dirigieron las olas del Pacífico Tropical; las cuales alcanzaron rangos de altura entre los 0.8 - 1.5 m para el área oceánica y 0.2 - 0.6 m para el sector costero.

⁴¹⁴ *Ibíd.*, [s.p.].

⁴¹⁵ *Ibíd.*, [s.p.].

Los anteriores datos oceanográficos permiten identificar cambios leves en las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, las cuales han declinado significativamente con respecto al año anterior⁴¹⁶.

Para el segundo semestre del 2002 se desarrollo el crucero Pacifico XXXVII-ERFEN XXXV, el cual tuvo como principal objetivo determinar el comportamiento de los parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos del Pacífico colombiano, con el propósito de identificar las etapas de evolución de un evento cálido⁴¹⁷.

Como se aprecia en la Tabla 11, en esta expedición no se presentó ninguna modificación con respecto a la implementación de instrumentos técnicos para la determinación de parámetros oceanográficos. Los equipos que se utilizaron fueron los mismos de las anteriores expediciones, las cuales aunque preservaron una línea investigativa dirigida ha desarrollar estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos; presentaron como común denominador la ausencia de trabajos geológicos⁴¹⁸.

De igual manera, también es importante resaltar el avance de los estudios biológicos durante la última década pues han aportado valiosos conocimientos sobre el comportamiento de la CPC. La cual ha experimentado una serie de cambios oceánicos que han sido determinados y analizados a través de parámetros como fitoplancton, zooplancton y clorofilas; los cuales han demostrado ser herramientas esenciales a la hora de establecer los tipos, ciclos y desarrollo de la vida marina.

Durante esta investigación se estableció que las condiciones océano-atmosféricas de la CPC presento algunas alteraciones, las cuales fueron producidas por la llegada de los vientos Alisios provenientes del Sudoeste Pacífico. Situación que genero el desplazamiento de aguas frías de Sur a Norte que afectaron el comportamiento oceánico del área de estudio, la cual evidenció cambios considerables en parámetros físicos como la temperatura y salinidad⁴¹⁹.

⁴¹⁶ *Ibíd.*, [s.p.].

⁴¹⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2002b. Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV, Septiembre de 2002. Informe Técnico. Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 3.

⁴¹⁸ *Ibíd.*, pp. 3-4.

⁴¹⁹ *Ibíd.*, p 3.

A través de los datos oceanográficos se pudo precisar que la TSM fluctuó en algunas zonas de la CPC, donde el proceso de enfriamiento fue mucho más intenso. En el sector costero se registro un promedio de 27° C mientras que en la zona oceánica fue de 26.5° C, hecho que indicó el desenvolvimiento de una etapa temprana del fenómeno natural. Razón por la cual, también se registraron cambios leves en las concentraciones salinas que variaron de 28 ups en la costa a 33.5 ups en los sectores oceánicos, resultado que contradice notoriamente la posibilidad de que a finales de este año se presente un evento cálido sobre las aguas del Pacífico colombiano⁴²⁰.

Con los resultados de los datos oceanográficos determinados en la CPC, se desarrollaron perfiles de temperatura y salinidad con el fin de correlacionar los cambios encontrados en cada uno de los parámetros. Ejercicio que permitió establecer la similaridad que presentan ambas variables con respecto al desplazamiento de las corrientes de aguas, las cuales a su paso por el Pacífico colombiano van modificando su comportamiento y estado atmosférico. Por ejemplo con la entrada de la corriente Humboldt a la CPC se produce periódicamente un proceso inversión de densidad,⁴²¹ que suscita la generación de cambios oceánicos y atmosféricos que generalmente concluyen en eventos fríos. Situación que durante las últimas expediciones oceanográficas ha sido estudiada para determinar las condiciones oceanográficas del océano Pacífico antes, durante y después de un fenómeno natural⁴²².

Estas investigaciones han contribuido enormemente a conocer los efectos que un evento cálido o frío causa sobre el océano y las zonas continentales. Así se aprecia que los primeros parámetros en los que se experimentan cualquier cambio son la TSM, temperatura ambiente (TA), salinidad, pluviosidad, nivel medio del mar (NMM) y la concentración de nutrientes. Por tal razón, la mayor parte de las investigaciones oceanográficas están enfocadas a estudiar las áreas física, química y meteorológica del mar; las cuales permiten determinar cualquier variación del océano Pacífico⁴²³.

⁴²⁰ *Ibíd.*, pp. 17-19.

⁴²¹ Proceso oceánico que consiste en la mezcla de corrientes de aguas frías y salinas, con otras cálidas y de menor salinidad; dinámica que genera cambios océano-atmosféricos que contribuyen al desarrollo de fenómenos naturales.

⁴²² *Ibíd.*, p 37.

⁴²³ MORALES, A. Análisis de las Condiciones Oceanográficas y Meteorológicas de la Bahía de Tumaco y su Relación con Eventos de Escala Global. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 9, diciembre de 2002. p 5.

Para el 2003 se ejecutó el crucero Pacífico XXXVIII-ERFEN XXXVI, el cual estuvo dirigido a monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, que a principios de año presento leves cambios atmosféricos que indicaban el posible desarrollo de un evento cálido. Situación que fue desmentida por los resultados que arrojaron los datos oceanográficos obtenidos durante la expedición, los cuales evidenciaron normalidad en parámetros físicos y meteorológicos⁴²⁴.

Esta investigación tuvo como principal objetivo determinar el estado oceánico y atmosférico de la CPC, clave para contribuir con el almacenamiento de información periódica sobre el Sudeste del océano Pacífico. La cual es indispensable para la DIMAR y CPPS, ya que a partir de esta se pueden identificar la generación de cambios en el océano y tomar medidas de prevención que minimicen las consecuencias de estos fenómenos naturales. Razón por la cual, el CCCP durante los últimos años ha producido estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos en el Pacífico colombiano; con la intención de conocer y comparar las condiciones océano-atmosféricas en la CPC⁴²⁵.

A través de estos estudios Colombia ha desarrollado una labor científica de importante valor nacional e internacional, pues ha participado en la producción e intercambio de datos oceanográficos internacionales. Los cuales son indispensables para decretar e informar al mundo sobre variaciones y cambios prolongados en el océano, los cuales afectan la atmósfera terrestre y causa altísimos daños a las comunidades humanas.

Durante esta expedición no se presentaron cambios en la implementación de los instrumentos técnicos, los mismos de cruceros pasados fueron utilizados para determinar el comportamiento del mar. Como se aprecia en la Tabla 11, el CTD ha sido vital para registrar parámetros físicos y químicos del océano, los cuales permiten correlacionar los niveles que presentan cada uno con respecto al promedio regular. Hecho que habitualmente se utiliza como un indicador de las variaciones océano-atmosféricas de la CPC, la cual históricamente se ha caracterizado por evidenciar modificaciones periódicas en su actividad oceánica. Desde 1970 se han registrado

⁴²⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2003a. Informe Final del Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVIII – ERFEN XXXVI y VI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, Realizado en Septiembre de 2003. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

⁴²⁵ *Ibíd.*, p 3.

más de 30 fenómenos naturales en las aguas del Sudeste Pacífico, los cuales dan muestra del estado cambiante del océano y de la relevancia que plantea estudiar este tipo de eventos⁴²⁶.

En este crucero se determinaron parámetros oceanográficos en 69 estaciones, de las cuales en 44 se realizaron estudios físicos y meteorológicos, mientras que en 25 de ellas se tomaron muestras físicas y químicas; hecho que develó el interés investigativo por establecer las condiciones oceánicas y atmosféricas de la CPC. La cual presentó pequeñas fluctuaciones en la TSM que osciló entre 27.5° C-28.5° C, en contraste con la salinidad que experimentó un rango mucho más amplio de concentración que fue de 28.9 ups-33.0 ups; lo cual permite hablar sobre un estado de normalidad de las masas de agua dejando abierta la posibilidad que en un futuro no muy lejano se produzcan fenómenos naturales⁴²⁷.

Por otra parte el análisis de las muestras biológicas ratificó la presencia de aguas frías en la CPC, pues estas sirvieron como un indicador biológico que registró la abundancia de diatomeas y dinoflagelados, los cuales necesitaron de unas condiciones océano-atmosféricas propias para su desarrollo. En el caso de las diatomeas su reproducción celular fue mucho mayor que la de dinoflagelados gracias al enfriamiento del agua, estado térmico que facilitó y agilizó este proceso natural. En cuanto a las concentraciones de clorofila en el Pacífico colombiano se presentaron variaciones con respecto a las zonas de muestreos, las cuales fueron bajas en sectores oceánicos y altas en áreas costeras; resultados que según los expertos van de la mano de la demanda bioquímica de oxígeno, la cual tiende a ser proporcional a la cantidad de vida orgánica que se encuentre a cierta profundidad⁴²⁸.

Los estudios químicos que se adelantaron durante esta expedición se realizaron a una profundidad estándar de 0, 25, 50, 75, 100 y 125 m; a la cual se determinó la distribución de oxígeno disuelto en los diferentes sectores oceánicos. Las concentraciones de la superficie del mar fueron homogéneas con valores relativamente altos, los cuales se ubicaron en la costa, el centro y el Norte de la CPC;

⁴²⁶ MORALES, A. Evolución del Evento El Niño 2002-2003 y Efectos Sobre la Cuenca del Pacífico Colombiano y la Bahía de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 10, diciembre 2003. pp. 15-20.

⁴²⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2003a. Op. cit., pp. 5-7.

⁴²⁸ *Ibíd.*, p 49.

mientras que hacia el Sur los niveles disminuyeron a causa de la generación de La Niña. El cual como suele ocurrir se presenta como más intensidad en el Sudeste del Pacífico causando cambios oceánicos más drásticos como consecuencia del desplazamiento de aguas frías de Sur a Norte⁴²⁹.

Los estudios meteorológicos denotan que durante el desarrollo de la investigación oceanográfica el cielo estuvo cubierto tanto en horas diurnas como nocturnas, lo cual favoreció el desarrollo de precipitaciones moderadas en el día y fuertes en la noche; situación que se vio reflejada en la temperatura del aire, la cual osciló entre 26° C y 27° C. A partir de esta información se identifica una notable modificación en las condiciones atmosféricas de la CPC, la cual en el segundo semestre del año manifiesto la evolución de un evento frío, el cual ha predominado a lo largo de la última década⁴³⁰.

Cabe destacar que en este año el CCCP ha desarrollado estudios biológicos y químicos sobre las aguas del Pacífico colombiano, con el fin de determinar el estado de contaminación de las zonas costeras. Las cuales históricamente han presentado problemas por vertimiento de aguas servidas y derrames de hidrocarburos, que en la actualidad vincula tanto a la población civil como a las empresas productoras de Petróleo. En el caso de Tumaco este tipo de investigación científica se requiere con rapidez y continuidad, ya que los altos niveles de contaminación así lo demuestran. Por tal razón, la DIMAR y ECOPETROL han estado de acuerdo en la elaboración de convenios interinstitucionales, con el propósito de determinar el impacto ambiental que los hidrocarburos producen sobre los ecosistemas marinos y sus repercusiones sobre las comunidades humanas⁴³¹.

Partiendo de lo anterior se subraya como principales fuentes contaminantes en el área de estudio: los derrames invisibles, Terminal petrolero, derrames continentales y buques en tránsito. Los cuales han sido letales a través de este proceso de contaminación, pues aportan un alto porcentaje de los tóxicos que van al mar y que posteriormente se depositan en las costas, produciendo daño y muerte a la fauna marina; estos factores a menudo son destacados en muchos estudios como amenazas

⁴²⁹ *Ibíd.*, p 30.

⁴³⁰ *Ibíd.*, p 46.

⁴³¹ TEJADA, E. Evaluación del Riesgo Debido a Derrame de Hidrocarburos en la Bahía de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 10, diciembre 2003. pp, 51-58.

constantes de la naturaleza, pero realmente que medidas se están tomando para disminuir sus efectos sobre los ecosistemas marinos. A través de esta investigación se busca llamar la atención de las instituciones, empresas y comunidades locales para que comprendan y participen de los controles impuestos por las autoridades marítimas para evitar y controlar este tipo de situaciones, que a diario causan pérdidas irreparables⁴³².

Para el 2004 se llevó a cabo el crucero Pacífico XXXIX – ERFEN XXXVII, el cual monitorea las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, que durante este año presentó pequeñas anomalías propias de las secuelas dejadas por la etapa final de un evento frío que se produjo durante la segunda mitad del 2003. Estas aparentemente aún persisten en algunas zonas de la CPC, donde la temperatura del mar y la salinidad presentan leves disminuciones que alertan sobre cambios más severos hacia futuro⁴³³.

Como se aprecia en la Tabla 11, esta investigación estuvo dirigida a determinar parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos. Los cuales permitan establecer los cambios oceánicos y atmosféricos que a través de este período ha presentado el Sudeste Pacífico, donde a lo largo del quinquenio ha predominado la ocurrencia de eventos fríos que modificaron de manera directa el estado de la CPC, la cual presentó cielo semicubierto y lluvias moderadas.

Según el resultado de los datos oceanográficos las el comportamiento del océano se ha mantenido bajo niveles de normalidad, exhibiendo mínimas disminuciones en la temperatura y salinidad del mar. Situación que devela las variaciones océano-atmosféricas de la CPC, la cual durante todo el año experimenta fluctuaciones que demarcan su estado evolutivo. Por ejemplo en febrero y marzo se presenta altos registros en la TSM y la salinidad, en abril y junio los niveles disminuyen, en agosto y septiembre nuevamente aumentan, y de octubre a diciembre vuelve disminuir; situación que es absolutamente normal sólo que se acentúan cuando se produce la

⁴³² *Ibíd.*, p 57.

⁴³³ Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. 2004a. Informe Final Crucero Oceanográfico Pacífico XXXIX – ERFEN XXXVII y VII Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudoeste, Realizado en Septiembre – Octubre de 2004. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

entrada y mezclas de aguas frías o cálidas provenientes de otros sectores del océano Pacífico⁴³⁴.

A través de este crucero se desarrollaron en 40 estaciones oceanográficas estudios físicos y meteorológicos, mientras que en 25 se tomaron muestras químicas y biológicas, a partir de las cuales se determinó las diferentes variantes de los parámetros oceanográficos que mostraron un promedio regular. El cual se evidencia en los registros de la TSM que osciló entre 27° C en el sector oceánico, mientras que en las zonas costeras fue de 28° C; datos que fueron correlacionados con los niveles de salinidad que mantuvieron un comportamiento a la baja en la costa con concentraciones de 29.2 ups, contra 33.6 ups en las áreas oceánicas. Situación que manifiesta la generación de distintas dinámicas marinas en el océano Pacífico, las cuales son más intensas en unos sectores dependiendo del evento que se presente⁴³⁵.

Según los resultados obtenidos en esta investigación las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano presentaron una leve disminución en parámetros físicos, químicos y meteorológicos, los cuales no permiten fundamentar el comienzo de un evento frío pero tampoco admiten la conclusión de un estado de absoluta normalidad en el comportamiento del océano. De esta manera los pronósticos de la NOAA son acertados para este año, ya que anticipaban la no generación de un evento ENOS y presagiaban la ocurrencia de pequeños cambios océano-atmosféricos en el Pacífico Tropical⁴³⁶.

Con respecto a la implementación de los instrumentos técnicos no se produjo ningún cambio en su utilización, estos fueron los mismos que se emplearon en las investigaciones oceanográficas de este quinquenio. Su continuidad se debe a la precisión que estos equipos exhiben mediante los resultados de sus datos oceanográficos, los cuales se caracterizan por presentar mínimos rangos de error que suelen ser manejables durante el procesamiento y análisis de las muestras obtenidas.

Cabe resaltar que por medio de esta expedición se buscó obtener información oceanográfica sobre determinado mes del año, del cual tan sólo se tenían algunos registros pertenecientes a estudios actuales. Razón por la cual, esta investigación se

⁴³⁴ *Ibíd.*, p 4.

⁴³⁵ *Ibíd.*, p 5.

⁴³⁶ *Ibíd.*, p 2.

programo para ser desarrollada durante el mes de septiembre, fecha en la cual se poseen pocos datos oceanográficos sobre las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. A partir de estos estudios el CCCP esta almacenando información científica sobre cada mes del año en los cuales se han realizado cruceros oceanográficos, con el propósito de crear una base de datos que le permita efectuar distintos análisis sobre el comportamiento del Pacífico colombiano durante cada etapa del año⁴³⁷.

Durante el desarrollo de este quinquenio se pudo encontrar ciertas características propias con respecto a los anteriores. Por ejemplo la primera expedición del 2000 fue la única que sea realizado a bordo de un buque balizador ARC Gorgona; el cual por las reparaciones que necesito el ARC Providencia y las ocupaciones que presento el ARC Malpelo, tuvo que ser utilizado para el desarrollo del crucero oceanográfico. Dada que la plataforma del ARC Gorgona no estaba diseñada para ejecutar maniobras de carácter investigativo, se tuvo que adaptar espacios para las actividades científicas; hecho que se vio reflejado durante el adelantamiento de las labores oceanográficas, las cuales presentaron ciertos convenientes a la hora de usar los instrumentos técnicos, pues el winche que poseía el buque no permitió que los equipos fueran bajados a más 600 m. Con base a los problemas que esto generó la DIMAR, para la realización del próximo crucero oceanográfico tomo los correctivos del caso y enfatizo en la importancia de mejorar la coordinación de actividades científicas con los centros de investigación, los cuales anualmente solicitan el préstamo de buques de investigación marina.

A través de este período todas las expediciones oceanográficas tuvieron como principal objetivo determinar la influencia de los fenómenos naturales en las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. En la cual durante 25 años se han desarrollado estudios científicos destinados a producir datos oceanográficos que aporten conocimientos sobre las diferentes etapas de evolución de El Niño, las cuales son completamente distintas. Presentando algunas características que varían como son: la periodicidad, duración, intensidad, anomalías y sectores de mayor influencia. Situación que ha sido de gran importancia científica en el ámbito nacional, pues ha permitido ostentar un registro histórico sobre los datos oceanográficos de cada crucero y comparar comportamiento del océano Pacífico a través de los años.

⁴³⁷ *Ibíd.*, p 7.

Los cruceros oceanográficos que se realizaron durante el 2001, permitieron establecer que la fuerte influencia de aguas provenientes de la corriente de Humbolt modificó drásticamente el comportamiento del océano Pacífico, generando la producción de un evento frío que afectó las condiciones oceánicas del Pacífico colombiano produciendo fuertes alteraciones de las condiciones océano-atmosféricas al Sur y leves cambios hacia el Norte de las condiciones océano-atmosféricas. De igual manera también se destacan las variaciones atmosféricas de las zonas continentales, las cuales han presentado lluvias permanentes y cambios térmicos hacia el Sur de Colombia.

De manera particular en estas expediciones oceanográficas no se desarrolló ningún parámetro geológico, por el contrario los enfoques investigativos siguieron siendo físicos, químicos y meteorológicos; demarcando un claro interés científico por determinar los cambios océano-atmosféricos del Pacífico colombiano. Desde la segunda mitad de la década de los 80 el CCCP no ha vuelto adelantar más estudios geológicos a bordo de cruceros oceanográficos, por el contrario ha persistido el basar sus intereses científicos en torno a ERFEN. El cual si bien contribuye al conocimiento del comportamiento de la CPC durante un fenómeno natural, estanca el avance una investigación oceanográfica integral que desarrolle de manera conjunta todos los campos de estudio de la Oceanografía.

Tabla 11. Instrumentos técnicos utilizados para la toma de muestras oceanográficas en el periodo de 2000-2004.

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
Pacífico XXXII- ERFEN XXX 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro
Pacífico XXXIII- ERFEN XXXI 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
	<ul style="list-style-type: none"> • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • CTD 	
Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII 2001	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTD 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro
Pacífico XXXV-ERFEN XXXIII 2001	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro
Pacífico XXXVI-EFFEN XXXIV 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Neuston • Flujómetro
Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro

Crucero oceanográfico	Equipos oceanográficos para tomar variables y datos físicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos químicos	Equipos oceanográficos para determinar variables y datos biológicos
	<ul style="list-style-type: none"> • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 		
Pacífico XXXVIII-ERFEN XXXVI 2003	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro
Pacífico XXXIX-ERFEN XXXVII 2004	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • CTD • Termómetro de cazoleta • Correntómetro • Batitermógrafo • Salinómetro de inducción Beckman RS-7B • XBT 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas Niskin • Botellas Winkler • CTDO 	<ul style="list-style-type: none"> • Red Simple • Flujómetro

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 12. Identificación de los enfoques investigativos de los cruceros oceanográficos.

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
Marzo de 1970	Pacífico I	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, densidad
			Química	Clorinidad, oxígeno disuelto, pH
			Biológica	Plancton
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, estado del

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				mar, profundidad
Febrero 13 -Marzo 11 de 1972	Pacífico II	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, densidad
			Química	Clorinidad, oxígeno disuelto
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, estado de mar, profundidad
Junio 10 - Junio 28 de 1972	Pacífico III	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad
			Química	oxígeno disuelto, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, profundidad
Enero 31 - Febrero 17 de 1975	Pacífico IV - ERFEN I	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, pH, fosfatos, nitrato, nitrito, silicato
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido estado del mar, humedad relativa, profundidad
			Biológica	Plancton, zooplancton
Abril 14 - Mayo 17 de 1976	Pacífico V - ERFEN II	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				mar, humedad relativa, profundidad
Septiembre 23 - Octubre 29 de 1976	Pacífico VI - ERFEN III	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad
Octubre 22 - Noviembre 02 de 1977	Pacífico VII	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
29 Octubre - 12 Diciembre de 1978	ERFEN IV	ARC San Andrés	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Noviembre - Diciembre de 1982	Pacífico VIII - ERFEN V	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Mayo - Junio de 1986	Pacífico IX - ERFEN VI	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, íctioplancton
			Geológica	Granulometría, relieve del lecho marino
Mayo de 1987	Pacífico X - ERFEN VII	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton
			Geológica	Granulometría, relieve del lecho marino

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
Marzo - Abril de 1988	Pacífico XII - ERFEN IX	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Noviembre de 1988	Pacífico XIII	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Marzo de 1989	Pacífico XIV - ERFEN XI	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Agosto de 1989	Pacífico XV - ERFEN XII	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Marzo - Abril 1990	Pacífico XVI	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Septiembre de 1990	Pacífico XVII	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Marzo - Abril 1991	Pacífico XVIII- ERFEN XV	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos,

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton
Septiembre -Octubre 1991	Pacífico XIX-ERFEN XVI	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, íctioplacton
Abril - Mayo 1993	ERFEN XX	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, íctioplacton

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
Septiembre - Octubre 1993	ERFEN XXI	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, íctioplacton
Noviembre de 1994	Pacífico XXIV-ERFEN XXII	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Junio de 1996	Pacífico XXV-ERFEN XXIII	No Hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa,

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton
Octubre de 1996	Pacífico XXVI-ERFEN XXIV	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Mayo de 1997	Pacífico XXVII-ERFEN XXV	No hay dato	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Noviembre de 1997	Pacífico XXVIII-ERFEN XXVI	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Mayo de 1998	Pacífico XXIX-ERFEN XXVII	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Noviembre de 1998	Pacífico XXX-ERFEN XXVIII	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Mayo de 1999	Pacífico XXXI-ERFEN XXIX	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Mayo de 2000	Pacífico XXXII-ERFEN XXX	ARC Gorgona	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Noviembre - Diciembre 2000	Pacífico XXXIII-ERFEN XXXI	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Junio - Julio 2001	Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos,

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
				nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Agosto - Septiembre de 2001	Pacífico XXXV-ERFEN XXXIII	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Febrero - Marzo de 2002	Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Sep-02	Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola

Fecha	Nombre del Crucero Oceanográfico	Buque	Área	Parámetros
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila
Sep-03	Pacífico XXXVIII-ERFEN XXXVI	ARC Malpelo	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
Sep-04	Pacífico XXXIX-ERFEN XXXVII	ARC Providencia	Física	Temperatura, salinidad, periodo de la ola, altura de la ola, dirección de la ola
			Química	Oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, nitritos, silicatos, amonio, sulfatos, pH
			Meteorología	Visibilidad del agua, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, velocidad del sonido, estado del mar, humedad relativa, profundidad.
			Biológica	Fitoplancton, zooplancton, clorofila

Fuente: Autor del proyecto

CAPITULO III

3. INSTITUCIONES, EMPRESAS Y PERSONAS EN EL DESARROLLO DE LOS CRUCEROS

La investigación oceanográfica en Colombia no posee una tradición científica como tal, por el contrario su formación a hecho parte de un proceso investigativo que en el ámbito internacional se empezó a gestar con la creación de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) en 1961, que a través de la divulgación de sus programas de investigación marina promovió en Colombia el nacimiento de la Comisión Colombiana de Oceanografía (CCO), la cual en su imagen de organo consultivo del Gobierno Nacional en materia de política oceanográfica sirvió como eje representativo de las instituciones nacionales interesadas en el desarrollo de las actividades científicas del mar. A partir de esta situación se pudo identificar las entidades que a corto y mediano plazo estaban comprometidas con el avance de los estudios oceanográficos en el país, los cuales tuvieron como primer reto la ejecución del programa 'Investigaciones del Caribe y Regiones Adyacentes', mediante el cual la Nación despertó el interés por conocer e implementar la investigación oceanográfica en su jurisdicción marítima⁴³⁸.

Desde 1970, fecha en que se realizó el primer crucero oceanográfico en el Pacífico colombiano por parte de la Dirección General Marítima y Portuaria hasta el año 2004, se observa todo un conjunto de personas e instituciones que a lo largo de este período ha participado activamente en el desarrollo de las labores científicas en el mar. Las cuales a través de 37 expediciones han exhibido el espíritu investigativo del país por conocer, explorar y explotar los recursos que le ofrece el océano. En un principio la Armada Nacional como ente encargado del cuidado y protección de los mares en Colombia, no contó con el personal capacitado ni con los equipos necesarios para realizar investigación oceanográfica en la CPC, por tal razón, sus primeros pasos en

⁴³⁸ 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. 04 Septiembre de 2006.
<http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&inf=0>.

esta Ciencia del Mar fueron lentos y pausados, hecho que reflejo el naciente ejercicio científico del país⁴³⁹.

Con el adelantamiento de las primeras expediciones oceanográficas en el Pacífico colombiano la Dirección General Marítima y Portuaria no solo incluyó el desarrollo científico del mar entre sus objetivos institucionales, sino también vinculó a personas y entidades del ámbito nacional dentro de las actividades investigativas. Las cuales atrajeron a universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales y organismos internacionales, los cuales participaron periódicamente aportando personal profesional. Como se aprecia en la Tabla 14, las universidades fueron las instituciones académicas más participativas durante el adelantamiento de los cruceros, pues ellas suplieron las necesidades que en su momento presentó la Armada Nacional en cuanto a la formación de oficiales en campos profesionales como la Biología, Química, Física, Meteorología y Geología. Los cuales fueron indispensables para la ejecución de las áreas de investigación oceanográfica que fundamentan sus estudios en la determinación de parámetros físicos, químicos, biológicos y geológicos, a través de los cuales se establecen las condiciones océano-atmosféricas del mar.

Dentro de las investigaciones oceanográficas se cuenta con un variado conjunto de profesionales encargados de desempeñar labores científicas y maniobras de mar, entre los participantes se destaca el personal perteneciente a la Armada Nacional conformado por oficiales y suboficiales, los cuales poseen carreras profesionales y técnicas en Oceanografía e Hidrografía. Generalmente las expediciones están conformadas por un mayor número de oficiales que dirigen y vigilan el adelantamiento de las labores científicas en la plataforma de investigación, las cuales requieren de una coordinación permanente entre el puente y la cubierta de trabajo donde se mantiene una comunicación constante con el fin de llevar a buen término la recolección y determinación de parámetros oceanográficos⁴⁴⁰.

⁴³⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Crucero Oceanográfico en el Pacífico Colombiano, Pacífico I – 1970, Resultados Preliminares. Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁴⁴⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. Manual de Crucero Oceanográficos: Área Operacional de Oceanografía. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2005. p. 25.

En cuanto a la participación de civiles se destaca la presencia de profesionales de diferentes instituciones del país, que durante 34 años de trabajos científicos han contribuido con el desarrollo investigativo del Pacífico colombiano. Entre estas se resaltan las universidades de la región que por su cercanía con el centro de investigación han aportado a lo largo de este proceso personal calificado en distintas áreas de las Ciencias del Mar. De igual manera, también se resalta el apoyo constante que las universidades del interior del país han brindado a través de este período, el cual ha sido importantísimo para el avance de la Oceanografía.

Los trabajos que desempeñan los civiles dentro de los cruceros se caracteriza por estar ligada al liderazgo de sus áreas de investigación, las cuales cuentan con profesionales con una alta preparación académica y experiencia laboral, que les permite desempeñar de manera apropiada las actividades científica y asumir un rol de liderazgo importante para el buen funcionamiento de la investigación. Como ha sido tradición en la Armada Nacional, los cargos de jefe de crucero y estación han estado bajo la supervisión de oficiales y suboficiales, en los cuales durante años ha recaído la responsabilidad de cuidar los equipos oceanográficos y preservar la vida de los tripulantes. Por tal razón, todos los integrantes del buque deben acatar las órdenes del jefe de crucero para evitar posibles accidentes durante la expedición, de igual manera, los jefes de cada área de investigación tienen que estar prestos a las instrucciones del jefe de estación, pues éste es el encargado de arriar e izar los equipos oceanográficos⁴⁴¹.

Durante la década del 70 la Dirección General Marítima y Portuaria desarrollo una serie de proyectos científicos destinados a establecer las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, la cual para este tiempo presento la generación de un evento cálido que modifico por completo el comportamiento del mar. Entre las investigaciones que se adelantaron se subraya la patrocinada por la Comisión Interamericana de Atún Tropical, que interesada en conocer y los efectos que sobre ellos producen los fenómenos naturales, facilito la ejecución de estudios biológicos en el Pacífico colombiano. Fue así, como la vinculación de personal para el crucero Pacífico I se oriento en gran medida hacia la participación de profesionales en Biología Marina, que

⁴⁴¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. Manual de Crucero Oceanográficos: Área Operacional de Oceanografía. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2005. p 26.

enfocaron sus estudios en determinar parámetros oceanográficos como íctioplancton, zooplancton y fitoplancton⁴⁴².

Como se observa en la Tabla 14, la participación de biólogos marinos por parte del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (INDERENA) y estudiantes de Biología de la Universidad del Valle fue mayoritaria en la expedición, hecho que reflejó el enfoque investigativo del crucero a través de los intereses de las instituciones internacionales. De igual manera, también se destaca el número de profesionales en Química y Física los cuales fueron puestos por la Armada Nacional y las universidades del Valle y Nariño, que en su papel de organismos académicos proporcionaron personal calificado para el desarrollo de estudios oceanográficos, los cuales permitieron determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC y contribuyeron con la conformación de una base de datos oceanográficos.

Los cruceros Pacífico II y III presentaron un aumento considerable en la participación de personal por parte de la Armada Nacional donde se observó una disminución notable de profesionales civiles con respecto a la pasada expedición, los cuales en esta ocasión fueron minoría frente a los oficiales y suboficiales. Como se aprecia en la Tabla XIV, hubo mayor variedad en cuanto a las profesiones de cada uno de los participantes, donde se destacaron oceanógrafos, higrógrafos, químicos, físicos, farmacéuticos, mastozoólogos y biólogos, que contribuyeron con el desarrollo del proyecto nacional denominado conocimiento de las características oceanográficas de las costas y aguas adyacentes colombianas. El tuvo como principal objetivo contribuir con la determinación de las condiciones océano-atmosféricas de los diferentes sectores de la CPC, donde la generación de fenómenos naturales se presenta con distinta intensidad⁴⁴³.

De igual manera la presencia de Capitanes de Fragata especialistas en Oceanografía y químicos evidencia la orientación investigativa de la expedición, la cual estuvo dirigida a desarrollar parámetros físicos y químicos necesarios para determinar las

⁴⁴² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1970a. Crucero Oceanográfico en el Pacífico Colombiano, Pacífico I – 1970, Resultados Preliminares. Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁴⁴³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1972a. Informe Datos Oceanográficos Pacífico II – 1972. Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Por otra parte, se observa una contradicción en los informes de cruceros donde se registro la participación de biólogos marinos y estudiantes de Biología, pero ningún lado se certifica el adelantamiento de parámetros biológicos durante la investigación⁴⁴⁴.

En 1975 se crea el Centro de Investigaciones Oceanográfico e Hidrográfico (CIOH) el cual prosigue con el desarrollo de la actividad científica en el Mar Caribe y apoya logísticamente la realización de expediciones oceanográficas en la CPC, a las cuales brindó soporte técnico e instrumental hasta el año de 1984 fecha en que se fundo el CCCP, que asumió la responsabilidad de llevar a cabo estudios oceanográficos en el Pacífico colombiano sin desligarse de la ayuda del CIOH. Fue así, como estos dos centros de investigación marina se encargaron de administrar y ejecutar las labores científicas en ambas costas de Colombia.

Como se aprecia en la Tabla 14, el crucero Pacífico IV-ERFEN I presento una estrecha relación entre las personas que hicieron parte de la expedición y los enfoques investigativos que se desarrollaron, donde se resalta el avance de estudios físicos, químicos y biológicos, con la consecuente presencia de biólogos, químicos y oceanógrafos. Cabe señalar que como se avenido presentando la Armada se caracteriza por proporcionar expertos en la determinación de estudios físicos y meteorológicos del océano, mientras que las universidades y los institutos nacionales aportan profesionales en áreas como la Biología y la Química, campos de formación académico donde carece de preparación personal la Dirección General Marítima y Portuaria⁴⁴⁵.

La participación de un personal profesional balanceado coincidió con el desarrollo de la primera investigación oceanográfica ERFEN, la cual tuvo como principal objetivo monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, a partir de la determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos. Los cuales permitieron obtener información sobre la generación de eventos cálidos y sus etapas evolución,

⁴⁴⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1972b. Informe Datos Oceanográficos Pacífico III – 1972. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p]

⁴⁴⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Informe Datos Oceanográficos, Pacifico IV-ERFEN I (1975). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

tema de gran trascendencia científica que aporta conocimientos que son aplicados para tomar medidas preventivas frente al desencadenamiento de un fenómeno natural.

Por otro lado en esta expedición se evidencia la vinculación de tres instituciones académicas que en anteriores investigaciones no habían estado presentes como son las universidades de Antioquia, Cartagena y Jorge Tadeo Lozano, las cuales tiene cierta particularidad en la especialización de sus profesionales. Como se observa en la Tabla 14, existe una coordinación entre el CCCP y las universidades que aportan ciertos intelectuales en algunas áreas oceanográficas dependiendo de las necesidades que manifieste el centro.⁴⁴⁶

Partiendo de lo anterior también se destaca la creciente participación de estudiantes de pre-grado en los cruceros oceanográficos, que a través de esta practica profesional fortalecen sus conocimientos y adquieren experiencia laboral sobre las actividades científicas que más adelante van a desempeñar. Este proceso preparatorio ha sido implementado por la Universidad del Valle en esta expedición, que aprovecha la oportunidad que brinda el CCCP para familiarizar a sus estudiantes en el ambiente científico.

En 1976 se desarrollaron los cruceros Pacífico V-ERFEN II y Pacífico VI- ERFEN III, los cuales presentaron una marcada disminución en la participación de profesionales por parte de las universidades, que para este año mostró la vinculación de la Universidad Jorge Tadeo Lozano a través de estudiantes de último semestre de Biología. Por otro lado, también se aprecia por primera vez un biólogo en el personal de la Armada Nacional, hecho que contrasta con el desarrollo de las carreras profesionales que sus miembros deben seguir durante los cursos de formación militar⁴⁴⁷.

De esta manera se subraya que en estas investigaciones se determinaron parámetros físicos, químicos y meteorológicos, los cuales estuvieron orientados a establecer el comportamiento oceánico y atmosférico de la CPC. Trabajos que estuvieron enmarcados dentro del proyecto ERFEN, que hizo parte de una obligación

⁴⁴⁶ *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁴⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976a. Crucero Pacifico V-ERFEN II (1976). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

internacional del país con la CPPS de monitorear constantemente el comportamiento del Pacífico Tropical, con el fin de informar cualquier variación en su comportamiento⁴⁴⁸.

Al igual que en pasadas expediciones los informes de los cruceros presentan ciertas contradicciones con respecto al desarrollo de las áreas oceanográficas y el personal profesional que participo, pues pese a estar registrada la presencia de biólogos en ambas investigaciones en ninguna se adelantan estudios biológicos, por el contrario sus enfoques se orientan hacia la determinación de análisis físico-químicos del océano.

Para 1977 se llevo a cabo el crucero Pacifico VII, el cual fue de carácter nacional y tuvo como principal objetivo monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Razón por la cual, se determinaron parámetros físico-químicos que permitieron conocer el estado del mar a distintas profundidades. Como hecho particular se señala la participación de un biólogo y un geólogo en el crucero, los cuales no desempeñan ninguna labor consecuente con su profesión, pues dicha investigación esta dirigida ha oceanógrafos, higrógrafos, químicos y meteorólogos⁴⁴⁹.

Como se aprecia en la Tabla 14, se destaca la reciente participación de la Universidad del Magdalena la cual no poseía registro alguno en anteriores expediciones, esta suele ser su primera participación en los cruceros oceanográficos. Los cuales representan una excelente práctica profesional para estudiantes de último semestre, que están interesados en reforzar y afianzar los conocimientos aprendidos durante su ciclo académico. Cabe resaltar que cada vez se incrementa la vinculación de universidades e instituciones nacionales en el desarrollo de los cruceros oceanográficos, situación que señala la importancia que estos representan para el avance científico del país.

En 1978 se desarrollo del crucero ERFEN IV por parte de la Dirección General Marítima y Portuaria, el cual busco monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Esta investigación evidenció problemas similares con relación la anterior expedición, pues pese a presentar la inclusión de biólogos y geólogos en el

⁴⁴⁸ *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁴⁹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1977a. Crucero Pacifico VI-ERFEN III (1977). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

proyecto científico no desarrollo ninguno trabajo en estas áreas oceanográficas. Cabe destacar que esta investigación estuvo enfocada a determinar parámetros físico-químicos de la CPC bajo la ejecución del proyecto ERFEN, que busco producir información oceanográfica sobre el comportamiento del océano Pacífico en distintas épocas del año⁴⁵⁰.

La primera década de 1980 sólo presento el avance del crucero Pacífico VII-ERFEN V, el cual estuvo orientado adelantar investigación de carácter nacional e internacional por medio del programa investigativo ERFEN, que para la fecha represento una importancia significativa por la generación de un evento cálido en el océano Pacífico, que afecto las condiciones atmosféricas de las costas y tierras de Suramérica. A partir de estos estudios no solo determino el estado del océano sino que también se logro contribuir con el crecimiento de una base de datos oceanográficos⁴⁵¹.

Durante el período de 1986-1987 se llevaron a cabo los cruceros Pacífico IX-ERFEN VI y Pacífico X-ERFEN VII los cuales tuvieron como principal objetivo determinar las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, hecho que contribuyo con el desarrollo del programa ERFEN en el Pacífico Sudeste. Estas expediciones presentaron además de presentar el desarrollo tradicional de parámetros físicos, químicos, biológicos y meteorológicos, exhibieron el adelantamiento de estudios geológicos que por primera vez se efectuaron a bordo de los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano⁴⁵².

El desarrollo de parámetros geológicos se realizaron como parte de una investigación conjunta donde participo el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS) y el CIOH, que unieron esfuerzos para conocer los aportes sedimentológicos que el río San Juan deposita en la costa Pacífica. Razón por la cual, se delimito un área determinada de estudio en el litoral Pacífico colombiano donde se

⁴⁵⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1978a. Crucero Pacifico VII - ERFEN IV (1978). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁴⁵¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1982a. Crucero Pacifico VII - ERFEN IV: Formato de Datos Físicos y Químicos para Estaciones Oceanográficas. Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁴⁵² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. Informe de Actividades Realizadas en el Crucero "Pacífico X, ERFEN VII". Informe Técnico: Cartagena. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

realizaron los respectivos muestreos de granulometría, que permitieron analizar los componentes sedimentológicos de esta zona marítima.

De esta manera, instituciones como la Universidad Nacional de Colombia, CIOH, INGEOMINAS y el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), contribuyeron enormemente en el desarrollo integral de los cruceros oceanográficos, que trabajaron todas las áreas de estudio de la Oceanografía. De igual manera, también se aprecia armonía en la distribución de la tripulación, donde se identificaron oceanógrafos, hidrógrafos, químicos y geólogos, personal adecuado para determinación de los parámetros oceanográficos⁴⁵³.

Para 1988 se ejecutaron los cruceros Pacífico XII-ERFEN IX y Pacífico XIII en el pacífico colombiano, estas expediciones presentaron como principal característica el desarrollo del programa investigativo ERFEN, que prosiguió con el adelantamiento de parámetros físicos, químicos y biológicos necesarios para monitorear las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. Hecho que desvirtuó por completo la continuación de estudios geológicos, los cuales poco son tenidos en cuenta porque no representan gran relevancia para determinar el comportamiento oceánico o atmosférico del mar.⁴⁵⁴

En estas investigaciones participo personal de CIOH e HIMAT, que aportaron sus conocimientos profesionales para la determinación de estudios biológicos y meteorológicos de la CPC. Además también colaboraron con el prestado de equipos y la adecuación de los mismos en la plataforma investigativa, contribución que fue muy importante para llevar a buen término la determinación de ciertos parámetros meteorológicos, que permitieron establecer el estado atmosférico del océano Pacífico. A partir de esta relaciones interinstitucionales que la DIMAR desarrollo a través de sus centros de investigación logro fortalecer distintos campos de estudio que en años anteriores eran débiles⁴⁵⁵.

En 1989 se realizaron los cruceros Pacífico XIV-ERFEN XI y Pacífico XV-ERFEN XII, de los cuales el primero no presento dato alguno sobre las personas que participaron

⁴⁵³ *Ibíd.*, p 3.

⁴⁵⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988a. Crucero Pacífico XII-ERFEN IX. Informe Técnico. [s.l.i]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p].

⁴⁵⁵ *Ibíd.*, [s.p.]

en la expedición, mientras que el segundo exhibió la presencia de cuatro entidades. Es importante resaltar que en estas investigaciones se llevo a cabo el desarrollo del programa ERFEN, el cual continuó con la determinación de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano⁴⁵⁶.

En esta expedición se subrayan la vinculación de instituciones como el CIOH, HIMAT y las universidades Jorge Tadeo Lozano, Nacional y del Valle; las cuales aportaron personal profesional en distintas áreas de investigación oceanográfica, entre las cuales se destaca la Biología Marina, Biología, Química, Meteorología y Física. De igual manera, cabe destacar que en esta investigación se aprecia la asignación de un civil como jefe de estación de crucero, hecho que manifiesta el avance que sea logrado en cuanto a la vinculación del personal universitario en las investigaciones oceanográficas.

Por otro lado, también se resalta el cubrimiento de los medios de comunicación durante la realización del crucero oceanográfico, evento científico que con el paso del tiempo ha adquirido mayor relevancia investigativa y social en el país. Como se observa en la Tabla 14, miembros del diario El Espectador hicieron parte de la tripulación de la expedición Pacífico XV-ERFEN XII, los cuales registraron a través de fotografías las maniobras de investigativas que se desarrollaron en la plataforma oceanográfica durante la arriada e izada de instrumentos técnicos⁴⁵⁷.

Durante 1990 se ejecutaron los cruceros Pacífico XVI y Pacífico XVII, los cuales estuvieron orientados a monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, prestando especial interés en el desarrollo de datos oceanográficos que permitan cumplir con las obligaciones contraídas a través del programa investigativo ERFEN. Como se aprecia en la Tabla 14, los informes técnicos de estas dos expediciones no poseen dato alguno sobre las personas e instituciones que participaron, razón por la cual, no se puede profundizar en este tema.

Para 1991 se realizaron los cruceros Pacífico XVIII-ERFEN XV y Pacífico XIX-ERFEN XVI, los cuales buscaron determinar las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico

⁴⁵⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1989a. Crucero Pacífico XIV-ERFEN XI. Informe Técnico. Cartagena: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁴⁵⁷ *Ibíd.*, [s.p.]

colombiano, con el propósito de desarrollar los programas investigativos ERFEN, TOGA y MALPELO. En el caso del MALPELO fue una investigación de carácter nacional que busco adelantar estudios biológicos sobre el Pacífico Tropical, con el propósito de establecer la abundancia íctica de algunas áreas de estudio⁴⁵⁸.

Con respecto a los proyectos ERFEN y TOGA se caracterizaron por ser programas de investigación de carácter internacional donde se determinaron las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, diferenciándose ambos por estar uno enfocado a establecer la generación y evolución de un evento cálido, mientras que el otro se oriento a estudiar la variabilidad interanual de los océanos tropicales y la atmósfera mundial. Situación que revistió la participación de instituciones nacional e internacionales interesadas en adelantar y obtener resultados sobre estas actividades investigativas.

En el crucero Pacífico XVIII-ERFEN XV participaron instituciones nacionales como el CIOH, HIMAT y las universidades Nacional de Colombia, Valle y Jorge Tadeo Lozano, que aportaron profesionales en distintas áreas de la Oceanografía donde se destaco la masiva presencia de profesionales en Biología Marina, Química, Física y Meteorología; situación que estuvo acorde con el planteamiento y desarrollo de los programas investigativos para esta expedición. Mientras que dentro de las internacionales se presento el Smithsonian Tropical Institute de Panamá, interesado en identificar los efectos que el fenómeno El Niño produce sobre los peces del Pacífico Tropical, hecho que suele causar el desplazamiento de los bancos de pescado. Razón por cual, este instituto envió biólogos marinos que apoyaron la investigación oceanográfica y siguieron de cerca el desarrollo de los estudios biológicos⁴⁵⁹.

Como se observa en la Tabla 14, el crucero Pacífico XIX-ERFEN XVI presento la participación de instituciones nacionales e internacionales que anteriormente no habían estado vinculadas. Dentro de estas se destaca la Universidad Industrial de Santander (UIS) y el Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory (AOML), que apoyaron el adelantamiento de la investigación oceanográfica en la CPC, la cual

⁴⁵⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991a. Informe Científico Crucero Pacífico XVIII-ERFEN XV TOGA-COLOMBIA (Marzo-Abril 1991). Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

⁴⁵⁹ *Ibíd.*, [s.p.]

estuvo enfocada en ejecutar estudios biológicos, que permitieran determinar la abundancia del recursos íctico del Pacífico Tropical⁴⁶⁰.

En 1993 se realizaron los cruceros ERFEN XX- ERFEN XXI, los cuales monitorearon las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, con el propósito de generar datos oceanográficos que les permitieran determinar la producción o evolución de un evento cálido. Por tal razón, la ejecución de proyectos científicos como el ERFEN y TOGA continuaron a lo largo del primer período de la década de 1990, tiempo en que se afianzaron los estudios biológicos como un área importante de la investigación oceanográfica⁴⁶¹.

En la expedición ERFEN XX primo la participación de las instituciones nacionales, las cuales a través del CIOH, HIMAT, Armada Nacional, CCCP, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), y el SENA, aportaron profesionales en las distintas áreas de estudio de la Oceanografía. También se resalta la distribución de personal profesional por parte de las instituciones, que en razón de sus funciones contribuyeron con especialista en Biología Marina, Meteorología y Oceanografía Física⁴⁶².

Partiendo de lo anterior se subraya la vinculación de algunas entidades oficiales como el CCCP, INPA y el SENA, las cuales en pasadas expediciones no habían estado presentes. El caso del CCCP comienza su liderazgo como centro de investigación de la DIMAR encargado de realizar los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano, labor que asumió en cooperación con el CIOH. Como se observa en la Tabla 13, este trabajo conjunto se extendió hasta 1996, fecha en que el CCCP tomo de manera autónoma la ejecución de las expediciones oceanográficas en la costa Pacífica.

Tabla 13. Dependencias del Ministerio de Defensa a las cuales pertenecieron las personas que participaron en el desarrollo de los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano entre 1970-2004.

⁴⁶⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1991b. Segundo Informe Parcial Monitoreo Condiciones Oceanográficas Componente Oceanográfico ERFEN-TOGA-MALPELO. Informe Técnico. [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

⁴⁶¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993a. Informe Técnico Crucero Oceanográfico ERFEN XX. Informe Técnico. Cartagena de Indias: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

⁴⁶² *Ibíd.*, [s.p.]

Año	Institución
1970	Armada Nacional
1976	CIOH
1993-1996	CCCP-CIOH
1996-2004	CCCP

Por otro lado, se señala la participación de biólogos por parte del INPA que ayudaron a la determinación de parámetros biológicos, hecho que fortaleció la continuación y avance de este tipo de estudios oceanográficos en la CPC, que para este período aumento sustancialmente su demanda de trabajo por las contribuciones aportes que produjo con respecto a la determinación de fenómenos naturales. En el caso del SENA, se busco proporcionar experiencia a los estudiantes del curso de navegación que apenas finalizaron su aprendizaje en el manejo de naves pequeñas.

El crucero ERFEN XXI a diferencia del anterior presento la participación de instituciones nacionales como la UIS y la Universidad Nacional de Colombia, las cuales en su papel de centros académicos enviaron estudiantes de último semestre de Biología y Química, los cuales desarrollaron en el CCCP sus trabajos de grados como un aporte investigativo a las expediciones oceanográficas. Además esta experiencia profesional poco a poco fue abriendo espacios para el establecimiento de prácticas investigativas que favorecieron a los estudiantes vinculados a las Ciencias del Mar⁴⁶³.

Como hecho particular se presento la participación de un Teniente de Fragata de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Armada de Venezuela, que hizo parte de la investigación oceanográfica dentro del proceso de intercambio entre ambas Armadas. El cual tuvo como principal propósito compartir conocimientos relacionados con la instrucción y entrenamiento de oficiales en las diferentes labores marítimas que afronta cada institución militar en su país⁴⁶⁴.

Para 1994 se realizo el crucero Pacífico XXIV-ERFEN XXII el cual monitoreo las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, a través de la

⁴⁶³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1993b. Informe Técnico Crucero Oceanográfico ERFEN XXI. Informe Técnico. Cartagena de Indias: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁴⁶⁴ *Ibíd.*, [s.p.]

determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos. Los cuales permitieron obtener datos oceanográficos de la CPC que fueron fundamentales para establecer el comportamiento del océano. A partir de esta información se desarrollo el programa investigativo ERFEN, que fue indispensable para identificar la generación y evolución de un evento cálido⁴⁶⁵.

Como se aprecia en la Tabla 13, en esta expedición se evidencio una mayor participación por parte de las dependencias de la DIMAR, que a través del CCCP y el CIOH aportaron personal especializado en las labores científicas del mar. Mientras que por parte de la academia sólo se presento la Universidad Jorge Tadeo Lozano, que apporto estudiantes de Biología, los cuales sirvieron como auxiliares del área durante el tiempo que demoro la toma de muestras oceanográficas⁴⁶⁶.

En 1996 se llevaron a cabo los cruceros Pacífico XXV-ERFEN XXIII y Pacífico XXVI-ERFEN XXIV los cuales prosiguieron con el desarrollo del programa ERFEN y el monitoreo permanente de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Las cuales para la fecha presentaron cambios moderados producidos por la ocurrencia de un evento frío, que ingreso de Sur a Norte por la corriente de Humboldt afectando la climatología de las zonas costeras en Ecuador y Colombia⁴⁶⁷.

Estas expediciones tuvieron como principal característica la participación de personal del CCCP, que desde este año contó con un cuerpo integral de oficiales, suboficiales y profesionales civiles, los cuales fortalecieron las áreas de investigación del centro e impulsaron la ejecución autónoma de los cruceros oceanográficos. De igual manera, también se destaco la vinculación de profesionales de la región, con lo cual el CCCP busco integrar universidades e instituciones dentro de su labor científica.

Para 1997 se realizaron los cruceros Pacífico XXVII-ERFEN XXV y Pacífico XXVIII-ERFEN XXVI, los cuales monitorearon las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, con el fin de determinar cambios o variaciones en el

⁴⁶⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1994a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXIV-ERFEN XXII, CCCP-Tumaco (Noviembre de 1994). Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁴⁶⁶ *Ibíd.*, [s.p.]

⁴⁶⁷ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1996a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXV – ERFEN XXIII Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP – Tumaco (Junio 1996). [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

comportamiento del océano. La ejecución del proyecto ERFEN continuó siendo la investigación internacional más importante desarrollada en el Pacífico colombiano, la cual le permitió obtener y compartir datos oceanográficos sobre el Sudeste Pacífico con los demás países miembros de la CPPS⁴⁶⁸.

Como se aprecia en la Tabla 4, el período en que se realizaron estos cruceros coincidió con la generación de El Niño a principios de año, hecho que produjo cambios drásticos en las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico. Situación que afectó directamente las condiciones atmosféricas de las costas y áreas continentales donde la climatología de la regiones varió de manera desordenada, causando grandes pérdidas a los sectores productivos de la sociedad colombiana⁴⁶⁹.

En estas expediciones se destacó la participación del CCCP y la Armada Nacional, entidades que aportaron la totalidad de profesionales que se necesitaron para el adelantamiento de las distintas áreas de investigación oceanográfica. De igual manera, vale la pena mencionar que la vinculación de las universidades en los cruceros ha disminuido notablemente como consecuencia del ingreso de trabajadores oficiales al centro investigativo que han fortalecido el avance de las actividades científicas.

Durante 1998 se llevaron a cabo los cruceros Pacífico XXIX-ERFEN XXVI y Pacífico XXX-ERFEN XXVII que se encargaron de monitorear las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, las cuales contribuyeron con el desarrollo de los estudios sobre el fenómeno El Niño, que fueron indispensables para llevar un registro sobre el comportamiento oceánico del Sudeste Pacífico. De esta manera, la información almacenada permitió identificar y comparar la periodicidad con que se generaron ciertos fenómenos naturales, los cuales modifican su intensidad dependiendo de la época del año en que se presenten⁴⁷⁰.

⁴⁶⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1997b. Datos Hidrográficos del Crucero Pacífico XXVIII – ERFEN XXVI, CCCP – Tumaco (Noviembre 1997). Informe Técnico: [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁴⁶⁹ Efectos Naturales y Socioeconómicos del fenómeno El Niño en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 30 Octubre de 2006. <http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO.pdf>

⁴⁷⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1998a. Características del Comportamiento Hidrológico y Biológico del Pacífico Colombiano Durante Mayo de 1998. Crucero Pacífico XXIX – ERFEN XXVII. Informe Técnico. Tumaco. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 1.

Esta investigación tuvo como principal característica la participación de las dependencias de la DIMAR, institutos oficiales y universidades que aportaron personal profesional en las distintas áreas de investigación oceanográfica. En el caso del CCCP y CIOH proporcionaron oceanógrafos e higrógrafos, el IDEAM envió un biólogo marino y por parte de las universidades fue un ingeniero físico y un tesista; con esta tripulación se efectuó la expedición, que identificó la llegada un evento frío para principios de año.

En 1999 se efectuó el crucero Pacífico XXX-ERFEN XXIX, el cual determino el comportamiento de la CPC, al igual que las pasadas investigaciones está desarrolló el programa investigativo ERFEN, que por hacer parte de una investigación conjunta entre los países miembros de la CPPS, suscito el intercambio de datos oceanográficos a través de los informes técnicos de los cruceros de cada país⁴⁷¹.

Esta expedición se caracterizó por dar inició a los cruceros regional conjunto, los cuales se desarrollaron en el Sudeste Pacífico entre Chile, Perú, Ecuador y Colombia. Esta investigación tuvo como propósito intercambiar datos oceanográficos de manera regional e instruir personal científico de cada país en las labores científicas que ejecutan sus vecinos. Por tal razón, durante la investigación se contó con la presencia de ingeniero químico del Instituto Nacional de Pesca (INP), que prestó sus servicios profesionales y represento al Ecuador dentro del marco de los estudios regionales.

Como hecho representativo se destacó la participación mayoritaria de personal del CCCP, que contó en sus filas con la presencia de militares y civiles expertos en maniobras y Ciencias de Mar. En cuanto a los profesionales que asistieron se resaltó por parte de la Armada Nacional a oceanógrafos y auxiliares en Oceanografía, mientras que por los trabajadores oficiales se subrayo la presencia de biólogos y biólogos marinos. (Ver: Tabla 14)

Para el año 2000 se ejecutaron los cruceros Pacífico XXXI-ERFEN XXX y Pacífico XXXII-ERFEN XXXI, los cuales estuvieron dirigidos a continuar con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano y el desarrollo del programa

⁴⁷¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1999a. Informe del Crucero Oceanográfico Pacífico XXXI-ERFEN XXIX (Mayo de 1999). Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

investigativo ERFEN, estudios que permitieron identificar la llegada de aguas frías al Sudeste Pacífico y el desarrollo de la etapa inicial de La Niña. Hecho que modificó el comportamiento del océano Pacífico y alteró el estado atmosférico de las zonas continentales, que presentaron un desorden climático donde predominó el cielo cubierto y las fuertes precipitaciones⁴⁷².

Bajo el crucero Pacífico XXXIII-ERFEN XXX se realizó la segunda investigación regional conjunta, que continuó con la presencia de un representante internacional por parte de cada país miembro de la CPPS y la permanente asistencia de personal científico del CCCP. Por parte del CCCP, se destacó la presencia de oficiales y suboficiales formados en Oceanografía e Hidrografía y Biología, mientras que la CPPS envió un representante del Instituto del Mar del Perú, el cual aportó su experiencia científica y colaboró en la buena ejecución de las actividades oceanográficas. (Ver Tabla 14)

El crucero Pacífico XXXIII-ERFEN XXXI continuó con el desarrollo de la tercera investigación regional conjunta, la cual tuvo la particularidad de continuar con el monitoreo de las condiciones oceánicas y atmosféricas de la CPC. Con relación al registro del personal que participó en la expedición se subrayó la ausencia de un representante de la CPPS, pero se resaltó la vuelta de las universidades a la investigación oceanográfica. Como se aprecia en la Tabla 3, para esta investigación el CCCP contó con la participación de oceanógrafos, higrógrafos, químicos y biólogos; por otra parte la Fundación Universitaria de Popayán aportó un tesista en Ecología, hecho que manifestó la funcionalidad de cada miembro en la investigación oceanográfica y sus obligaciones en el cumplimiento de ciertas labores específicas.

En el 2001 se llevaron a cabo los cruceros Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII y Pacífico XXXV-ERFEN XXXIII, los cuales se encargaron de determinar las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Por otra parte, estas investigaciones también desarrollaron el programa ERFEN, que desde 1975 se ha constituido en un soporte importante para la investigación oceanográfica del Pacífico Sudeste, pues ha impulsado el surgimiento de instituciones, programas científicos y aumentado

⁴⁷² Centro Control Contaminación del Pacífico. 2000a. Informe Crucero Oceanográfico Pacífico XXXII-ERFEN XXX, Mayo de 2000. Informe Técnico: [s.l.e]: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

considerablemente el conocimiento científico sobre la generación de fenómenos naturales en el océano Pacífico⁴⁷³.

El crucero Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII presentó una integralidad investigativa en cuanto a la presencia de profesionales en todas las áreas oceanográficas, por el lado del CCCP se resaltó la participación de militares expertos en Oceanografía física, Hidrología, Biología y Biología Marina, mientras que por parte de los civiles asistió un químico y por las instituciones educativas un tesista de Biología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. El cual prosiguió con la continuidad de la academia en las labores oceanográficas en el país, que por tradición e historia han estado a cargo de las fuerzas militares.

En cuanto al crucero Pacífico XXXV-ERFEN XXXIII no se conoce cual fue el personal científico que participo, pues en el informe técnico de éste año se obvia el registro de los profesionales que asistieron en la expedición. Por el contrario, en el texto se hace referencia a los dos cruceros como una sola investigación donde se cotejan su desarrollo y resultados.

En el 2002 se realizaron los cruceros Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV y Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV, los cuales estuvieron orientados a monitorear las condiciones océano-atmosféricas de la CPC. Las cuales durante este período evidenciaron cambios temporales en los registros de los parámetros oceanográficos, que modificaron por completo el comportamiento del océano Pacífico y el estado atmosférico del sector costero de la CPC⁴⁷⁴.

El crucero Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV se caracterizo por contar con la presencia de personal adscrito al CCCP, IDEAM y la Armada Nacional, que como ha sido costumbre en anteriores expediciones han participado en el desarrollo de las labores oceanográficas. En esta ocasión entre la tripulación no hubo ningún representante de las universidades del país, ni de los países miembros de la CPPS;

⁴⁷³ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2001a. Informe Preliminar Crucero Oceanográfico Pacífico XXXIV-ERFEN XXXII, Junio de 2001. Informe Técnico: [s.l.e]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.]

⁴⁷⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2002a. Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVI-ERFEN XXXIV, (Febrero – Marzo de 2002). Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

hecho que se aprecia en la Tabla 14, donde el número de militares es superior al de integrantes de otras instituciones, lo que ratifica la centralización del desarrollo investigativo en ciertas unidades de la DIMAR.

A bordo del buque ARC Malpelo se desarrollo la expedición Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV, el cual tuvo como tripulación personal militar perteneciente al CCCP y la Armada Nacional, mientras que por otra parte presento invitados nacionales como el INVEMAR e IDEAM y regionales de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN), y el Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP), que en sus roles de instituciones de investigación marina enviaron a profesionales para colaborar y compartir experiencias en temas del mar⁴⁷⁵.

Es importante señalar que hasta el momento entre los países miembros de la CPPS, el que más veces ha participado de las investigaciones oceanográficas en la CPC ha sido Perú, que por su tradición pesquera se muestra interesado en conocer más sobre el desplazamiento y migración de peces a causa de los distintos cambios oceánicos del Pacífico Sudeste. Razón por la cual, se han enviado biólogos marinos a los cruceros oceanográficos sobre el Pacífico colombiano, aportando de esta manera ayuda profesional e intercambiando conocimientos oceanográfico sobre las especies marinas. De igual manera el IFOP también ha hecho parte de este estudio seleccionado a un biólogo como representante de la institución, siendo consecuente con los intereses pesqueros de la entidad.

En el caso del IDEAM e INVEMAR se caracterizaron por aportar profesionales especialistas en Meteorología y Biología, los cuales contribuyeron durante el desarrollo de las investigaciones oceanográficas en sus respectivas áreas de acción y competencia, permitiendo combinar las diferentes labores científicas entre profesionales militares y civiles.

Para el año 2003 se realizó el crucero Pacífico XXXVIII-ERFEN XXXVI, el cual monitoreo las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano, con el

⁴⁷⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2002b. Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV, Septiembre de 2002. Informe Técnico. Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 3.

propósito de determinar cualquier cambio en el mar que alertará sobre el desarrollo de fenómenos naturales⁴⁷⁶.

Dentro del marco de esta investigación se adelantó la sexta investigación regional conjunta entre los países miembros de la CPPS, los cuales desde 1999 han compartido e intercambiado información oceanográfica sobre el comportamiento del Sudeste Pacífico. La cual ha sido vital a la hora de emprender planes y medidas de prevención que permitan mitigar los efectos producidos por la evolución de los eventos cálidos y fríos en las naciones suramericanas.

La tripulación de este crucero estuvo compuesta por personal del CCCP, Armada Nacional, instituciones oficiales, universidades y el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR), que contribuyeron con el aporte de profesionales expertos en distintas disciplinas de las Ciencias del Mar. Como se observa en la Tabla 14, las universidades al igual que las instituciones de investigación marina nacional volvieron hacer tenidas en cuenta para el avance de las expediciones oceanográficas. De la misma forma, también se subraya la presencia del INOCAR que por primera vez hace parte de estos estudios conjuntos sobre la CPC⁴⁷⁷.

Por otra parte tanto el CCCP como la Armada Nacional a través de este recorrido histórico han corregido errores de expediciones pasadas, donde se presentaban serios problemas para la conformación integral del personal científico, que como solía ocurrir años atrás las escuelas de formación militar sólo se preocupaban por preparar oceanógrafos e hidrógrafos. Pero las necesidades científicas han contribuido a ampliar áreas de la investigación marina como la Biología y Química, las cuales son fundamentales para el desarrollo de los cruceros oceanográficos.

En el 2004 se ejecutó el crucero Pacífico XXXIX-ERFEN XXXVII, el cual continuó con el monitoreo de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, las cuales para este período presentaron pequeñas anomalías propias de las secuelas dejadas por la etapa

⁴⁷⁶ Centro Control Contaminación del Pacífico. 2003a. Informe Final del Crucero Oceanográfico Pacífico XXXVIII – ERFEN XXXVI y VI Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, Realizado en Septiembre de 2003. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

⁴⁷⁷ *Ibíd.*, p 3.

final de un evento frío que se produjo durante la segunda mitad del 2003, hecho que modificó levemente la climatología en algunas regiones del occidente del país⁴⁷⁸.

Entre las instituciones que participaron en esta expedición se destaca la presencia del CCCP, INVEMAR, IDEAM, Universidad del Magdalena, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), EAFIT, fundación Yubarta y fundación Malpelo. Las cuales dentro de este crucero exhibieron un marcado interés por desarrollar estudios biológicos, dada la notable presencia de biólogos y biólogos marinos que contrasto con los oceanógrafos que en pasadas investigaciones habían sido mayoría.

De igual manera, también se destacó la participación de un representante de la CPPS por parte del Perú, que verificó el funcionamiento del crucero oceanográfico, las actividades científicas desarrolladas a bordo y los resultados finales que este arrojaba después de su travesía por el Pacífico colombiano.

Tabla 14. Clasificación de las personas y entidades que participaron en los cruceros oceanográficos del Pacífico colombiano de 1970-2004.

Fecha	Nombre de la Expedición	Buque	Personal	Entidades
Marzo de 1970	Pacífico I	ARC San Andrés	Alberto Martínez, Capitán de Corbeta del Cuerpo Ejecutivo, Jefe del Crucero Oceanográfico	Armada Nacional
			Gabriel Acevedo, Biólogo Marino	Instituto Nacional de los Recursos

Naturales

Renovables y del

⁴⁷⁸ Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. 2004a. Informe Final Crucero Oceanográfico Pacífico XXXIX – ERFEN XXXVII y VII Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudoeste, Realizado en Septiembre – Octubre de 2004. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 2.

				Medio Ambiente
			Gustavo Guardo, Químico	Armada Nacional
			Armando Hernández, Biólogo Marino	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente
			Rubi Mejia, Químico	Universidad del Valle
			Francisco Pineda, Biólogo Marino	Universidad del Valle
			Yesid Ponce, Químico	Universidad Nariño
			Jairo Sánchez, Químico	Universidad Nacional de Colombia
			Harold Santa Cruz, Oceanógrafo Físico	Armada Nacional.
			Brian Chatez, Químico	Universidad del Valle
			Ovidio Zúñiga, Químico	Universidad de Nariño
			William Aristizabal, Estudiante	Universidad de Bogotá
			Celso Beltrán, Estudiante	Universidad de Bogotá
			Daniel Dossman, Estudiante	Universidad del Valle
			Rafael García, Estudiante	Universidad de Bogotá
			Felipe Hawking, Estudiante	Universidad de Bogotá
			José Lagos, Estudiante	Universidad de Nariño

			Jorge Morales, Estudiante	Universidad de Nariño
			Mauro Recalde, Estudiantes	Universidad de Nariño.
			Marcos Torres, Estudiantes	Universidad de Bogotá
			Guillermo Vásquez, Estudiantes	Universidad del Valle
Febrero 13 - Marzo 11 de 1972	Pacífico II	ARC San Andrés	Vitelmo Riveros, Capitán de Corbeta, Higrógrafo	Armada Nacional
			Pedro Monsalve, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Gustavo Fajardo, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Orlando Perdomo, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Jaime Hernández, Jefe de Crucero, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Jairo Calle, Químico- Farmacia	
			Guillermo Zambrano, Químico	
			Rodrigo Ferreira. Químico	
			Alfonso Clavijo, Químico	
			Ernesto Barriga, Mastozoólogo	
			Iván Guerrero,	

			Estudiante –Biología.	
			Vicente Rodríguez, Estudiante-Biología	
			Arturo Bermúdez, Calculista	
Junio 10 - Junio 28 de 1972	Pacífico III	ARC San Andrés	Vitelmo Riveros Polania, Capitán de Corbeta, Comandante ARC “San Andrés” Hidrógrafo	Armada Nacional
			Pedro Monsalve, Teniente Fragata, Director Científico, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Gustavo Fajardo, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Orlando Perdomo, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Efraín Ángel, Sargento Primero Infantería de Marina, Biólogo Marino	Armada Nacional
			Jaime Prada, Observador Meteorología	Armada Nacional
			Jaime Hernández Devia, Jefe Sección Oceanografía	Armada Nacional
			Alfonso Lozano Julio, Teniente de Fragata, Jefe Sección Estudios Especiales	Armada Nacional

Enero 31 - Febrero 17 de 1975	Pacífico IV - ERFEN I	ARC San Andrés	Jorge Orjuela Pérez, Capitán Corbeta, Comandante de ARC "Providencia"	Armada Nacional
			Efraín Ángel Cárdenas, Teniente de Fragata, Director Científico	Armada Nacional
			David Rene Moreno, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Darío de la Torre, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Harold Santa Cruz Moncayo, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Jean Allain, Biólogo	Armada Nacional
			Nicolás Paz, Biólogo	Universidad de Antioquia
			Tito Machado, Biólogo	Universidad de Antioquia
			Jorge Thous, Biólogo	Universidad de Cartagena
			Sebastián San Juan, Químico	Universidad de Cartagena
			Domingo Ramos, Estudiante de Química	Universidad de Cartagena
			Hector Egel, Estudiante de Química	Universidad de Cartagena
			Luís Del Castillo, Estudiante de Química	Universidad de Cartagena
Jorge Monroy, Estudiante de Biología	Universidad Jorge Tadeo Lozano			

			José Ignacio Borrero, Ornitólogo	Universidad del Valle
			Daniel Dossman, Biólogo	Universidad del Valle
			Alfonso Hernández, Ecólogo	Universidad del Valle
			Jaime Cantera, Estudiante de Biología	Universidad del Valle
			Fernando Castro, Estudiante de Biología	Universidad del Valle
			Jairo Betancourt, Estudiante de Biología	Universidad del Valle
			Efraín Rubio, Estudiante de Biología	Universidad del Valle
			Américo Quintero, Estudiante de Biología	Universidad del Valle
Abril 14 - Mayo 17 de 1976	Pacífico V - ERFEN II	ARC San Andrés	Rafael Steer Ruiz, Teniente de Navío Comandante ARC "San Andrés"	Armada Nacional
			Ricardo Parra, Director Científico, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Efraín Ángel Cárdenas, Teniente de Fragata, Biólogo	Armada Nacional
			Dari De La Torre, Teniente de Corbeta, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Bertha Cecilia de Monsalve, Bióloga	Armada Nacional
			Consuelo Carbonell, Bióloga	Armada Nacional
Septiembre	Pacífico VI -	ARC San	Orlando Perdomo	Armada Nacional

23 - Octubre 29 de 1976	ERFEN III	Andrés	Quezada, Teniente de Navío, Comandante ARC "San Andrés"	
			Efraín Ángel Teniente de Fragata, Director Científico, Biólogo	Armada Nacional
			Darío de la Torre Rueda, Teniente de Fragata, Biólogo	Armada Nacional
			Ricardo Parra Suárez, Oceanógrafo	Armada Nacional
			David Cortesero Olea, Químico	Armada Nacional
			Oswaldo Mirazalde Vanegas, Trabajador Oficial, Programador CECOLDO	Armada Nacional
			Consuelo Carbonell, Bióloga	Armada Nacional
			Narda Nates, Estudiante	Universidad Jorge Tadeo Lozano
			Iván Rey, Estudiante	Universidad Jorge Tadeo Lozano
Jorge Trujillo Camacho	Universidad Jorge Tadeo Lozano			
Octubre 22 - Noviembre 02 de 1977	Pacífico VII	ARC San Andrés	Gustavo Fajardo Méndez, Teniente de Navío, Comandante ARC "San Andrés", Oceanógrafo	Armada Nacional
			Marco A. Gómez, Teniente de Fragata, Químico	Armada Nacional
			Jorge Monroy, Biólogo	Armada Nacional
			Patrick Lesueur,	Armada Nacional

			Geólogo	
			Antonio Bonfante, Suboficial Tercero, Auxiliar	Armada Nacional
			Hernando Llamas, Adjunto Tercero, Auxiliar	Armada Nacional
			Plinio Romero, Trabajador Oficial Auxiliar	Armada Nacional
			Rodrigo Díaz Granados, Profesor	Universidad del Magdalena
			Hernando Correa, Estudiante	Universidad del Magdalena
			Tomas García, Estudiante	Universidad del Magdalena
			Miguel De Luque, Estudiante	Universidad del Magdalena
			Luis Obregón, Estudiante	Universidad del Magdalena
			Martha Muñoz, Químico	
29 Octubre - 12 Diciembre de 1978	ERFEN IV	ARC San Andrés	Gustavo Fajardo Méndez, Teniente de Navío, Comandante	Armada Nacional
			Ricardo Parra Suárez, Director Científico, Oceanógrafo	Armada Nacional
			Jorge Monroy, Biólogo	Armada Nacional
			Patrick Lesueur, Geólogo	Armada Nacional
			Bertha De Monsalve, Bióloga	Instituto Nacional de los Recursos

Naturales
Renovables y del

				Medio Ambiente
			Omar Del Río, Suboficial Primero, Auxiliar	Armada Nacional
			Antonio Bonfante, Suboficial Tercero, Auxiliar	Armada Nacional
			Álvaro González Hernández, Programador de CECOLDO	Comisión Colombiana de Oceanografía
Noviembre - Diciembre de 1982	Pacífico VIII - ERFEN V	ARC Malpelo	No hay dato	No hay dato
Mayo - Junio de 1986	Pacífico IX - ERFEN VI	ARC Providencia	Marco Antonio Gómez, Teniente, Jefe del Crucero	Armada Nacional
			Gabriel Meidinder, Responsable del Proyecto Sedimentológico	Armada Nacional
Mayo de 1987	Pacífico X - ERFEN VII	ARC Providencia	Rubén A. Corbariza, Capitán, comandante de Buque ARC Providencia	Armada Nacional
			Eusebio Cabrales, Teniente de Navío, Segundo Comandante del Buque A.R.C Providencia	Armada Nacional

			Francisco Castillo, Biólogo Marino y Jefe del Crucero en su primera fase: investigación Oceanográfica y Geológica	Armada Nacional
			Luis Mendoza, Teniente de Navío, Jefe de la segunda fase: Levantamiento Hidrográfico	Armada Nacional
			Amparo Molina, Teniente de Fragata, Ingeniero Geólogo del CIOH, Jefe del proyecto sedimentológico	Armada Nacional
			Mark Elhayar, Geólogo de la Misión Francesa en el CIOH	
			Carmen Parada, Bióloga	Universidad Nacional
			Jorge E. García Riaño, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Hugo Cárdenas, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras

			Liliana Marín, estudiante	Universidad Nacional de Colombia
Marzo - Abril de 1988	Pacífico XII - ERFEN IX	ARC Providencia	William Fernando Parra, Biólogo	Universidad Jorge Tadeo Lozano
			Francisco Castillo, Biólogo Marino	CIOH
			Jesús Garay, Químico	CIOH
Noviembre de 1988	Pacífico XIII	No hay dato	No hay dato	No hay dato
Marzo de 1989	Pacífico XIV-ERFEN XI	No hay dato	No hay dato	No hay dato
Agosto de 1989	Pacífico XV - ERFEN XII	ARC Malpelo	Francisco Castillo, Biólogo Marino, Jefe de Crucero y Jefe de Estación	CIOH
			Rubén Serrano, Teniente de Navío Jefe de Estación	CIOH
			Neira Oscar, Suboficial Segundo, Técnico eléctrico y Jefe de Estación	CIOH
			José Godoy, Marinero, Técnico de procesamiento de datos de computador	CIOH
			Hernando Llamas, coordinación área de	CIOH

química y jefe de

			Crucero	
			Luís Peña, Meteorólogo, Coordinador área Meteorología Marina	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Guillermo Pulido, Meteorólogo, Coordinador área Meteorología Marina	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Gabriel Luna, Biólogo	Universidad Jorge Tadeo Lozano
			Irene Marín Jaramillo, Estudiante Biología	Universidad del Valle
			Beatriz Beltrán, Estudiante Biología	Universidad del Valle
			Luís Zapata, Estudiante, Biología	Universidad del Valle
			Alberto Collazos, Estudiante Biología	Universidad del Valle
			Jorge Pérez, MSC Ingeniero	Universidad Nacional de Colombia
			Margarita Marín, Periodista	Diario El Espectador
			Francisco Carranza, Fotógrafo	Diario El Espectador
Marzo - Abril 1990	Pacífico XVI	No hay dato	No hay dato	No hay dato

Septiembre de 1990	Pacífico XVII	No hay dato	No hay dato	No hay dato
Marzo - Abril 1991	Pacífico XVIII-ERFEN XV	ARC Malpelo	Francisco A. Castillo, Biólogo Marino, jefe de Crucero	CIOH
			Víctor Bermúdez, Técnico Ciencias del Mar, Técnico en Sistemas	CIOH
			Oscar Quintana, Técnico Ciencias del Mar, Coordinación de Área Química	CIOH
			Francisco Reyes, Ingeniero Mecánico, Responsable Mareógrafo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Jaime Ramírez, Técnico de Aerografía	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
Jairo González, Técnico Mareografía	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras			

			Guillermo Rendón, Ingeniero Hidráulico	Universidad Nacional de Colombia
			Francisco Hernández, Ingeniero Hidráulico	Universidad Nacional de Colombia
			Walter Navarro, Biólogo Marino	Universidad Nacional de Colombia
			Gabriel Jácome, Biólogo Marino	Smithsonian Tropical Institute (Panamá)
			Ross Robertson, Profesor – Biólogo Marino	Smithsonian Tropical Institute (Panamá)
			Juan Diego López, Biólogo Marino	Smithsonian Tropical Institute (Panamá)
			Julio Cesar Escobar, Profesor Biología Marina	Universidad del Valle
			Wilfredo Henao, Estudiante Biología Marina	Universidad del Valle
			Raúl Neira, Técnico Laboratorista de Biología Marina	Universidad del Valle
			Nelson Fernández, Estudiante de Biología Marina	Universidad Jorge Tadeo Lozano
			Javier Díaz, Estudiante Biología Marina	Universidad Jorge Tadeo Lozano
Septiembre -Octubre	Pacífico XIX-ERFEN	ARC Malpelo	Francisco A. Castillo,	CIOH

Biólogo Marino, Jefe

1991	XVI		de Estación	
		Zenaida Vizcaíno, Bióloga Marina, Tesista	CIOH	
		Víctor Bermúdez, Suboficial Técnico Ciencias del Mar, Técnico en Sistemas	CIOH	
		Manuel Osorio, Auxiliar Química, Coordinador Área Química	CIOH	
		Francisco Reyes, Ingeniero Mecánico (Mareografía)	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras	
		Francisco Benavides, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras	
		Carlos Casas, Técnico Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras	
Manuel Garzón, Auxiliar	Instituto Colombiano de Hidrología,			

				Tierras
			Warren Krug	National Oceanic Atmospheric Administration
			Liliana Posada, Directora de la carrera Post-grado Hidráulica	Universidad Nacional de Colombia
			Nelson Parodi Díaz, Ingeniero Hidráulico	Universidad Nacional de Colombia
			Carlos Roberto Arango, Estudiante de Ingeniería	Universidad Nacional de Colombia
			Juan Carlos Suárez, Biólogo	Universidad Industrial de Santander
			Rosa Elena Pinzón, Bióloga	Universidad Industrial de Santander
			Jaime Eduardo Mauna de los Reyes, Estudiante de Biología Marina	Universidad del Valle
			Marco Antonio vizcaíno, Estudiante de Ingeniería Mecánica	Universidad del Valle
Abril - Mayo 1993	ERFEN XX	ARC Providencia	Francisco A. Castillo, Biólogo Marino, Jefe Crucero	CIOH
			Ospina Héctor, Auxiliar Oceanógrafo, Suboficial Segundo	CIOH

			Osorio Manuel, Auxiliar Oceanógrafo	CIOH
			Hernando Wiest, Comandante ARC Providencia, Capitán de Corbeta	Armada Nacional
			Especialidad Superficie, Oceanógrafo Físico	
			Mauricio Moreno, Jefe de Cubierta, Teniente de Navío Especialidad	Armada Nacional
			Superficie, Oceanógrafo Físico	
			Orlando Lemus, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Gloria Cabrera, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Ingeniero Mario Vacca, Mareógrafo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Frain Zipa, Auxiliar Meteorología Isla	Instituto Colombiano de

				Meteorología y Adecuación de Tierras
			Noel Garzón, Auxiliar Meteorología Isla Malpelo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Guillermo Ardila, Ingeniero	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Jairo González, Auxiliar Meteorología	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			José Barreto, Auxiliar Meteorología	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			José R. Cruz, Auxiliar Meteorología	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Alejandro Suárez, Biólogo Marino	CCCP

		Clara I. Barbos, Bióloga Marina	CCCP
		José Vélez, Biólogo Marino	CCCP
		Julio Vélez, Buzo	Universidad del Valle
		Beatriz Beltrán, Bióloga	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
		Luís Zapata, Biólogo	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
		Carazo B. Rafael, Estudiante Oficial Navegación.	SENA
		Díaz B. Leonardo, Estudiante Oficial de Navegación.	SENA
		Coneo M. Manuel, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
		Coneo M. Luís, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
		Escamilla S. Carlos, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
		Abel F. Silva. Estudiante Oficial de Navegación	SENA
		García G. Elis, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
		González C. Didier, Estudiante Oficial de Navegación.	SENA

			Jorgan A. Aroldo, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
			Obando B. Ekener, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
			Tovar A. Rolando, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
			Ruiz C. Augusto, Estudiante Oficial de Navegación	SENA
Septiembre - Octubre 1993	ERFEN XXI	ARC Providencia	Ricardo Quintero Serpa, Capitán de Corbeta Cuerpo Administrativo Biólogo Marino, Jefe de Crucero	CIOH
			Oscar Neira, Suboficial Segundo, Técnico Oceanógrafo	CIOH
			Javier Holguín, Suboficial Segundo, Técnico Oceanógrafo.	CIOH
			Héctor Ospina, Suboficial Segundo, Encargado de sintetizar los datos oceanográficos del Crucero	CIOH
			Hernando Wiest, Capitán de Corbeta Ejecutivo de	Armada Nacional

Superficie.

261

Comandante del ARC

			"Providencia", Oceanógrafo Físico	
			Eduardo Montagut, Capitán de Corbeta Ejecutivo de Superficie. Segundo Comandante del ARC "Providencia", Oceanógrafo Físico	Armada Nacional
			Mauricio Moreno, Teniente Ejecutivo de Superficie. Jefe del Departamento de Cubierta y Laboratorio ARC "Providencia", Oceanógrafo Físico	Armada Nacional
			Elías Blanco, Suboficial Tercero, Técnico Oceanógrafo	CCCP
			Daniel Rodríguez Godoy, Teniente de Fragata, Área de Instrucción y Entrenamiento	Armada Nacional de Venezuela
			Beatriz Beltrán, Bióloga	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
			Luis Zapata, Biólogo	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
			Fredy Pretil, Auxiliar	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
			Wilson González, Auxiliar	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura

			Martha Lasso, Meteoróloga	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Jorge Moreno, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Hugo Cárdenas, Meteorólogo	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
			Luís Ramírez, Tesista químico.	Universidad Nacional de Colombia
			Norma Grimaldo, Tesista de Biología	Universidad Nacional de Colombia
			Gladis Arguello, Tesista de Biología	Universidad Nacional de Colombia
			Jackeline Boada, Tesista de Biología	Universidad Industrial de Santander
Noviembre de 1994	Pacífico XXIV-ERFEN XXII	ARC Providencia	Rito Ernesto Gómez, Capitán de Corbeta Cuerpo de Superficie de Mar, Oceanógrafo	Armada Nacional

			Víctor Bermúdez, Suboficial Primero de cuerpo del mar, Técnico Oceanógrafo	Armada Nacional
			Alonso Marrugo, Teniente, Químico	Armada Nacional
			Rene Pineda, Teniente, Oceanólogo	Armada Nacional
			Constanza Soler, Teniente, Sistemas	Armada Nacional
			Rito Ernesto Gómez, Capitán de Corbeta Cuerpo de Superficie de Mar, Jefe de Estación	CCCP
			Jhon Álvarez, Suboficial Primero Cuerpo Administrativo, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Cesar Pineda, Suboficial Segundo del Cuerpo de Superficie de Mar, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Héctor Guevara, Suboficial Segundo del Cuerpo de Superficie de Mar, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Fullera León, Suboficial Tercero del Cuerpo de Superficie de Mar, Auxiliar Oceanografía	CCCP

			Fabián Molina, Suboficial Tercero del Cuerpo de Superficie de Mar, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Carlos Portillo, Infante de Marina, Auxiliar de Oceanografía	CCCP
			Alonso Marrugo, Trabajador Oficial, Jefe de Estación	CCCP
			Constanza Soler, Especialista Quinto, Sistemas	CCCP
			Víctor Bermúdez, Suboficial Primero de cuerpo del mar, Técnico Oceanógrafo	CIOH
			Héctor Ospina, Suboficial Segundo de cuerpo del mar, Técnico Oceanógrafo	CIOH
			Lucía Garcés, Estudiante, Auxiliar	Universidad Jorge Tadeo Lozano
			Liliana Medina, Estudiante, Auxiliar	Universidad Jorge Tadeo Lozano
Junio 1996	de Pacífico XXV-ERFEN XXIII	No dato	Hay Julián Augusto Reyna Moreno, Teniente del cuerpo de superficie de mar, Oceanógrafo	CCCP
			Pinto Cesar, Suboficial primero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP

			Nairo Montenegro, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Jorge Batista, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Fabián Molina, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Alejandro Sarmiento, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo. Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Juan Carlos Barraza, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Rene Pineda, Trabajador Oficial, Ingeniero Oceanólogo	CCCP
			Liliana Medina Campos, Trabajador Oficial, Bióloga Marina	CCCP
			Constanza Soler, Quinto Especialista, Tecnóloga en Sistemas	CCCP

			Yaneth Acevedo, Contratista, Sistemas	CCCP
Octubre de 1996	Pacífico XXVI- ERFEN XXIV	No hay dato	Julián Augusto Reyna Moreno, Teniente del cuerpo de superficie de mar, Jefe de Crucero	CCCP
			Nairo Montenegro, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Fuleda León, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Fabián Molina, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Fredy Cervantes, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Juan Carlos Barraza, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Rene Pineda, Trabajador Oficial, Ingeniero Oceanólogo	CCCP

			Liliana Medina Campos, Trabajador Oficial, Bióloga Marina	CCCP
			Robinsón Casanova, Trabajador Oficial, Químico	CCCP
			Constanza Soler, Quinto Especialista, Tecnóloga en Sistemas	CCCP
Mayo de 1997	Pacífico XXVII-ERFEN XXV	No hay dato	Juan Herrera Leal, Teniente de Cuerpo de Superficie, Jefe de Crucero	Armada Nacional
			Nairo Montenegro, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	Armada Nacional
			Fuleda León, Suboficial Tercero del Cuerpo Administrativo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Carlos Moreno, Marinero, Auxiliar de Oceanografía	CCCP
			Paul Yuber, Marinero, Auxiliar de Oceanografía	CCCP
			Rene Pineda, Trabajador Oficial, Jefe de Estación	CCCP

			Liliana Medina Campos, Trabajador Oficial, Bióloga Marina	CCCP
			Robinsón Casanova, Trabajador Oficial, Químico	CCCP
			Constanza Soler, Ingeniera en Sistemas	CCCP
			Salomón Salazar, Profesor	Universidad de Nariño
Noviembre de 1997	Pacífico XXVIII-ERFEN XXVI	ARC Malpelo	Edgard Enrico Cabrera Luna, Capitán de Fragata, Director de CCCP	CCCP
			Jairo Peña, Capitán de Fragata, Comandante del ARC "Malpelo"	Armada Nacional
			Liliana Medina, Bióloga Marina, Jefe de Estación	CCCP
			Carlos Vergara, tesista	Universidad Javeriana
			César Pinto, Suboficial Primero	CCCP
			León Fullea, Suboficial Tercero	CCCP
			Fabián Molina, Suboficial Tercero	CCCP
			Ramón López, Marinero López	CCCP
			Diana Molano, Ingeniera en Sistemas	CCCP
Mayo de 1998	Pacífico XXIX-ERFEN	ARC Malpelo	Gustavo Camacho, Teniente del Cuerpo	Armada Nacional

			Oceanógrafo Físico	
	XXVII		Alex Rene Pineda Devia. Investigador, Ingeniero Oceanólogo	CCCP
			Liliana Medina Campos, Investigadora, Bióloga Marina	CCCP
			Valery Tchantsev, Asesor del Proyecto	
Noviembre de 1998	Pacífico XXX-ERFEN XXVIII	ARC Malpelo	Edgard Enrico Cabrera Luna, Capitán de Fragata, director del CCCP	CCCP
			Jairo Peña, Capitán de Fragata, Director CIOH	CIOH
			Julio Vargas Gómez, Capitán de Fragata, Comandante del ARC Malpelo	Armada Nacional
			Marina Liliana Medina, Bióloga Marina, Jefe de la Estación	CCCP
			Cesar Pinto, Suboficial Primero	CCCP
			León Fullera, Suboficial Tercero	CCCP
			Paúl Yuber, Marinero	CCCP
			Diana Molano, Ingeniera en Sistemas	CCCP
			José Fernando	Universidad

Jiménez, Ingeniero Nacional de

			Civil	Colombia
			Carlos Ramón Barrera, Biólogo Marino	Instituto de Hidrología, Meteorología
			Carlos Fernández, Tesista	Universidad de Nariño
Mayo de 1999	Pacífico XXXI-ERFEN XXIX	ARC Malpelo	Gustavo Camacho Guerrero, Teniente del Cuerpo de Superficie de Mar, Jefe del Crucero	CCCP
			Cesar Pinto, suboficial Primero, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			León Fullea, Suboficial Segundo, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Yuber Paúl, Suboficial Tercero, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Mario Guardo, Marinero, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Alexandra Quiceno, Trabajador Oficial, Jefe de Estación	CCCP
			Liliana Medina, Trabajador Oficial, Jefe de Estación	CCCP
			Maria Fernanda Barberi, Publicista	CCCP
			Angélica Chilito, Estudiante	CCCP

			Patricia Macias, Ingeniera Química	Instituto Nacional de Pesca de Ecuador
Mayo 2000	de Pacífico XXXII- ERFEN XXX	ARC Gorgona	Alex Rene Pineda Devia, Trabajador Oficia, jefe del Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Cesar Pinto Tovar, Suboficial Primero Cuerpo de Hidrografía, Jefe de Estación, Auxiliar Química	CCCP
			Fuleda Barandita León, Suboficial Segundo Cuerpo de Oceanografía Física, Jefe de Estación, Auxiliar de Biología	CCCP
			Paul Yuber, Suboficial Tercero Cuerpo de Oceanografía Física, Tecnólogo en Oceanografía	CCCP
			Oscar Fajardo, Marinero Cuerpo de Oceanografía Física, Auxiliar en Oceanografía	CCCP
			Diego Guerrero, Marinero Cuerpo de Oceanografía Física, Auxiliar en Biología	CCCP
			Lewis Cabezas, Marinero Cuerpo de	CCCP

			Auxiliar en Química	
			Elcira Delgado, Bióloga Marina	Instituto del Mar del Perú
Noviembre - Diciembre 2000	Pacífico XXXIII- ERFEN XXXI	ARC Providencia	Luís Otero Díaz, Teniente de Navío Logístico, Jefe de Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Alex Rene Pineda Devia, Trabajador Oficial, Jefe de Estación, Oceanógrafo	CCCP
			Cesar Pinto Tovar, Suboficial Primero Cuerpo de Mar Hidrografía, Jefe de Estación, Auxiliar Química	CCCP
			Fuleda Barandica León, Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía Física. Auxiliar Biología	CCCP
			Fabián Molina Urueta, Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía Física. Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Lewis Cabezas, Marino Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Química	CCCP

			Demmys Rozo Sánchez, Marino Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Rocío Meneses Sánchez, Tesista Ecología	Fundación Universitaria de Popayán
Junio - Julio de 2001	Pacífico XXXIV- ERFEN XXXII	ARC Providencia	Alex Rene Pineda Devia, Trabajador Oficial, Jefe de Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Robinsón Casanova, Trabajador Oficial, Jefe de Estación, Químico	CCCP
			Fulleda Barandica León, Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía	CCCP
			Oscar Fajardo, Marinero Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Oceanografía	CCCP
			Demys Roso, Marinero Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Biología	CCCP
			Lucia Fonseca, Biología Marina.	CCCP
			Julián Uribe, Tesista	Universidad Jorge Tadeo Lozano

			Armando De Lissa, Teniente de Fragata, Oceanógrafo	Armada Nacional
Agosto - Septiembre de 2001	Pacífico XXXV- ERFEN XXXIII	ARC Providencia	No hay dato	No hay dato
Febrero - Marzo de 2002	Pacífico XXXVI- ERFEN XXXIV	ARC Malpelo	Eric Guayana Labrador, Teniente Logística, Jefe de Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Robinsón Casanova, Trabajador Oficial, Jefe de Estación, Químico	CCCP
			Ingrid García, Trabajador Oficial, Bióloga Marina	CCCP
			León Fullea Barandica, Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar en Biología	CCCP
			Yuber Paúl, Suboficial Tercero Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Meteorología	CCCP
			Oscar Fajardo, Marinero Cuerpo de	CCCP

			Física, Auxiliar Meteorología	
			Demmys Rozo, Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Química	CCCP
Sep-02	Pacífico XXXVII-ERFEN XXXV	ARC Malpelo	Luís Jesús Otero Díaz, Capitán de Corbeta, Jefe de Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Andrea Devis Morales, Contratista, Jefe de Estación, Oceanóloga	CCCP
			Ingrid García Hansen, Trabajador Oficial, Jefe de Estación, Biología Marina	CCCP
			Cesar Pinto, Suboficial Jefe, Auxiliar Química	CCCP
			Fulleda Barandita León, Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Biología-Química	CCCP
			Paul Yuber, Suboficial Tercero Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Oceanografía-Meteorología	CCCP
			Oscar Fajardo, Marinero Tercero	CCCP

			Mar Oceanografía Física, Auxiliar Meteorología	
			Jorge Soler	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
			Edgar Arteaga	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
			Carlos Guerrero, Teniente de Navío	Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú
			Miles Hernán, biólogo	Instituto de Fomento Pesquero de Chile
			Bernardo Benavides White, Capitán de Fragata, Comandante del Buque Oceanográfico	Armada Nacional
			Urbano Rosas, Teniente de Corbeta, Segundo Comandante	Armada Nacional
			Carolina López, Teniente de Corbeta	Armada Nacional
			Sanin, Teniente de Corbet	Armada Nacional
			Robledo, Teniente de Corbeta	Armada Nacional
			Cesar Garzón	Armada Nacional

			Marengo, Jefe Técnico, Contramaestre	
			Rico Wilson, Suboficial Segundo	Armada Nacional
			Nilson Yan Rueda, Suboficial Tercero	Armada Nacional
			Sandro Babativa, Marinero	Armada Nacional
			Jorge Morillo Cuadrado	Armada Nacional
Sep-03	Pacífico XXXVIII-ERFEN XXXVI	ARC Malpelo	Javier Ortiz Galviz, Capitán de Corbeta Especialidad Superficie, Jefe de Crucero, Oceanógrafo Físico	CCCP
			Paula Rojas, Bióloga Marina. Jefe de Estación – Bióloga Marina	CCCP
			Fernando Luna, Química, Jefe de Estación, Químico	CCCP
			Fuleda Barandica León, Suboficial Primero Cuerpo de Oceanografía Física, Auxiliar Biología-Química	CCCP
			Paul Yuber, Suboficial Segundo Cuerpo de Oceanografía Física, Auxiliar de Oceanografía	CCCP

			Emerson Espitia, Suboficial Segundo Cuerpo de Oceanografía Física, Auxiliar Meteorología	CCCP
			Ernesto Duran, Capitán de Fragata Especialidad Superficie, Comandante	Armada Nacional
			Julio Poveda, Teniente Especialidad Superficie, Segundo Comandante	Armada Nacional
			Jaime Moreno, Teniente de Corbeta, Oficial de Guardia	Armada Nacional
			Alejandro Sanin, Teniente de Corbeta, Oficial de Guardia	Armada Nacional
			Fair Robledo, Teniente de Corbeta, Oficial de Guardia	Armada Nacional
			Cesar Garzón Marengo, Jefe Técnico, Contramaestre	Armada Nacional
			Jorge Padilla, Suboficial Tercero, Suboficial de Seguridad	Armada Nacional
			Jorge Morillo Cuadrado, Adjunto Primero, Maniobra Winche	Armada Nacional

			Jeimmy Melo, Ingeniera	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
			Edgar Arteaga, Biólogo	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
			Natalia Escobar, Estudiante	Universidad Militar Nueva Granada
			Erika Gutiérrez, Estudiante	Universidad del Valle
			Héctor Chauz Campo, Químico	Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador
Sep-04	Pacífico XXXIX- ERFEN XXXVII	ARC Providencia	Javier Ortiz Galviz, Capitán de Corbeta Especialidad Superficie, Jefe de Crucero-Oceanógrafo Físico	Armada Nacional
			Jorge Tovar, Contratista, biólogo	Armada Nacional
			Marcela Duarte, Contratista, químico.	Armada Nacional
			Suboficial Segundo Cuerpo de Mar Oceanografía, Auxiliar en Oceanografía	Armada Nacional
			Oscar Fajardo, Suboficial Tercero, Cuerpo de Mar Oceanografía Física	Armada Nacional

		Juan Rueda, Marinero Cuerpo de Mar Oceanografía Física, Auxiliar Oceanografía.	Armada Nacional
		Edgar Arteaga, biólogo	Instituto de Investigación Marina y Costera.
		Ingrid Jiménez, bióloga	Universidad Militar Nueva Granada
		Eugenia Escarria, bióloga	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del Ministerio del Medio Ambiente
		Carlos Rocha, Meteorólogo	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
		Alba Fonseca, Bióloga	Universidad EAFIT
		Isabel Ávila, Bióloga	Fundación Yubarta
		Germán Soler, Biólogo	Fundación Malpelo
		Georgina Flores, Oceanógrafa Química	CCCP

Fuente: Autor del proyecto

CAPITULO IV

4. PROYECCIONES DE LOS CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS

El desarrollo histórico de los cruceros oceanográficos ha estado marcado por el crecimiento institucional de la DIMAR, que a partir de sus reestructuraciones ha adquirido nuevas funciones administrativas, dentro de las cuales se encuentra la planeación, coordinación y ejecución de labores científicas en el mar. Estas actividades investigativas se empezaron a realizar desde la segunda mitad del Siglo XX, período en que la Oceanografía en el país tomó un importante impulso con la creación de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), que se encargó de divulgar e incentivar la fundación de instituciones de investigación marina en el ámbito nacional⁴⁷⁹. En el caso de Colombia los primeros estudios oceanográficos e hidrográficos presentaron una serie de inconvenientes propios de la falta de experiencia del personal y los limitados recursos de la DIMAR, los cuales se reflejaron en la irregularidad de los cruceros oceanográficos que se efectuaron en el Pacífico colombiano durante la década de 1970, a bordo del buque ARC San Andrés que fue adaptado en distintas ocasiones para la realización de las investigaciones marinas⁴⁸⁰.

Así, para la década del 80 la Oceanografía en Colombia recibió un gran apoyo con la incorporación a la Armada Nacional de los buques ARC Malpelo y ARC Providencia, plataformas investigativas de fabricación alemana que llegaron al país como soporte investigativo para la ejecución de las expediciones oceanográficas, que durante la década pasada se vieron constreñidas en el adelantamiento de algunas actividades científicas por las dificultades que representó el diseño y la estructura del buque⁴⁸¹. Con la entrada en funcionamiento de las nuevas plataformas, la investigación marítima se regularizó en el país, pues se empezaron hacer con mayor frecuencia estudios científicos sobre ambos litorales (J. Soltau, com. pers.). Hecho que estuvo ligado a las muchas aplicaciones que tienen los cruceros oceanográficos para el crecimiento de la

⁴⁷⁹ DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. 03 Agosto de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07>

⁴⁸⁰ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1975a. Informe Datos Oceanográficos, Pacifico IV-ERFEN I (1975). Informe Técnico. Bogotá: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

⁴⁸¹ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1976b. Crucero Pacifico VI – ERFEN III (1976). Informe Técnico. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima y Portuaria. [s.p.]

Nación, pues permite conocer las riquezas de sus mares, la morfología de sus costas, la producción de cambios océano-atmosféricos, el comportamiento interanual del océano y el desarrollo de las Ciencias del Mar, sucesos que están ligados al avance científico y la utilización de la investigación marina para fines económicos y sociales (Figura 45)

Figura 45. Buque ARC Gorgona, utilizado en el 2000 durante la realización del crucero Pacífico XXXII-ERFEN XXX.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico

De esta manera los años 90 mantuvieron el desarrollo científico que desde 1975 se inició con los programas investigativos ERFEN, los cuales se fortalecieron y solidificaron su importancia en el ámbito regional e internacional. Situación que se manifestó en la continuación de estos estudios, que enmarcaron y enfocaron la orientación de las investigaciones oceanográficas en Colombia, las cuales durante más de 19 años volcaron su interés en mantener la producción de datos oceanográficos en el Pacífico colombiano, que permitieran comparar y cotejar más adelante el comportamiento de la CPC⁴⁸².

Durante 36 años los estudios oceanográficos han producido informes científicos sobre la CPC, los cuales han sido indispensables para identificar la producción de fenómenos naturales y establecer el estado oceánico del Pacífico Sudeste, que como suele ocurrir varía constantemente como prueba de los cambios a que están sometidos los océanos. Esta actividad científica ha permitido determinar la magnitud

⁴⁸² Centro Control Contaminación del Pacífico. 1990b. Crucero Pacífico XVII. Informe Técnico. [s.l.e.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. [s.p.].

de los eventos y la influencia que estos tienen sobre los territorios continentales, los cuales fueron asolados por las altas temperaturas, los elevados niveles de pluviosidad, las sequías, las pérdidas de los cultivos, la proliferación de enfermedades, la inundación de ciudades, etcétera. Situación que hace fundamental la puesta en marcha de investigaciones oceanográficas, que produzcan pronósticos meteorológicos que faciliten la toma de medidas preventivas y el alistamiento frente a cambios atmosféricos que son letales para la vida de la humanidad.

Actualmente los cruceros oceanográficos cuentan con profesionales e instrumentos técnicos más especializados, los cuales permiten producir datos oceanográficos más confiables y precisos sobre las condiciones océano-atmosféricas del Pacífico colombiano. Estas investigaciones cada día toman mayor relevancia en el ámbito internacional por los aportes que brindan a los diferentes sectores productivos de las sociedades modernas, pues permiten predeterminar con antelación el desarrollo de cambios océano-atmosféricos que usualmente paralizan y entorpecen la economía de las naciones, como sucedió con el fenómeno El Niño de 1997-1998 que produjo pérdidas a nivel mundial por más de U.S \$7.000 millones a causa del desorden climático que cobró vidas humanas y pérdidas materiales⁴⁸³.

A través del desarrollo de las expediciones sea posible establecer ciertos cambios durante su desarrollo histórico, los cuales se destacan por las modificaciones que presentan en cuanto al pasado, presente y futuro de los cruceros oceanográficos, entre estos los enfoques investigativos, los instrumentos técnicos, el personal participante y los buques de investigación, puntos claves que poseen una relación directa para entender lo que fue y será la Oceanografía en Colombia.

En cuanto a los enfoques investigativos se observó que durante el periodo de 1970-2000 se ejecutaron estudios físicos, químicos, biológicos y meteorológicos, los cuales fueron consecuentes con los programas investigativos planeados para cada año, mostrando una predominancia investigativa que desvirtuó por completo la determinación de parámetros geológicos, hecho que aunque hace parte del pasado se encuentra permanentemente en el presente donde la orientación investigativa se dirige hacia el desarrollo del ERFEN que atrae todas las miradas investigativas hacia el

⁴⁸³ El Impacto del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones. Centro Regional de Información sobre Desastres de América Latina y el Caribe. 02 Septiembre de 2006. http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No1_2001/pagina22.htm

avance de ciertas áreas oceanográficas, ignorando otros estudios investigativos vitales para el avance de la Oceanografía. Este accionar permite divisar un futuro investigativo ausente de estudios geológicos, donde parámetros como la granulometría sean ajenos a los cruceros oceanográficos y sus estudios se limiten a la extracción de muestras sedimentológicas a bajas y medias profundidades en costas, ríos y lagunas⁴⁸⁴ (Ver: Figura 46)

Figura 46. Muestra sedimentológica tomada en las costas de Buenaventura durante una salida de campo, para esta ocasión se utiliza un cono sedimentológico de arrastre.



Fuente: Centro Control Contaminación del Pacífico.

Situación que llama la atención por la eminente falta de interés en cuanto a la obtención de estos registros geológicos, que aportan importantes conocimientos sobre el origen, comportamiento y desplazamiento de la tierra. Colombia por poseer regiones altamente sísmicas debe propender por el adelanto de estudios geológicos que contribuyan al avance cognoscitivo sobre este tema, que es fundamental a la hora de medir los efectos y las consecuencias de un desastre natural. (Ver Tabla 12)

Con base en lo anterior se debe recalcar que la mayoría de los estudios geológicos sobre el Pacífico colombiano han sido desarrollados por extranjeros, que frente a la

⁴⁸⁴ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1987a. Informe de Actividades Realizadas en el Crucero “Pacífico X, ERFEN VII”. Informe Técnico: Cartagena. Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. p 3.

falta de iniciativa local se han dado a la tarea de estudiar y analizar el fondo marino. Parte de la imposibilidad que han mostrado las instituciones nacionales se encuentra en la falta de recursos e instrumentos técnicos y tecnológicos apropiados para determinar este tipo de parámetros oceanográficos, que suelen ser muy costosos dada la capacidad de resistencia que poseen para poder bajar a grandes profundidades. En el caso de la CPC se encuentran profundidades mayores a los 3.000 m, las cuales hasta el momento no han sido exploradas ni estudiadas por ninguna entidad. (E, Rodríguez.com. pers.)

Se intuye que para el futuro los cruceros oceanográficos van a seguir presentando vacíos investigativos, que exhiben notablemente carencia científica en la constitución de una Oceanografía integral donde se ejecuten todas las áreas de investigación. Por otro lado, se sugiere la creación de programas investigativos a nivel nacional que incentiven el desarrollo de la Geología Marina y la proyecten dentro del marco de investigaciones internacionales, que se encarguen de su financiación y apoyo. De esta manera se evitara que los estudios geológicos sigan decayendo en el país y abandonen por completo su interacción con el mar.

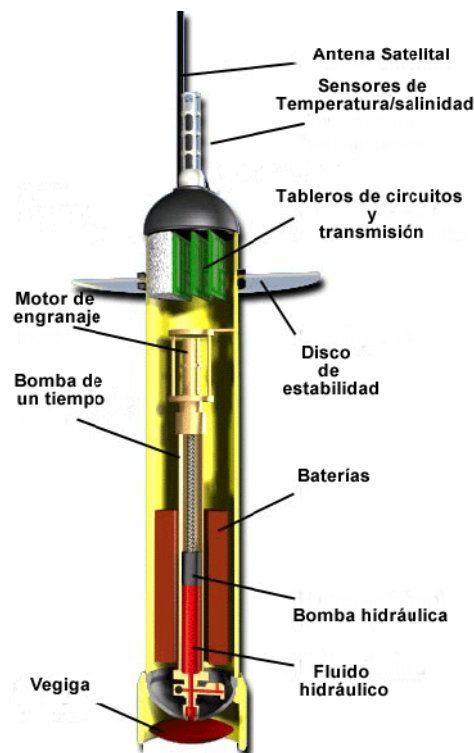
Con relación a los instrumentos técnicos que se utilizaron a lo largo de los cruceros oceanográficos se evidenció cambios significativos en cuanto a la implementación de nuevos equipos de investigación durante cada década. Como se aprecia en la Tabla VII, elementos como las botellas Nansen fueron reemplazadas por el uso de las botellas Niskin, las cuales se caracterizaron por tener mayor capacidad de recolección y mejor composición material, lo cual optimizó la toma de muestras de agua y disminuyó el riesgo de contaminación del líquido⁴⁸⁵.

Los adelantos tecnológicos apuntan cada vez a producir equipos de mayor tecnología, que permitan obtener datos oceanográficos más exactos y al instante, razón por la cual aparatos electrónicos como las boyas oceanográficas permiten registrar parámetros físicos y meteorológicos en tiempo real del estado del océano, lo cual facilita de manera sustancial el desarrollo de ciertas áreas oceanográficas que antes sólo se realizaban a partir de los cruceros. Con las boyas estos parámetros podrán ser

⁴⁸⁵ Centro Control Contaminación del Pacífico. 1988a. Las Condiciones Oceanográficas del Pacífico Colombiano Durante Marzo-Abril/88-Crucero. Informe Técnico. [s.l.i.]: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Armada Nacional, Dirección General Marítima. pp. 1-2.

calculados de manera rápida y económica pues los gastos que estas representan con respecto a los buques son mucho menores⁴⁸⁶ (Ver Figura 47)

Figura 47. Boyas Argos, elementos flotantes que registran parámetros físicos y meteorológicos del mar y envían sus datos a satélites que retransmiten la señal a estaciones en tierra donde se recibe la información y se estudia.



Fuente: Tomado de <http://www.shoa.cl/>

Es así, como algunas áreas de investigación oceanográfica tienden a dejar de realizarse a bordo de plataformas investigativas y se orientan hacia la aplicación de otros métodos, que permitan disminuir los gastos y aceleren el proceso de obtención de los datos oceanográficos. Por esta razón, se visualiza que para un futuro las investigaciones que se realicen a bordo de los cruceros oceanográficos se centrarán en el desarrollo de estudios biológicos, químicos y geológicos, que dependan necesariamente de la movilización de plataformas para su ejecución.

⁴⁸⁶ Sistema Argos. ARGOS. Diciembre 02 de 2006. http://www.cls.fr/html/argos/welcome_es.html

En la actualidad los cruceros oceanográficos son esenciales para el establecimiento de las condiciones océano-atmosféricas de la CPC, ya que a través de estos se desarrollan las áreas de investigación y se determinan parámetros oceanográficos, siendo la herramienta más importante y valiosa que se posee para hacer Oceanografía. Posiblemente más adelante la Nación al igual que algunos países sudamericanos invierta en el sistema Argos y se introduzca en la determinación satelital de parámetros marinos, que aporten información instantánea sobre el comportamiento del océano y sus condiciones atmosféricas. Hecho que hasta el momento posee sus beneficios y perjuicios, pues aunque permite mantener un monitoreo constante sobre las condiciones meteorológicas del océano, descarta por completo la posibilidad de obtener datos oceanográficos sobre un punto previamente establecido.

De esta manera los sistemas de información satelital cada vez toman mayor fuerza en el adelanto de las investigaciones oceanográficas por las propiedades que ofrecen para el transporte e intercambio de datos oceanográficos, los cuales son tomados in situ y descargados en la plataforma investigativa para luego ser transferidos a las estaciones en tierra, donde se estudia, calcula y analizan los parámetros tomados, para luego emitir resultados sobre el estado del océano.

En el país la adquisición de tecnología de punta para el desarrollo de la investigación oceanográfica es limitada, tanto por los altos costos que representa comprar estos equipos como por los modestos presupuestos que dirige la DIMAR para sus centros de investigación, los cuales trabajan a partir de los instrumentos técnicos que desarrollan datos oceanográficos de calidad, que permiten conocer las condiciones del océano y correlacionar sus diferentes parámetros oceanográficos, pero impiden la utilización de esta información en el adelanto de investigaciones internacionales por no estar acorde a los estándares mundiales sobre calidad de datos. (E, Rodríguez. com. pers.)

Por la importancia que representa para cualquier centro de investigación mundial producir, compartir e intercambiar datos oceanográficos, en Colombia se ha iniciado un proceso de estandarización de políticas de calidad, donde la DIMAR ha estado interesada en apoyar estudios que permitan adaptar y sugerir dónde deben centrarse los esfuerzos futuros para abordar las políticas de intercambio en relación a control de

calidad, para lo cual se inició la asociación de metadata⁴⁸⁷ de diferentes variables relacionadas con el estado del medio marino, que garantice una mejor calidad en la producción científica de los centros de investigación en el ámbito nacional.

El CCCP ha venido trabajando en los dos últimos años en el desarrollo de una herramienta que reúna metodologías de organización, procesamiento y aplicación de estándares de calidad internacionales, para la creación de un sistema de información con características de administración remota por parte de los Centros de Investigación de la DIMAR que facilite el acceso a futuras consultas en línea por internet. Por tal razón, el CCCP busca potencializar los datos e información oceanográfica recolectada mediante utilización de modelos globales como TOPEX/Poseidón, Jasón, entre otros, o la comparación de resultados de cruceros oceanográficos con datos de altimetría y radar, así como la introducción de las bases de datos oceanográficas a sistemas que permita un fácil acceso, con referencia geográfica, de exploración análisis y visualización interactiva, como el que incorpora el ODV. A partir de estos planes se intenta darle una nueva organización al manejo de datos oceanográficos que produce la DIMAR, para que cada día estén más alcance del público que las solicita y necesita para el desarrollo de sus investigaciones científicas⁴⁸⁸.

Es importante destacar que la Oceanografía en Colombia hace parte de una carrera investigativa a largo plazo que necesita ser apoyada y financiada, pues sus resultados tan sólo no se dan a corto plazo sino que se proyectan hacia el futuro. Por ejemplo la información que produce una expedición suele ser utilizada de manera inmediata para determinar las condiciones océano-atmosféricas del océano Pacífico, pero también contribuye a la constitución de una base de datos oceanográficos que facilita la consulta y correlación de los parámetros investigativos. Los cuales son fundamentales para realizar perfiles oceanográficos donde se estudia y analiza periódicamente el comportamiento oceánico, que facilite la interpretación de la evolución y desarrollo de fenómenos naturales durante cierto tiempo y espacio.

⁴⁸⁷ Descripción de los datos oceanográficos donde se especifican los pasos que se ejecutan para obtener parámetros oceanográficos.

⁴⁸⁸ RODRIGUEZ, L. Estudios Piloto sobre los Procedimientos de Control de Calidad de Datos Oceanográficos Producidos por la DIMAR.-CCCP. Centro Control Contaminación del Pacífico. San Andrés de Tumaco, 2006. [s.p.].

Con base en lo anterior debe entenderse que las investigaciones oceanográficas están dirigidas a una modernización constante de sus estudios, por las necesidades que estos representan para producir e intercambiar datos oceanográficos más exactos e inmediatos. Hecho que marca sustancialmente el adelanto científico de un país con respecto a otro en las Ciencias del Mar, pues se evidencian serias diferencias en cuanto a los instrumentos técnicos y métodos de procesamiento de la información.

Teniendo en cuenta la participación que históricamente han presentado en los cruceros oceanográficos instituciones de investigación marina, universidades, ONG's e institutos internacionales, se observa que la vinculación de personal civil cada vez ha sido más reducida en comparación a la participación de militares, que aumenta considerablemente tras el paso de los años. Como se aprecia en la Tabla 14, la presencia de científicos en las expediciones ha estado supeditada a la relación laboral del personal con la DIMAR, situación que es acorde al interés de la institución por vincular personas de manera laboral o investigativa que posean compromisos con la entidad. Dada la responsabilidad que representa el cuidado, la seguridad y protección de la tripulación y los equipos oceanográficos, hecho que es fundamental a la hora de escoger e invitar a las personas que van a participar de las investigaciones.

Situación que pese a ser selectiva es consecuente con el presente educativo del país pues en la actualidad sólo existe una institución en el ámbito nacional que prepara profesionales en Oceanografía e Hidrología, la Escuela Almirante Padilla durante las últimas décadas sea encargado de formar militares en las Ciencias del Mar. Hecho que ratifica la presencia de militares en los cruceros oceanográficos por ser un cuerpo activo y preparado para afrontar estos retos investigativos. Pese a que gran parte de la investigación marina ha sido producida por miembros de la Armada Nacional, su desarrollo no presentado los avances anhelados por las obligaciones que plantea la vida militar, que de una u otra forma ha imposibilitado la continuidad de estos estudios y su adelantamiento por un personal definido. (E, Rodríguez. com. pers.)

En el presente las expediciones no cuentan con la presencia de un personal previamente establecido para adelantar investigaciones, por el contrario se sigue manejando la producción de estos trabajos científicos a partir de suboficiales técnicos, contratistas, practicantes y trabajadores oficiales, lo cual indica que no existe una estabilidad en el personal investigativo, por lo tanto la regularidad de los estudios

puede verse modificado. Esta situación al parecer no va a cambiar a futuro, pues el traslado del personal militar después de determinado tiempo, la reducción del presupuesto científico y las formas de contratación que adelantan los centros de investigación, no muestran ninguna mejoría en este aspecto. Por el contrario hacen prever que todo seguirá funcionando de la misma forma que lo ha venido haciendo durante los últimos años, impidiendo el desarrollo de investigaciones más integrales y rigurosas.

Las plataformas investigativas cada vez gozan de mayores aportes técnicos y tecnológicos, que las hacen ser más eficientes en el desarrollo de las investigaciones oceanográficas. Hecho que se comprueba en la ejecución de los primeros cruceros en el Pacífico colombiano los cuales se realizaron a bordo del buque ARC San Andrés, el cual durante el período 1970-1978 presentó algunos problemas para la determinación de ciertos parámetros oceanográficos por no estar adecuado para la investigación oceanográfica, mientras que en 1980 con la llegada del ARC Malpelo y ARC Providencia se evidenció una notable mejoría en la producción de datos oceanográficos por la entrada en funcionamiento de estos buques investigativos dotados de instrumentos técnicos y laboratorios científicos que facilitaron la ejecución de actividades científicas en el mar. (Ver: Tabla 12)

Estos buques oceanográficos desde su incorporación a la Armada Nacional hasta el presente exhiben serios cambios en su conformación y estructura que tras el paso de los años ha sido modificada a causa de los distintos usos que reciben estas plataformas. Las cuales lentamente pierden algunas de sus cualidades investigativas, por la falta de controles administrativos que regulen su utilización para fines netamente científicos, que cada vez ceden más terreno frente a las necesidades sociales y militares que presenta la Nación. Esta situación apunta a largo plazo a la desmantelación de los buques de investigación que están siendo convertidos en embarcaciones de carga, olvidando por completo la verdadera utilidad para la cual han sido creados.

Por otra parte también se descarta la posibilidad de que la Armada Nacional sea dotada hacia futuro de otros buques oceanográficos, pues los altos costos que constituye su compra y mantenimiento conllevan a que el gobierno Nacional se abstenga de invertir en este campo de la Ciencias del Mar. Por el contrario, se piensa

que las plataformas de investigación actuales puede desarrollar estudios oceanográficos de alta calidad, ignorando las deficiencias y los problemas que los científicos semestralmente afrontan durante el desarrollo de sus labores investigativas.

Por otra parte también se observa que las investigaciones oceanográficas, tienden a proseguir realizándose dos veces por año. Dada la importancia que han representado para el desarrollo del país en cuanto a la determinación de fenómenos naturales y la producción de informes meteorológicos que han permitido la constitución de planes de emergencia y medidas preventivas frente a un evento cálido. De esta manera se prosigue con la realización de un crucero de carácter nacional y otro internacional, donde se realizan monitoreos sobre la CPC para determinar las condiciones océano-atmosféricas y su relación con la posible generación de un evento cálido.

La fuerza que en el ámbito internacional ha adquirido la producción de información científica que permita identificar y prevenir cambios oceánicos y atmosféricos hace prever que las investigaciones oceanográficas en el país continuarán durante un largo tiempo, pues sus aplicaciones se multiplican y sus métodos de investigación se mejoran año tras año, constituyendo un proceso de rápida y progresiva evolución. Así, Colombia se perfila como un país líder en Sudamérica dentro de las estrategias investigativas que se planean en la CPPS, donde los países miembros tienden a fortalecer el desarrollo de los cruceros regionales conjuntos que buscan determinar las condiciones océano-atmosféricas de las aguas jurisdiccionales de Chile, Perú, Ecuador y Colombia, con el propósito de construir investigación internacional que aporte información sobre el comportamiento del Sudeste Pacífico⁴⁸⁹.

Las estrategias investigativas han sido uno de los puntos más favorables para el avance de la Oceanografía en el país, pues le ha suministrado responsabilidades y obligaciones investigativas en el ámbito regional que han sido fundamentales a la hora de llevar a cabo los cruceros oceanográficos. En gran medida la ejecución de expediciones investigativas semestralmente se deben al desarrollo de investigaciones internacionales como el ERFEN que periódicamente produce información científica sobre las condiciones océano-atmosféricas del Sudeste Pacífico, las cuales han adquirido tanta relevancia investigativa que su difusión es fundamental para

⁴⁸⁹ Cruceros Regionales. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 02 Diciembre de 2006.
<http://www.cpps-int.org/spanish/cientifico/crucerosregionales.htm>

pronosticar e implementar medidas preventivas frente a un fenómeno natural⁴⁹⁰. Razón por la cual, se estima que los centros de investigación marina en el país, impulsarán la puesta en marcha de procesos de calidad para datos oceanográficos que optimicen la producción científica, asunto en que actualmente centra su interés la DIMAR con el Centro de Información Marina Colombiana (CENIMARC) que busca cumplir con los estándares de calidad internacional propios para este tipo de información.

El CENIMARC compila técnicas de almacenamiento y aplicación de estándares de calidad utilizados por el Ocean Data View (ODV) para las áreas de Oceanografía Física, Oceanografía Biológica, Oceanografía Química, Oceanografía Geológica, Meteorología Marina y Costera. La central de información, cuyo desarrollo fue concebido bajo lenguajes y gestor de bases de datos con filosofía de software libre, cuenta con características de administración remota, multiplataforma y próximamente consulta en línea para los usuarios de Internet, que a través de este medio podrán obtener información reciente sobre el estado del océano⁴⁹¹.

También se observa que hacia futuro los cruceros van adquirir mayor importancia por los cambios atmosféricos que se avecinan a causa de la acción destructora del hombre en la naturaleza, que ha afectado severamente el medio ambiente hasta el punto de ser mas frecuente la generación de cambios climáticos en el mundo. Hecho que se confirma con el convenio de Kioto que busca reducir las emisiones de gases producido por países del primer mundo, que se convierten en los principales contaminantes y receptores de este evento mundial, que favorece el mantenimiento de los cruceros oceanográficos y prolonga su ejercicio investigativo a través de los años venideros, pues hace necesario dimensionar la magnitud de los cambios atmosféricos que se aproximan y por su magnitud amenazan la vida de los seres humanos.

De esta manera se aprecia como estas expediciones científicas están orientadas a proseguir su camino investigativo y abrir cada vez su rango de estudio a nuevos problemas, que se circunscriban dentro de los cambios océano-atmosféricos que desde el origen de la Tierra han modificado y afectado el medio en que vive el hombre.

⁴⁹⁰ Cruceros Regionales. Comisión Permanente del Pacífico Sur. 02 Diciembre de 2006.

<http://www.cpps-int.org/spanish/cientifico/crucerosregionales.htm>

⁴⁹¹ CENIMARC podrá ser consultada desde el Portal Marítimo Colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico. 02 Diciembre de 2006.

<http://www.cccp.org.co/modules.php?name=News&file=article&sid=190>

CONCLUSIONES

- Las investigaciones oceanográficas en el Pacífico colombiano se han caracterizado por monitorear las condiciones océano-atmosféricas, con el propósito de mantener un conocimiento permanente sobre comportamiento del océano.
- Desde 1975 los cruceros oceanográficos en la CPC sumaron a la investigación nacional, el Estudio Regional del fenómeno Natural El Niño (ERFEN). A partir del cual se empezó a identificar, estudiar y analizar los distintos ciclos de desarrollo del evento cálido, el cual ha sido el programa investigativo más importante y prolongado que ha desarrollado el país.
- Con la vinculación de Colombia a la CPPS, el país obtuvo beneficios jurisdiccionales sobre el mar y amplió sus estudios investigativos, mejorando la producción de datos oceanográficos e intercambiando información científica con otras naciones, adquiriendo un reconocimiento internacional.
- Las investigaciones oceanográficas en Colombia han estado bajo la administración de la DIMAR, que durante 34 años sea encargado de mantener la ejecución de la investigaciones y fortalecer sus diferentes áreas de estudio. Las cuales han mejorado su desarrollo con la adjudicación de nuevos programas investigativos de carácter internacional.
- Históricamente la falta de desarrollo de sectores productivos en el mar ha impedido que la Oceanografía en el país sea vista como una ciencia aplicada, por tal razón su autofinanciación ha sido un fracaso y su sostenimiento se da a través del Estado que la mantiene por ser una ciencia de esencial importancia para la exploración y explotación de los recursos marinos.
- A través de las expediciones se evidencia la ausencia de estudios geológicos en los cruceros oceanográficos, producto de la importancia que han representado los programas de investigación internacional para la Nación y las buenas relaciones que ha cosechado a partir de estas.

- En Colombia la falta de progreso de los sectores productivos marítimos ha impedido que las investigaciones puedan autofinanciarse o ser ejecutadas por otro tipo de entidades investigativas no militares, lo cual ha centralizado su desarrollo en la DIMAR que mancomunadamente sea encargado de efectuar la investigación marina en Colombia.
- La incorporación de los buques oceanográficos significó un paso gigantesco para la investigación marina, pues mejoró sustancialmente el desarrollo de las actividades oceanográficas y permitió producción de información científica más precisa.
- Con la vinculación de universidades e instituciones en el desarrollo de los cruceros oceanográficos en el Pacífico colombiano la DIMAR mejoro notablemente el nivel profesional de la tripulación, incremento los niveles de calidad de la investigación, abrió nuevos espacios para el desarrollo científico en el país y vinculo a la sociedad colombiana en la exploración de la CPC.
- A lo largo de las investigaciones oceanográficas se evidencia una falta de coordinación administrativa entre la DIMAR y sus centros de investigación en cuanto al préstamo de buques oceanográficos, instrumentos técnicos y la planificación de sus suministros.
- Las expediciones oceanográficas se han caracterizado por ser discontinuas en el Pacífico colombiano, presentando una serie de interrupciones propias del quehacer investigativo.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que las expediciones oceanográficas aumenten la vinculación de profesionales universitarios, los cuales pueden brindar su conocimiento científico y mejorar el desarrollo de las actividades investigativas. Aportando un respaldo académico a la institución y abriendo nuevos espacio para la práctica científica en Colombia.
- Es importante que los centros de investigación se preocupen por optimizar la calidad de los informes de los cruceros oceanográficos, pues en ellos se encuentra consignada la producción científica del país y una gran inversión de la Nación. Cabe destacar que sino se dan los correctivos del caso se corre el riesgo de perder información oceanográfica que puede ser vital para el avance científico de la Oceanografía.
- Se sugiere que para la realización de los informes de crucero se estandarice un modelo de desarrollo que permita diligenciar los datos oceanográficos de manera precisa e integra, describiendo el desarrollo de la investigación paso a paso. Por tal razón, se sugiere que se apliquen las normas establecidas por el programa IODE, que permite hacer una descripción perfecta de los temas, métodos e instrumentos a desarrollar.
- Se sugiere que la DIMAR como sede central cumpla con el cronograma establecido con sus dependencias para el desarrollo de labores investigativas, las cuales deben ser realizadas en fechas acordadas para evitar el incumplimiento de programas investigativos de carácter internacional, que representan la practica científica del país a nivel mundial.
- Se sugiere que los registros históricos que el CCCP posee sobre las condiciones océano-atmosféricas se han rescatados y preservados a partir de su digitalización. Permitiendo con esto facilitar su consulta, estudio posibilidad de convertirla en digital, facilitando de esta manera su consulta e intercambio de datos oceanográficos.

BIBLIOGRAFÍA

Consultas a Internet

- 35 años de la Comisión Colombiana del Océano - CCO. Armada Nacional de la República de Colombia. Septiembre 4 de 2006.
<http://www.armada.mil.co/english/imprimir.php?idcategoria=48899&resaltar=&nf=0>.
- Advancing the Science of Limnology and Oceanography [en línea].
<http://www.aslo.org/photopost/showphoto.php?photo=513&size=big&papass=&sort=1&thecat=500>
- Alcides d'Orbigny. Enciclopedia Wikipedia. 15 Septiembre de 2006.
http://es.wikipedia.org/wiki/Alcide_d%27Orbigny
- ARC Malpelo. Dirección General Marítima. 28 Octubre de 2006.
<http://www.dimar.mil.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=453&IDCompany=4>
- ARC Providencia. Dirección General Marítima. 28 Octubre de 2006.
<http://www.dimar.mil.co/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=452&IDCompany=42>
- Biological Oceanography. College of Oceanic Atmospheric Sciences. 18 Agosto de 2006. <http://bioloc.oce.orst.edu/strutton/ctd.JPG>
- Características Técnicas de las Boyas Argos. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Diciembre 02 de 2006.
http://www.shoa.cl/cendhoc/argo/proyecto/caracteristicas_tecnicas.htm
- Cartagena de Indias. Centro de Cooperación de la Formación Española. 20 Agosto de 2006. <http://www.cifaeci.org.co/cartagena/ctgena.htm>.

- Crucero Conjunto Regional de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Centro Control Contaminación del Pacífico. 02 Diciembre de 2006. <http://www.cpps-int.org/spanish/cientifico/cruceros/l%20CRUCERO.pdf>
- Departamento de Planeación Nacional. *Aprovechar los Recursos Marítimos*. 30 Agosto de 2006. www.dpn.gov.co.
- DIMAR 49 Años de Historia. Armada Nacional de la República de Colombia. Agosto 03 de 2006. <http://www.armada.mil.co/english/index.php?idcategoria=3129&ts=f09a621431a163be97d7e09536f6a07a>
- El Impacto del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones. Centro Regional de Información sobre Desastres de América Latina y el Caribe. Septiembre 2 de 2006. http://www.crid.or.cr/crid/CD_EIRD_Informa/esp/revista/No1_2001/pagina22.htm
- Fenómenos El Niño y La Niña.. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile. 30 Octubre de 2006. <http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/nino4.htm>
- Historia de la exploración de los océanos. Universidad Nacional Autónoma de México. 16 Septiembre de 2006. <http://www.geociencias.unam.mx/~rmolina/Diplomado/oceanos.htm>
- Historia del café y economía del café en Colombia. Monografías. Com. 30 Agosto de 2006. <http://www.monografias.com/trabajos3/histocafe/histocafe.shtml>.
- Historia del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Septiembre 1 de 2006. <http://www.cioh.org.co/presentacion/historia.html>

- Historia del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de Chile. Sistema Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 28 Agosto de 2006.
<http://www.shoa.cl/>
- Historia sobre el Estudio del Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur). Comisión Colombiana del Océano. Agosto 12 de 2006.
<http://www.cco.gov.co/fnino1.htm#dos>
- Historia. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Julio 14 de 2006. <http://www.cioh.org.co/hidroarea/PagHidro/PagHidro/Historia.htm>.
<http://www.cpps-int.org/spanish/cientifico/cruceros/l%20CRUCERO.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Efectos Naturales y Socioeconómicos del Fenómeno El Niño en Colombia [en línea]. Bogota: Ministerio del Medio Ambiente, 2002.
<http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO.pdf> . [30 de Octubre de 2006].
- Instrumentos Geodésicos. Enciclopedia Wikipedia [en línea]. 20 Octubre de 2006.
http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Batiterm%C3%B3grafo_museo_geominero_Madrid_%28Espa%C3%B1a%29.jpg
- Instrumentos y Métodos de Investigación en Oceanografía Física. Biblioteca Digital. 28 Octubre de 2006.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_16.html
- La Industria Pesquera. Biblioteca Digital. Septiembre 6 de 2006.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec_20.htm
- Larva. Enciclopedia Wikipedia. 21 de Octubre de 2006
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Larva>

- Medidores de agua. PEC Group [en línea]. 05 Octubre de 2006.
<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-medida-laboratorio/medidor-de-agua-9813-jardineria.htm>
- Nagasaki Marine Observatory. 06 Octubre de 2006. <http://www.nagasaki-jma.go.jp/kaiyo/kansoku/img/xbt.jpg>
- NOAA Photo Library. Oceanic & Atmospheric Administration. 12 Octubre de 2006. <http://www.photolib.noaa.gov/fish/fish1010.htm>
- Perfil de la Cooperación para la Investigación Científica Marina de América Latina y el Caribe. CEPAL. 05 de Agosto de 2006.
<http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/6274/LCL1499e.pdf>
- Plataformas Oceanográficas. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Agosto 27 de 2006.
<http://www.cioh.org.co/proserv/plataoceanico.html>.
- Los Buques de Investigación. Biblioteca Digital. Octubre 05 de 2006.
http://biblioteca.redescolar.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/067/htm/sec_13.htm
- Research. Marine Organic Geochemistry. 10 Agosto de 2006.
http://www2.udec.cl/geoquimica/en/research/tracking_el_nino.html
- Reseña de “Panorámica Afro colombiana. Estudios Sociales en el Pacífico”. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. 08 de Agosto 2006.
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/396/39600220.pdf>.
- Trabajos realizados. Universidad Católica del Valparaíso [en línea]. 14 de Octubre 15 de 2006.
<http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.profesores.ucv.cl/juanvignolo/labsei/Trabajos/fotocolorimetro.jpg&imgrefurl=http://www.profesores.ucv.cl/juanvignolo/labsei/Trabajos/trabajos.htm&h=70&w=95&sz=3&hl=es&start=8&>

[tbnid=jKh5eoKipeTRtM:&tbnh=59&tbnw=80&prev=/images%3Fq%3Dfotocolori
metro%26svnum%3D10%26hl%3Des%26lr%3D%26sa%3DG](http://www.cccp.org.co/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=23)

- Tsunami, Antecedentes. Centro Control Contaminación del Pacífico. Agosto 18 de 2006.
<http://www.cccp.org.co/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=23>.
- XII Expedición Científica Peruana a la Antártida. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Octubre 30 de 2006.
<http://www.concytec.gob.pe/cooperacion/expedicion-antartica.htm>

Consulta de Libros

- Armada Argentina. Manual de Obtención de Datos Oceanográficos. Armada Argentina, Buenos Aires, 1979.
- ARRIAGA, Luis. La Comisión Permanente del Pacífico Sur como Organismo Regional Marítimo y sus Perspectivas. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador. num. 12, 1982.
- BARRAGAN, J. Situación Actual de los Efectivos Pesqueros de el Continente. Memorias (Seminario sobre le Océano Pacífico Suramericano). Cali, Colombia, Universidad del Valle, División de Ciencias, Departamento de Biología, Septiembre 1 al 5 de 1976.
- BUNGE, Mario. *La Investigación Científica: Su Estrategia y su Filosofía*. Barcelona, España: Ariel. 1983.
- CAMACHO, G. Seguimiento a la Evolución de los Eventos La Niña-El Niño-La Niña Durante el Periodo Oct/96-Oct/98 Mediante la Variación Térmica de las Masas de Agua en la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC). **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1998.
- CARREÑO TARAZONA, Clara Ines. *Compilación Histórica de las Unidades de la Dirección General Marítima (DIMAR) Ubicadas en el Área Naval de El Morro,*

San Andrés de Tumaco. Centro Contaminación del Pacífico Colombiano - Dirección General Marítima - Armada Nacional. 2006.

- CASANOVA, R. Evaluación de los Niveles de Hidrocarburos Aromáticos Totales en Sedimentos de la Ensenada de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1998.
- CASTILLO, F. Relación Climatológica de la Temperatura Superficial del Pacífico Colombiano Sobre el Fitoplancton Marino Durante El Niño 1991-1992. **Boletín Científico CIOH**. Cartagena, Colombia. N 14, (julio 1993).
- Centro Control Contaminación del Pacífico. [s.f.p]. *Aspectos Generales del Fenómeno "El Niño", Oscilación Sur*. Informe Técnico. San Andrés de Tumaco: Republica de Colombia, Ministerio de Defensa, Dirección General Marítima y Portuaria, 1992.
- Centro Control Contaminación del Pacífico. *Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana*. San Andrés de Tumaco. Centro Control Contaminación del Pacífico, 2002.
- Centro de Investigaciones Oceanográfico e Hidrográfico. Manual de Técnicas para Análisis de Parámetros Físicos-Químicos y Contaminantes Marinos. Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Cartagena, Colombia, 1982.
- Centro Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Memorias. Taller (Seminario de Oceanografía Biológica). Cartagena, Colombia, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2 al 6 de Mayo de 1988.
- CHUECAS, L. [et al]. Programa de Vigilancia en la Bahía de Concepción. En: Versiones Reducidas de Contribuciones Nacionales sobre Niveles y Distribución de Metales y Pesticidas en Agua, Organismos y Sedimentos Marinos del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Bogotá, Colombia, 1988.

- CIFUENTES LEMUS, Juan Luis; TORRES GARCIA, Pilar y FRIAS, Marcela. *El Océano y sus Recursos*. México: Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. Informe de la VII Reunión Comité Científico de ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Cali, Colombia, 1990.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Informe Final XIII Reunión del Comité Científico del Programa ERFEN*. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Quito, Ecuador, 1999.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. Memoria (Del Secretario General a la XIX Reunión Ordinaria de la Comisión Permanente), Bogotá, Colombia. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Octubre 1987.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. Presentación. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Programas de la CPPS. Memoria (Del Secretario General a la XIX Reunión Ordinaria de la Comisión Permanente)*. Bogotá, Colombia. Comisión Permanente del Pacífico Sur, Octubre 1987.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. *Reunión de Emergencia del Comité Científico del Estudio Regional del Fenómeno El Niño ERFEN*. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Callao, Perú, 1997.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. Versiones Reducidas de Contribuciones Nacionales sobre Niveles y Distribución de Metales y Pesticidas en Agua, Organismos y Sedimentos Marinos del Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Bogotá, Colombia, 1988.
- DE SAN PIO, Maria Pilar. Expediciones Españolas del Siglo XVIII: El Paso del Noreste. España: MAPFRE, 1992.
- Dirección General Marítima y Portuaria. *Programa Colombiano de Investigaciones Marinas*. Dirección General Marítima y Portuaria. Bogotá, 1973.

- ECO, Umberto. *Como se Hace una Tesis: Técnicas y Procedimientos de Investigación Estudio y Escritura*. Barcelona, España: Dedisa, 1994.
- *El Mundo Marino de Colombia Investigación y desarrollo de Territorios Olvidados*. Red de Estudios del Mundo Marino-REMAR. Bogota: Universidad Nacional, 2003.
- ESCOBAR MORENO, Luz Mary. *El Pacífico Colombiano Puertas Hacia la Cuenca del Pacífico: Apuntes para la Formulación de un Plan de Acción*. Monografía para Optar al título de profesional de relaciones internacionales. Bogotá, Colombia, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Relaciones Internacionales, 2005.
- FONSECA, J. El XXX Aniversario de la Declaración de Santiago. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador, No 12, 1982.
- GARAY, J y GUITIERREZ, H. Contribución al Estudio Oceanográfico Químico del Archipiélago de San Andrés y Providencia. **Boletín Científico CIOH**. Cartagena, Colombia, N5 (marzo 1984).
- GARAY, J, [et al]. Estudios Oceanográfico del Área Insular y Oceánica del Caribe Colombiano- Archipiélago de San Andrés y Providencia y Cayos Vecinos. **Boletín Científico CIOH**, Cartagena, Colombia, N9, Diciembre de 1988.
- GARCIA FERNANDEZ, Francisco. *Elementos de Ecología Marina*. Zaragoza, España: Acribia, 1970.
- GARCIA, I. *Efectos de los Eventos El Niño y La Niña sobre la comunidad de Fitoplancton al Interior de la Ensenada de Tumaco. 1997-2000*. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. No 8. (noviembre de 2001).

- GUILLEN, Oscar y Aquino, Rosa. *Análisis Químico del Agua del Mar por Instrumentación*. Instituto del Mar del Perú. Callao-Perú, 1977.
- GUILLEN GUILLEN, Oscar. El Medio Ambiente Marino – El Medio Ambiente Físico Químico. Seminario (El Nuevo Derecho del Mar). Lima, Perú, Comisión Permanente del Pacífico Sur, 7 al 37 de enero de 1980.
- HANSEN GARCIA, Ingrid. *Aspectos a Gran Escala de Condiciones Atmosféricas y Oceánicas Asociadas con “El Niño” de 1982-1983*. **Pacífico Sur**. Quito, Ecuador, num. 15, 1984.
- KLAWE, W. Un Esquema para Clasificar los Atunes, Caballas y Peces Afines con Datos sobre su Distribución Geográfica. **Pacífico Sur**. Callao, Perú. num. 11, 1980.
- LEVINTON, Jeffrey. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. London: Oxford University Press, Second Edition, 2001.
- MARCILLE, J. Estado Actual y Perspectivas de la Pesca de Atunes en el Mundo. **Pacífico Sur**. Callao, Perú. num. 11, 1980.
- MARRUGO, A. Estudio de la Contaminación Marina por Hidrocarburo en el Pacífico Colombiano – Fase III. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N4, (julio 1993)
- MARRUGO, A. Estudio de los Parámetros Físico-Químicos en el Sector de Bocagrande. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N 1. (Agosto de 1990)
- MEDINA, L. Cambios en la Composición y Abundancia de la Comunidad Microalgal del Pacífico Colombiano, en Relación con el Evento ‘El Niño’ 97-98. **Boletín Científico CCCP**, San Andrés de Tumaco, Colombia. N 7, 1997.
- MELO FRANCO, Jeimmy. *Seguimiento y Análisis de los Procesos Físicos y Biológicos en las Áreas Marítimas con Uso de Sensores Remotos Localizados en Satélites*. Tesis para Optar al Título Magíster en Ciencias-Meteorología.

Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Geociencias, Programa de Postgrado, Magíster en Ciencias, Meteorología, 2002.

- MENDEZ, R. Cambios Bióticos y Efectos sobre los Recursos Pesqueros y Pesquerías en Chile. **Pacífico Sur**. Bogotá, Colombia. num. 16, 1987.
- MOLINA, A. Estudio Sedimentológico de la Plataforma Continental Norpacífica Colombiana (Bahía de Buenaventura-Frontera con Panamá). **Boletín Científico CIOH**, Cartagena, Colombia, N 10 (mayo 1992)
- MONTAGUT CIFUENTES, Eduardo Alejandro. Situación de Riesgo en la Ensenada de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia, N 6, 1997.
- MORA, L. Recursos Pelágicos del Pacífico Colombiano. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982.
- MORALES, A. Análisis de las Condiciones Oceanográficas y Meteorológicas de la Bahía de Tumaco y su Relación con Eventos de Escala Global. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 9, diciembre de 2002.
- MORALES, A. Evolución del Evento El Niño 2002-2003 y Efectos Sobre la Cuenca del Pacífico Colombiano y la Bahía de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 10, diciembre 2003.
- MOSQUERA, A. Descripción de Algunas Alteraciones Océano-Atmósfera Registradas en la Ensenada de Tumaco Debido a El Niño de 1992. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N4, (julio 1993)
- O'DONNELL, Hugo. España Descubrimiento Conquista y Defensa del Mar del Sur. España: MAPFRE, 1992.

- PALACIO, M. Estudios de la Contaminación Marina por Hidrocarburos en el Litoral Pacífico Colombiano: 1989-1990. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. N 2. (agosto de 1990)
- PARDO, M [et al.]. Reseña de *“Panorámica Afrocolombiana. Estudios Sociales en el Pacífico”*. En: Revista de Humanidades Tabula Rasa, Bogotá, Colombia, num. 002, Enero-Diciembre 2004, pp. 317-322.
- PINEDA, A. La Corriente de Cromwell Durante el Fenómeno La Niña de 1996 y el Fenómeno El Niño de 1997, sobre la Cuenca del Pacífico Colombiano. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia, N 6, 1997.
- Programa del Estudio Regional de Fenómeno “El Niño” (*ERFEN*). Lima, Perú. Comisión Permanente del Pacífico Sur, 1978.
- RODRIGUEZ, L. Estudios Piloto sobre los Procedimientos de Control de Calidad de Datos Oceanográficos Producidos por la DIMAR.-CCCP. San Andrés de Tumaco: Centro Control Contaminación del Pacífico, 2006. [s.p.].
- ROMÁN, Estuardo. *Análisis Histórico del Desarrollo Marítimo Colombiano*, Tomo I. Bogota: Armada Nacional, 2005.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. *Aspectos Generales del Fenómeno “El Niño” (ERFEN)*. Armada de Chile. Valparaíso, Chile, 1978.
- SUARÉZ PINZÓN, Ivonne. La Mirada Francesa en el Otro: El Ejemplo de Panamá y el Darién al Siglo XIX. Tesis para Optar al Título de Doctor en Disciplina: Los Estudios Ibéricos e Iberoamericanos. Francia: Universidad de Besançon, 2000. [s.p]
- Subsecretaría de Pesca de Chile. Recursos Pelágicos y Pesquerías en Chile. **Pacífico Sur**. Guayaquil, Ecuador. Num. 13, 1982.

- TEJADA, E. Evaluación del Riesgo Debido a Derrame de Hidrocarburos en la Bahía de Tumaco. **Boletín Científico CCCP**. San Andrés de Tumaco, Colombia. N 10, diciembre 2003.
- TOMCZAK, Matthias y GODGREY, Stuart. *Regional Oceanography an Introduction*. London: Pergamon. 1994.
- UNESCO. Manual sobre el Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos. Organización de Naciones Unidas. [s.l.i], 1991.
- URIBE PALOMINO, Henry Julian. *Relación entre las Condiciones Ambientales y la Comunidad Fitopláctonica (Diatomeas y Dinoflagelados) de la Cuenca del Pacífico Colombiano (1996-2001)*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina, 2003.
- VALDEZ BAQUERO, Rodrigo. *Latinoamérica y el Nuevo Derecho del Mar. Pacífico Sur*. Santiago, Chile, num. 12, 1982.
- VELANDIA, S. Inauguración del Primer Taller de Oceanografía Biológica. Taller (Seminario de Oceanografía Biológica). Cartagena, Colombia, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2 al 6 de Mayo de 1988.
- VIÑUALES, Julián, ed., *COUSTEAU Enciclopedia del Mar*, Vol. 15. Barcelona, España: Ediciones Folio, 1994.
- WERLINGER, Camel. *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos, Tomo I*. Concepción, Chile: Trama Impresiones, 2004.
- WIEST, H. *Estudio de las Condiciones Oceanográficas del Fenómeno "El Niño" en el Pacífico Colombiano*. Tumaco: Centro Control Contaminación del Pacífico, 1989.
- ZEA, J. *Estudios sobre el fenómeno "El Niño"*. Bogota: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. 1988.