



Anexo “3”

Proyecto “Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica – ICEMAN- Biología y Química”

1. Relación con la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014 – 2035.

1.1. Componente Nutrientes – Fitoplancton:

- **Área Temática:** Ecosistemas marinos, costeros y continentales: cambio ambiental y conservación.
- **Línea de Investigación:** Ecosistemas marinos antárticos.
- **Sub-Línea:** Estado, estructura y funcionamiento de los ecosistemas antárticos.

1.2. Componente Contaminantes en agua y sedimentos:

- **Área Temática:** Seguridad Marítima.
- **Línea de Investigación:** Contaminación Marina por Buques.
- **Sub-Línea:** Contaminación por hidrocarburos en ambientes polares.

2. Investigadores y entidades participantes en esta fase del proyecto:

2.1. Objetivo Nutrientes – Fitoplancton.

Investigador principal: Jhon Carlos Salon Barros.

Institución: DIMAR – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Caribe –CIOH Caribe.

Actividades: Toma de muestras y preservación de agua para nutrientes, fitoplancton por red y botella, preprocesamiento de muestras para la determinación de Clorofila –a, determinación de Coliformes Totales, *E. Coli* y *Enterococos* en aguas Suramericanas y Antárticas.

Investigador: Nigireth Paola Suarez Vargas.

Institución: DIMAR – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico – CIOH Pacífico.

Actividades: Toma de muestras y preservación de agua para nutrientes, medición de parámetros *in situ* en muestras de aguas marinas.

2.2. Objetivo Contaminantes en sedimentos y aguas:

Investigador principal: Nigireth Paola Suarez Vargas.

Institución: DIMAR – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Caribe –CIOH Pacífico.



Actividades: Colecta, extracción y almacenamiento de muestras de hidrocarburos disueltos dispersos en aguas marinas e hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados en sedimentos y tejidos biológicos.

Investigador: Jhon Carlos Salon Barros.

Institución: DIMAR – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico – CIOH Pacífico.

Actividades: Colecta de muestras de hidrocarburos disueltos dispersos en aguas marinas e hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados en sedimentos y tejidos biológicos.

3. Otras entidades participantes.

No aplica.

4. Objetivo general del proyecto.

Desarrollar investigación científica marina orientada hacia la seguridad marítima en el continente antártico (Estrecho de Gerlache).

5. Objetivos particulares para la fase del proyecto desarrollada en el verano austral 2016-2017.

5.1. Objetivo particular 1 (Nutrientes – Fitoplancton).

Comparar la dinámica de nutrientes presentes en la columna de agua y su relación con la comunidad planctónica en el estrecho de Gerlache con base en los resultados de la primera expedición a la Antártica “Caldas”.

5.2. Objetivo particular 2 (Contaminantes en aguas y sedimentos).

Comparar la variabilidad de contaminantes en el estrecho de Gerlache con base en los resultados de la primera expedición a la Antártica “Caldas”.

6. Base o buque donde desarrollaron los objetivos particulares.

Nombre: Buque OPV ARC 20 de Julio.

Pabellón: Colombia.

Entidad de la cual depende: Armada Nacional de Colombia.

Itinerario Buque: Referenciado en la Tabla N° 3 del Informe Final de Crucero Expedición de Colombia a la Antártica 2016-2017.

Fechas de Permanencia: Diciembre 16 de 2016, hasta 01 de Marzo de 2017.



7. Descripción de equipo científico y de apoyo.

El recurso humano técnico involucrado en las actividades desarrolladas se relacionan en la tabla 1.

Tabla 1. Personal participante en las actividades de muestreo en el desarrollo del objetivo Nutrientes – Fitoplancton y contaminantes en la III Expedición Colombiana a la Antártica en el buque ARC 20 de Julio.

Función	Nombre	Entidad
Investigador	Jhon Carlos Salon Barros	DIMAR
Investigador	Nigireth Paola Suarez Vargas	DIMAR
Personal de Apoyo	S2 José David Iriarte Sánchez	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	SJ Fernando Oviedo Barrera	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	S2 Néstor Leonardo Avellaneda Morera	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	S2 Jorge Alexander Guzmán Sarabia	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	S3 Rafael Andrés Barceló Tafur	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	S3 Gabriel Ignacio Antolínez Gómez	DIMAR – Armada
Personal de Apoyo	Manuel Garrido Linares	INVEMAR

De igual modo, a continuación se realiza una breve descripción de los equipos científicos y de apoyo utilizados en el muestreo y análisis in situ de las muestras, así:

Roseta oceanográfica: Dispositivo de muestreo de agua múltiple, el cual consta de un marco circular en acero inoxidable, que permite organizar sobre un cable eléctricamente conductor una serie de botellas muestreadoras tipo niskin; el cual se utiliza conjuntamente con un CTD para medir de forma precisa profundidad, temperatura, conductividad, salinidad y oxígeno disuelto al mismo tiempo que se toman las muestras. Tiene la ventaja que permite cerrar las botellas de manera remota desde la cubierta. La roseta utilizada en la expedición tenía una capacidad de 8 botellas tipo Niskin.

Botella muestreadora tipo Niskin: Su cuerpo y tapas están fabricadas en PVC (lo cual elimina la reacción química entre la botella y la muestra que podría interferir con la medición de sustancias trazas), las válvulas o tapas superior e inferior son mantenidas abiertas por cordones (usualmente de nylon) y sujetas por un tubo elástico de silicona que corre por dentro de la botella. El mecanismo de cierre cuando la botella está montada en una roseta oceanográfica se activa a través de un Dispositivo de Disparo Autónomo AFM (Auto Fire Module) sincronizado con el CTD, a la profundidad a la que el investigador desea adquirir las muestras. El drenaje de la botella se efectúa mediante una llave de paso en Delrin y un tornillo de ventilación.

Draga Shipeck: equipo que permite obtener muestras de sedimentos (Figura 1), su funcionamiento se basa en un mecanismo por muelles para la toma de la muestra y cierre instantáneo de la cuchara, lo que le confiere una alta eficacia,



minimizando la pérdida de material fino durante el ascenso de la draga a la embarcación. Esta draga se compone de dos cilindros concéntricos, el exterior es donde se recoge la muestra. Incluye una llave de armado, que se utiliza para enrollar los resortes de torsión, un gancho de seguridad que impide la liberación prematura cuando se mantiene en la posición de seguridad.

Funcionamiento: cuando la parte inferior toca el fondo, la inercia del peso superior de la draga hace que se libere el gancho y por ende los resortes, haciendo girar 180° la cuchara, arrancando parte del fondo y alojándolo en su interior.

Características:

Sistema de actuación	Centro de pivote para muestras inalteradas
Peso	En agua 60 Kg, en aire 90 Kg
Volumen	5 litros
Profundidad muestra	15 cm
Superficie muestreo	0,07 m ²
Pendiente funcionamiento	>20°



Figura 1. Draga shipeck

pH-metro portátil WTW 3310: instrumento sencillo, robusto y resistente al agua para mediciones de pH en campo.

Rango	-2.000 ... +19.999
Resolución	±0.005 pH
Precisión (@20°C)	±0.002
Calibración	1, 2,3,4.5-puntos buffers
Electrodo	SenTix 41 DIN, sumergible, con electrolito de gel

Oxímetro WTW Oxi 3310: consta en su forma más sencilla de un electrodo colector y un contraelectrodo, ambos se encuentran en un sistema electrolítico separado de la muestra por una membrana permeable a los gases. El electrodo colector reduce la molécula de oxígeno a iones hidróxidos. Durante esta reacción electroquímica fluye corriente del contraelectrodo al electrodo colector. Mientras más oxígeno contiene la muestra, mayor es la señal de corriente. La sonda de



oxígeno calcula el grado de concentración de oxígeno de la muestra en base a esa señal y mediante una función de solubilidad.

Rangos de medición

Concentración de O₂: 0 a 19,99 mg/l (19,9 mg/l*)

0 a 90,0 mg/l (90 mg/l*)

Saturación de O₂: 0 a 199,9% (199%*)

0 a 600%

Temperatura: -5,0 a 50,0°C

*utilizando el sensor de oxígeno DurOx

Precisión

Concentración de O₂: ±0,5% del valor medido

Saturación O₂: ±0,5% del valor medido

Sensor de oxígeno CellOx 325

8. Descripción de las principales actividades de investigación desarrolladas.

8.1. Habilitación del buque como plataforma de investigación.

El buque ARC 20 de Julio es una plataforma visionada para fortalecer la seguridad marítima y fluvial del país. Sin embargo, con fines de adecuar el navío como plataforma científica del Programa Antártico Colombiano, la DIMAR construyó y habilitó dos módulos que brindaron capacidad operacional en investigación para esta expedición:

Laboratorio Oceanográfico Móvil Embarcado – LOME: Contenedor diseñado bajo los estándares de calidad de un laboratorio de ensayos; está integrado por todos los elementos que se requieren para el procesamiento, pre análisis y preservación de muestras de agua y sedimentos marinos recolectados; como son, los espacios para la ubicación de los equipos de preservación de las muestras (refrigerador doble puerta, dos congeladores pequeños y una incubadora), mesones en acero inoxidable para la realización de análisis in situ (pH, Conductividad, salinidad, Oxígeno Disuelto y análisis microbiológicos) y pretratamiento de muestras; de igual forma, cuenta con un sistema de calefacción y aire acondicionado que permiten mantener unas condiciones ambientales controladas, brindando resguardo a los investigadores de las condiciones extremas de la antártica, durante el desarrollo de las estaciones o actividades de investigación. Adicionalmente dispone del espacio para la ubicación de tres equipos de cómputo con sus respectivos puntos de red.



Plataforma de Maniobra Oceanográfica- PMO: Sistema integrado por dos winches oceanográficos y un sistema de “A” para el lanzamiento de los equipos como la roseta oceanográfica SBE 32 y el CTD. Los winches cuentan con la capacidad de llevar los equipos de medición a profundidades superiores a los 1500 metros, y soportar un peso aproximado de una tonelada incluyendo cable con transmisión de datos en tiempo real y el CTD.

8.2. Desarrollo actividades en campo

8.2.1. Área de estudio.

El Estrecho de Gerlache es una cuenca estrecha y semi-cerrada limitada al sur por la península Antártica y al norte por el archipiélago Palmer. La cuenca varía en profundidad, entre 200 y 1000 m. sus dimensiones son 187 km² de largo y de 6 a 40 km² aproximadamente de ancho. Oceanográficamente la cuenca de Gerlache está controlada por una corriente superficial que se sitúa en la zona central del Estrecho y que se desplaza hacia el estrecho de Bransfield en dirección noreste (Bárcena, Sesma, Isla, & Palanques, 2005).

8.2.2. Grilla de muestreo.

En el planteamiento inicial del proyecto se consideraron las 20 estaciones oceanográficas muestreadas en la Primera Expedición Antártica 2014-2015 en el desarrollo del Proyecto ICEMAN Fase I (Figura 2), de las cuales fueron realizadas 12 estaciones con roseta oceanográfica (Figura 3) y 07 estaciones de toma de sedimentos con draga (Figura 4), acuerdo a modificaciones realizadas por la dirección científica de la expedición en función a itinerario, plan de actividades y condiciones ambientales en el lapso del buque en territorio antártico.

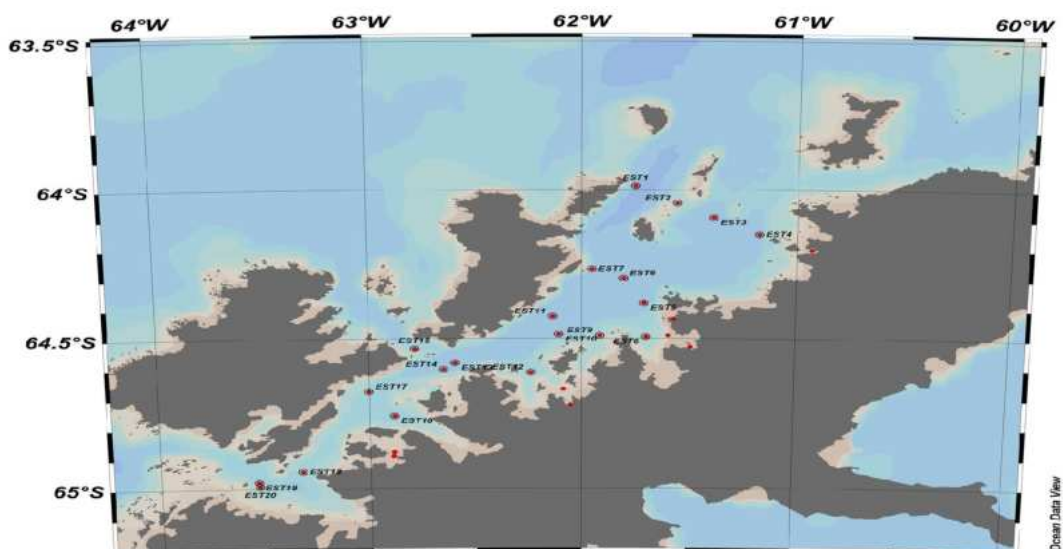


Figura 2. Posición de estaciones oceanográficas planeadas en el Estrecho de Gerlache Primera Expedición científica 2014-2015.

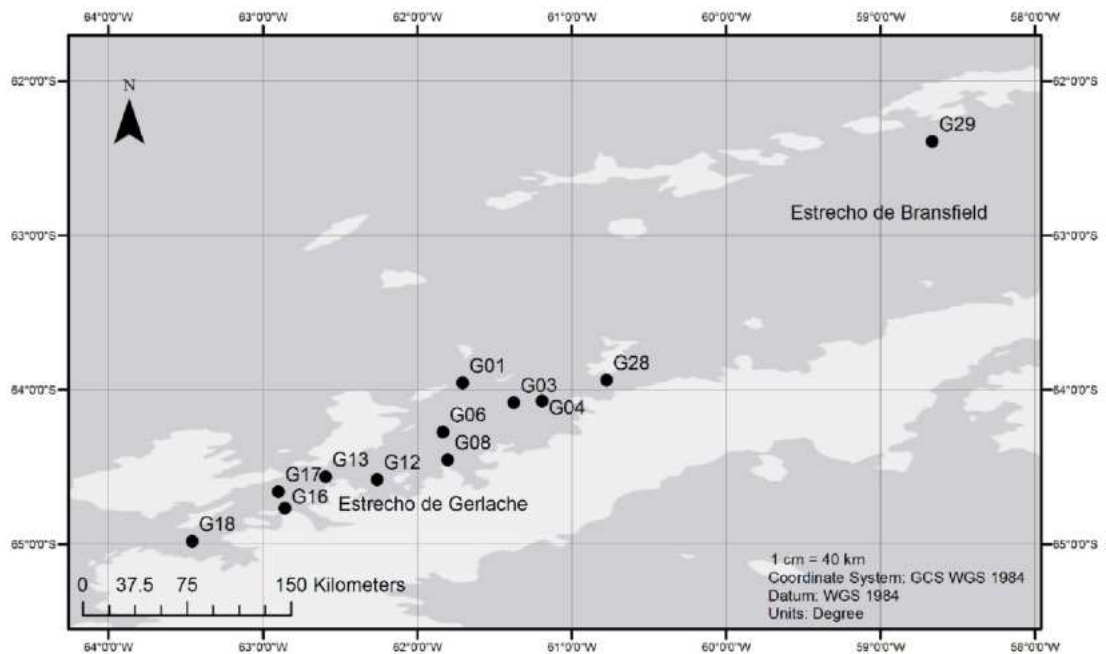


Figura 3. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la Antártida en la Tercera Expedición Colombiana a la Antártida 2016 - 2017.

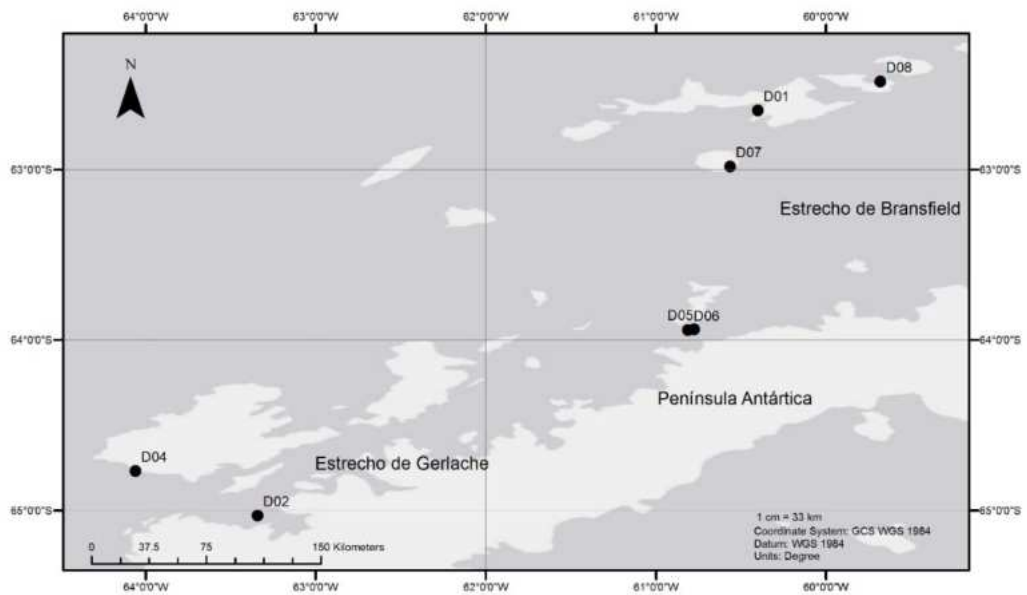


Figura 4. Posición de las estaciones realizadas para la colecta de sedimentos con draga en la Antártida en la Tercera Expedición Colombiana a la Antártida 2016 - 2017.

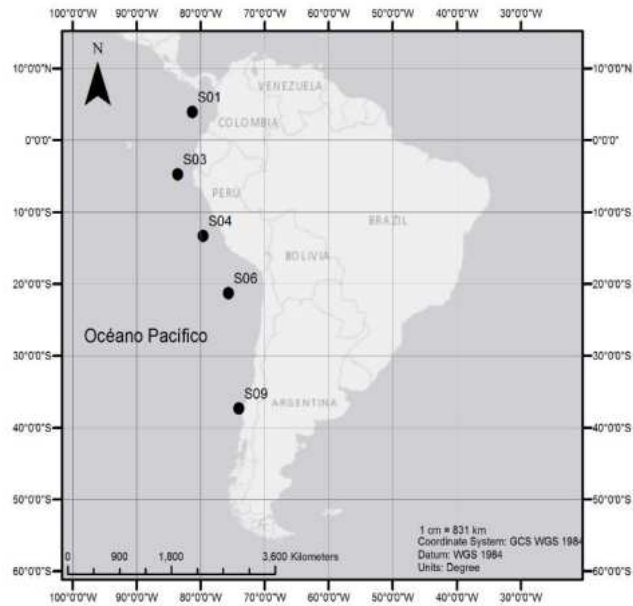


Figura 5. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en aguas Suramericanas en la tercera expedición colombiana a la Antártida 2016 - 2017.

8.2.2.1. Toma muestras adicionales en Suramérica.

Como valor agregado a lo planteado inicialmente en el proyecto, la dirección científica de la expedición facilitó la toma de muestras de agua en cinco puntos del océano Pacífico Suroriental, con el fin de ampliar el área de estudio de los dos objetivos planteados en el proyecto. Los puntos donde fue realizada la toma de muestra se describen en la figura 5.

8.2.3. Obtención y análisis de muestras.

8.2.3.1. Muestras de agua.

Se colectaron muestras de agua marina en estaciones oceanográficas usando un sistema de roseta oceanográfica SBE32 dispuesta en la Plataforma Maniobra Oceanográfica PMO, la cual contaba con 8 botellas Niskin con capacidad de ocho litros cada una; para esto, la roseta se llevó a la profundidad máxima requerida, y posteriormente se disparó el cierre de la misma mediante un dispositivo de disparo autónomo AFM (Auto Fire Module) sincronizado con el CTD SBE 19 plus V2, una vez la roseta fue cobrada hacia la PMO, el AFM fue programado para cierre en cinco profundidades estándar de la columna de agua (1, 5, 50, 100 y 200 m); más la profundidad donde se estimó el máximo de fluorescencia, determinado por el sensor Wet Labs FLNTURTD 2354.

Una vez colectadas las muestras de agua, se trasladaron al Laboratorio Móvil Oceanográfico Embarcado LOME, donde se llevó a cabo el registro de la



respectiva cadena de custodia que garantizará la trazabilidad de las mismas; posteriormente las muestras fueron clasificadas, tratadas y almacenadas de acuerdo a lo establecidos en los procedimientos técnicos del Laboratorio del CIOH; en la Tabla 2 se relaciona el procesamiento y almacenamiento dado a las muestras colectadas de acuerdo con la variable a determinar.

Tabla 2. Procesamiento y almacenamiento de las muestras colectadas con la roseta oceanográfica componente 1C ICEMAN-DIMAR,

Variable a Determinar	Procesamiento	Determinación de parámetros en campo	Almacenamiento / Custodia Centro de Investigación DIMAR
Sólidos Suspendidos Totales -SST	Recolección 500 mL de muestra de agua marina envasada en recipiente plástico previamente tratado.	pH y Oxígeno Disuelto	Congelamiento a - 20° C / CIOH Caribe
Nutrientes (Amonio, Nitratos, Nitritos, Ortofosfatos y Silicatos)	Recolección de 500 mL de muestra de agua marina filtrada con filtro de celulosa de 0,45 µm tamaño de poro, envasada en recipiente plástico previamente tratado	Ninguno	Congelamiento a - 20° C / CIOH Caribe
Clorofila -a y feofitina -a	Filtro de celulosa de 0,45 µm tamaño de poro, a través del cual se hizo pasar un volumen comprendido entre 1,0 y 3,0 L de agua de mar, y guardado en sobre de aluminio para su conservación.	Ninguno	Congelamiento en tanque de nitrógeno líquido a - 80 °C / CIOH Caribe
Abundancia de fitoplancton	Recolección de 500 mL de muestra de agua marina, envasada en frascos plásticos ámbar con tapa rosca y fue fijada con lugol básico, en relación 1 mL por cada 100 mL de muestra.	Ninguno	Almacenamiento temperatura ambiente protegida de la luz / CIOH Caribe
Coliformes totales y <i>E. coli</i>	Recolección de 100 mL de agua marina en frascos estériles de vidrio. La cual se analizó a través del método de Numero más probable con la técnica Sustrato enzimático específico Colilert	Determinación de coliformes totales y <i>E. coli</i>	Los residuos resultantes de los ensayos se guardaron en bolsas rojas como residuo biológico peligroso. En Cartagena se entregará a una empresa especializada en disposición final de estos / CIOH Caribe
Enterococos fecales	Recolección de 100 mL de agua marina en frascos estériles de vidrio. La cual se analizó a través del método de Numero más probable con la técnica Sustrato enzimático específico Enterolert	Determinación de Enterococos fecales	Los residuos resultantes de los ensayos se guardaron en bolsas rojas como residuo biológico peligroso. En Cartagena se entregará a una empresa especializada en disposición final de estos / CIOH Caribe

Adicionalmente a las muestras de agua tomadas con la roseta, para la determinación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica, en las estaciones que se realizaron arrastres verticales con redes, se tomó muestra de un arrastre con red de 20 µm, desde 200 m de profundidad hasta la superficie, la cual se colectó en recipiente plástico ámbar de 500 mL, se preservó con formalina al 4% y se almacenó temperatura ambiente protegidas de la luz, la custodia de ésta muestra está a cargo del CIOH Caribe.

En las muestras tomadas para determinar Sólidos Suspendidos Totales, se realizó la determinación de pH y oxígeno disuelto in situ, a través de un pH-metro portátil WTW 3310 y un Oxímetro WTW 3310 debidamente calibrados al momento de la medición.



Para análisis de Hidrocarburos Disueltos Dispersos HDD en agua, se realizó la recolección de la muestra directamente con botella ámbar de tres litros, debidamente tratada, la cual fue lanzada a una profundidad aproximada de un metro, mediante cabo y canastilla de muestreo. Una vez recolectada la muestra se realizó la extracción de la misma, mediante la adición fraccionada de 100 mL de Hexano y agitación por 20 minutos, los extractos fueron recolectados en frascos ámbar de vidrio y refrigerados a 8 °C hasta su análisis mediante Método Espectrofluorométrico en el laboratorio del CIOH.

8.2.3.2. Muestras de Sedimentos.

Para la recolección de sedimentos marinos en aras de dar cumplimiento a uno de los objetivos del Proyecto ICEMAN, relacionado con la medición de contaminantes, así como, complemento del proyecto “Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP y metales pesados en krill antártico (*Euphasia superba*)”, se realizaron lanzamientos de la Draga Shipeck con capacidad de 5 L; una vez la draga era cobrada y puesta en la PMO, se procedía a dar apertura a la misma y coleccionar los diferentes tipos de muestra así:

- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos HAP:** La sustracción de la muestra de sedimentos de la draga se realizó con cuchara metálica, la cual estaba forrada con papel aluminio tratado con hexano a fin de evitar cualquier tipo de contaminación, se recogieron aproximadamente 200 gramos de sedimentos del interior de la draga, luego la muestra fue transferida a papel aluminio tratado y guardado en bolsa ziploc debidamente rotulada.
- **Metales Pesados:** Para la sustracción de esta muestra se utilizó cuchara plástica, recolectando aproximadamente 100 gramos de la misma, la cual fue transferida a bolsa ziploc debidamente rotulada.
- **Granulometría:** se procedió de igual forma que la recolección de muestras para metales pesados.

Todas las muestras de sedimentos recolectadas fueron congeladas a – 20 °C, hasta su respectivo análisis en el laboratorio a través de la técnica de Cromatografía de Gases acoplada a masas para HAP y Espectrofotometría Absorción Atómica para metales pesados. La cadena de custodia para las muestras de sedimentos para análisis de HAP la tendrá DIMAR, la custodia de las muestras de sedimentos para análisis de metales pesados y granulometría la tendrá la Universidad de Antioquia, sede Ciencias del Mar, Turbo.

8.2.3.3. Muestras de Krill

Como apoyo al desarrollo de los objetivos trazados en el proyecto “Concentración de hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP y metales pesados en krill antártico



(*Euphasia superba*)” en la estación G28 se realizó lance de las redes de ictioplancton de 500 μm y de zooplancton de 200 μm con el fin de realizar un arrastre vertical entre los 60 y los 0 metros, para recolección de krill. El arrastre vertical no dio buenos resultados por lo cual se intentó en otras dos estaciones alternas (H01, H02), arrastres oblicuos con red de zooplancton de 200 μm , desde bote zodiac a una velocidad inferior de 2 nudos, a una profundidad de 30 metros y por un tiempo de 20 minutos, obteniendo algunos ejemplares de Krill adulto, junto con gran cantidad de salpas. Las muestras destinadas a la realización de HAP se almacenaron en papel aluminio tratado, y se guardaron en bolsas ziploc rotuladas, y las muestras destinadas para realización de metales pesados se almacenaron en bolsas ziploc debidamente rotuladas, ambos tipos de muestras fueron congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, como medio de preservación hasta el momento de iniciar el análisis en el laboratorio.

Las muestras de salpas y krill recolectadas quedarán bajo custodia de la Universidad de Antioquia, quienes decidirán si las muestras son aptas para los análisis proyectados, dado que por su alto contenido de humedad, se requiere gran cantidad de material biológico para conseguir una muestra representativa.

8.3. Impacto Ambiental

A través del desarrollo de primera etapa del proyecto ICEMAN, se evidenció que las actividades que se realizaron en procesos como recolección de muestras de agua y de sedimento, no registran impactos; no obstante el proyecto estuvo alineado con extremar medidas que contribuyan a mantener el impacto en el mínimo requerido para la expedición.

8.4. Trayectoria y Capacidad en investigación

El desarrollo del presente proyecto se realizó con el respaldo de los Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (Caribe y Pacífico) de Dimar, los cuales tienen el rigor y las capacidades técnicas necesarias para la generación de productos de alta calidad y confiabilidad. Dentro de las principales capacidades científicas y técnicas de los centros, se encuentran:

- El CIOH Caribe participó en la Primera Expedición de Colombia a la Antártida verano austral 2014-2015. Lo cual le brinda experiencia y liderazgo en temas científicos a nivel regional.
- La DIMAR tiene grupos de investigación que desarrollan ciencia en las líneas de investigación del proyecto conjunto que se desarrolló; estos grupos de investigación son Oceanografía Operacional y Zona Costera.
- Los Centros de Investigaciones han demostrado grandes aportes al conocimiento de los mares colombianos, los cuales se consignan a través de la publicación anual de una revista científica desde 1977.



Código Estación	Fecha	Profundidad (m)	Análisis Realizar							
			DIMAR							
			A	B	C	D	E	F	G	H
G28	17/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G4	02/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G6	21/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G13	22/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G12	22/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G8	23/01/17	1	1	1	1	1		1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G1	23/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1				
		200	1	1	1	1				
G3	24/01/17	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		5	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1		1	1	
		200	1	1	1	1		1	1	
D7	26/01/17	1								1
D8	27/01/17	1								1
G29	28/01/17	1	1	1	1	1		1	1	1
		10	1	1	1	1		1	1	
		30	1	1	1	1		1	1	
		50	1	1	1	1		1	1	
		80	1	1	1	1		1	1	
		100	1	1	1	1		1	1	
		200	1	1	1	1		1	1	
300	1	1	1	1		1	1			
TOTAL			78	78	78	78	14	33	33	21

Tabla 4. Muestras de sedimentos marinos y tejido biológico para análisis HAP, Metales y Granulometría, en custodia de DIMAR y Universidad de Antioquia

Código Estación	Fecha	Tipo Muestra	Profundidad Estación (m)	Análisis Realizar		
				DIMAR	U ANTIOQUIA	
				HAP	Metales Pesados	Granulometría
D1	13/01/17	Sedimentos	49	1	1	1
D2	15/01/07	Sedimentos	220	1	1	1
D4	16/01/07	Sedimentos	30	1	1	1
D5	17/01/07	Biológico	98	1	1	
D6	25/01/07	Biológico	187	1	1	
D7	26/01/07	Sedimentos	89	1	1	1
D8	27/01/07	Sedimentos	29	1	1	1
TOTAL				7	7	5



Adicionalmente en la Tabla 5. Se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ.

Tabla 5. Resultados obtenidos de las mediciones de los parámetros fisicoquímicos medidos in situ.

Estación	Fecha de Muestreo	Hora Local de Muestreo	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	Salinidad (psu)	pH
S01	2016-12-19	10:20:00	03° 55,771 N	81° 15,783 W	1	5,24	29,9	8,028
S03	2016-12-21	07:20:00	04° 44,246 S	83° 37,878 W	1	6,37	34,85	8,126
S03	2016-12-21	07:20:00	04° 44,246 S	83° 37,878 W	20	4,24	34,88	7,894
S03	2016-12-21	07:20:00	04° 44,246 S	83° 37,878 W	50	3,06	35,06	7,724
S03	2016-12-21	07:20:00	04° 44,246 S	83° 37,878 W	100	3,06	35,02	7,776
S04	2016-12-23	06:07:00	13° 20,154 S	79° 34,526 W	1	7,22	35,38	8,249
S04	2016-12-23	06:07:00	13° 20,154 S	79° 34,526 W	20	7,31	35,4	8,216
S04	2016-12-23	06:07:00	13° 20,154 S	79° 34,526 W	50	6,57	35,41	8,043
S04	2016-12-23	06:07:00	13° 20,154 S	79° 34,526 W	100	2,07	35,05	7,680
S06	2016-12-25	07:50:00	21° 18,865 S	75° 37,329 W	2	7,07	35,29	8,190
S06	2016-12-25	07:50:00	21° 18,865 S	75° 37,329 W	20	6,81	35,6	8,179
S06	2016-12-25	07:50:00	21° 18,865 S	75° 37,329 W	50	7,39	34,63	8,162
S06	2016-12-25	07:50:00	21° 18,865 S	75° 37,329 W	100	1,71	34,51	7,565
S09	2017-01-02	18:30:00	37° 22,977 S	73° 59,729 W	1	6,94	33,71	8,186
S09	2017-01-02	18:30:00	37° 22,977 S	73° 59,729 W	100	3,88	34,36	7,620
G16	2017-01-14	15:48:00	64° 46,059 S	62° 51,354 W	1	12,07	33,89	8,279
G16	2017-01-14	15:48:00	64° 46,059 S	62° 51,354 W	50	9,76	33,95	8,080
G16	2017-01-14	15:48:00	64° 46,059 S	62° 51,354 W	100	8,6	34,17	8,000
G16	2017-01-14	15:48:00	64° 46,059 S	62° 51,354 W	200	8,75	34,24	7,973
G17	2017-01-14	19:05:00	64° 39,733 S	62° 53,893 W	1	---	33,52	8,438
G17	2017-01-14	19:05:00	64° 39,733 S	62° 53,893 W	5	11,94	33,53	8,293
G17	2017-01-14	19:05:00	64° 39,733 S	62° 53,893 W	50	9,31	33,94	8,077
G17	2017-01-14	19:05:00	64° 39,733 S	62° 53,893 W	100	9,42	34,09	8,041
G17	2017-01-14	19:05:00	64° 39,733 S	62° 53,893 W	200	9,52	34,24	8,024
G18	2017-01-15	05:25:00	64° 58,915 S	63° 27,282 W	1	12,04	33	8,244
G18	2017-01-15	05:25:00	64° 58,915 S	63° 27,282 W	5	11,46	33,36	8,253
G18	2017-01-15	05:25:00	64° 58,915 S	63° 27,282 W	50	9,56	33,62	8,081
G18	2017-01-15	05:25:00	64° 58,915 S	63° 27,282 W	100	8,56	34,17	7,995
G18	2017-01-15	05:25:00	64° 58,915 S	63° 27,282 W	200	7,57	34,29	7,970
G28	2017-01-17	16:05:00	63°56,274 S	60° 46,330 W	1	11,23	34,14	8,163
G28	2017-01-17	16:05:00	63°56,274 S	60° 46,330 W	5	11,45	34,09	8,106
G28	2017-01-17	16:05:00	63°56,274 S	60° 46,330 W	50	11,46	34,12	8,123
G28	2017-01-17	16:05:00	63°56,274 S	60° 46,330 W	100	11,34	34,14	8,074
G28	2017-01-17	16:05:00	63°56,274 S	60° 46,330 W	200	11,51	34,16	8,028
G04	2017-01-20	09:01:00	64°04,461 S	61° 11,351 W	1	11,05	33,96	8,092
G04	2017-01-20	09:01:00	64°04,461 S	61° 11,351 W	5	10,45	33,89	8,113
G04	2017-01-20	09:01:00	64°04,461 S	61° 11,351 W	50	9,6	34,08	8,092
G04	2017-01-20	09:01:00	64°04,461 S	61° 11,351 W	100	8,64	34,2	8,032
G04	2017-01-20	09:01:00	64°04,461 S	61° 11,351 W	200	9,83	34,25	8,024
G06	2017-01-21	13:55:00	64°18,955 S	61° 54,445 W	1	11,63	33,55	8,226
G06	2017-01-21	13:55:00	64°18,955 S	61° 54,445 W	5	11,37	33,56	8,215
G06	2017-01-21	13:55:00	64°18,955 S	61° 54,445 W	50	10,04	33,98	8,099
G06	2017-01-21	13:55:00	64°18,955 S	61° 54,445 W	100	8,026	34,24	8,018
G06	2017-01-21	13:55:00	64°18,955 S	61° 54,445 W	200	9,49	34,43	7,997
G13	2017-01-22	14:20:00	64°33,839 S	62° 35,493 W	1	10,44	33,85	8,168
G13	2017-01-22	14:20:00	64°33,839 S	62° 35,493 W	5	10,54	33,84	8,173
G13	2017-01-22	14:20:00	64°33,839 S	62° 35,493 W	50	9,45	34,08	8,093
G13	2017-01-22	14:20:00	64°33,839 S	62° 35,493 W	100	8,58	34,32	8,044
G13	2017-01-22	14:20:00	64°33,839 S	62° 35,493 W	200	9,06	34,47	8,003
G12	2017-01-22	23:18:00	64°34,480 S	62° 15,441 W	1	12,21	33,52	8,175
G12	2017-01-22	23:18:00	64°34,480 S	62° 15,441 W	5	11,39	33,52	8,186
G12	2017-01-22	23:18:00	64°34,480 S	62° 15,441 W	50	8,86	34,23	7,994
G12	2017-01-22	23:18:00	64°34,480 S	62° 15,441 W	200	8,65	34,45	7,969
G08	2017-01-23	08:15:00	64°27,219 S	61° 48,019 W	1	11,48	33,5	8,250
G08	2017-01-23	08:15:00	64°27,219 S	61° 48,019 W	5	11,64	33,51	8,210
G08	2017-01-23	08:15:00	64°27,219 S	61° 48,019 W	50	9,57	34,2	8,043
G08	2017-01-23	08:15:00	64°27,219 S	61° 48,019 W	100	9,87	34,38	8,014
G08	2017-01-23	08:15:00	64°27,219 S	61° 48,019 W	200	10,33	34,41	7,996
G01	2017-01-23	15:01:00	63°57,332 S	61° 42,162 W	1	12,45	33,55	8,223



Estación	Fecha de Muestreo	Hora Local de Muestreo	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)	Salinidad (psu)	pH
G01	2017-01-23	15:01:00	63°57,332 S	61° 42,162 W	5	12,89	33,71	8,183
G01	2017-01-23	15:01:00	63°57,332 S	61° 42,162 W	50	12,47	34,17	8,121
G01	2017-01-23	15:01:00	63°57,332 S	61° 42,162 W	100	11,03	34,35	8,085
G01	2017-01-23	15:01:00	63°57,332 S	61° 42,162 W	200	10,97	34,44	8,066
G03	2017-01-24	08:48:00	64°05,077 S	61° 22,291 W	1	11,77	34,02	8,169
G03	2017-01-24	08:48:00	64°05,077 S	61° 22,291 W	5	12,04	34,12	8,163
G03	2017-01-24	08:48:00	64°05,077 S	61° 22,291 W	50	10,82	34,27	8,129
G03	2017-01-24	08:48:00	64°05,077 S	61° 22,291 W	100	10,04	34,39	8,076
G03	2017-01-24	08:48:00	64°05,077 S	61° 22,291 W	200	9,81	34,48	8,063
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	1	11,97	34,04	8,126
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	10	11,81	34,04	8,142
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	30	11,62	34,15	8,126
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	50	11,81	34,22	8,131
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	80	11,29	34,33	8,049
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	100	10,32	34,35	8,052
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	200	9,45	34,46	8,029
G29	2017-01-28	07:13:00	62°23,568 S	58° 39,696 W	300	9,47	34,51	8,019

10. Resultados Esperados.

La mayoría de actividades desarrolladas en la fase de buque de este componente comprendieron solo la toma de muestras y pre procesamiento como fue explicado en la Tabla 2. Posteriormente a la llegada a Colombia se espera la realización de los ensayos de laboratorio en los Centros de Investigaciones Caribe (Cartagena) y Pacífico (Tumaco) de DIMAR y así obtener los resultados en los parámetros de interés para el desarrollo de los objetivos de investigación. Cabe mencionar que las metodologías analíticas a emplear (Tabla 6), están basadas en estándares internacionales legalmente reconocidos, así como implementadas y validadas en cada uno de los laboratorios, los cuales están amparados bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005.

Como resultados esperados se obtendrán datos de nutrientes, abundancia, estructura fitoplanctónica y concentración de contaminantes en aguas y en sedimentos en las estaciones oceanográficas en Antártida y aguas del Pacífico Suramericano; los cuales serán insumos para el análisis ambiental del ecosistema, brindando en primer medida la determinación del acople físico y químico del fitoplancton en los sistemas ecológicos antárticos y suramericanos; así como, realizando un diagnóstico y comparación de la contaminación derivada por hidrocarburos disueltos dispersos e hidrocarburos aromáticos policíclicos en aguas y sedimentos respectivamente.

En cuanto a tiempos de generación de resultados, se estima la entrega de los mismos en un plazo de siete meses para los parámetros químicos y contaminantes y doce meses para los biológicos (Tabla 7), dado el volumen de muestras, capacidades de equipos y personal disponible para dichas actividades en los Centros de Investigaciones DIMAR.



Tabla 6. Metodologías Analíticas para el análisis de los parámetros de estudio en las muestras de aguas y sedimentos marinos

Variables	Método
Variables fisicoquímicas	
Ortofosfatos	Método Ácido Ascórbico 4500-P E APHA-AEEA-WEF, 2012, Standard Methods for the Examination of water and Waste Water 22th Edition New York Pp 4-153 a 4-154. Límite de detección 0,0093 mg/L.
Nitratos	Método Reducción con cadmio 4500-NO ₃ E APHA-AWWA-WEF, 2012, Standard Methods for the Examination of water and Waste Water, 22 th Edition, Washington DC, Pp 4-125 a 4-127. Límite de detección 0,0006 mg/L.
Nitritos	Método Colorimétrico 4500-NO ₂ -B. APHA-AWWA-WEF, 2012, Standard Methods for the Examination of water and Waste Water, 22 th Edition, Washington DC, Pp 4-120 a 4-121, Límite de detección 0,0007 mg/L.
Amonio	Método de Azul de Indo fenol. T,R, Parsons, Y, Maita and C,M, Lalli A Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Primera Edición 1984, reprinted 1985,1989 with corrections, Gran Bretaña. Límite de detección 0,0010 mg/L.
Silicatos	Método de Azul de Molibdato. Parsons, Y, Maita and C,M, Lalli A Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis, Primera Edición 1984, reprinted 1985,1989 with corrections, Gran Bretaña. Límite de detección 0,0010 mg/L.
Sólidos Suspendidos	Método Gravimétrico Standard Methods 22 nd Edition, Método 2540 D, Total solids dried at 103-105 °C.
Transparencia del agua	Disco de Sechi.
Variables biológicas (Caracterización comunidad Fitoplanctónica)	
Arrastres de plancton	Arrastres verticales con red de 20 µm desde 200 m a superficie (Sournia, 1978), Observación de muestras mediante microscopio óptico.
Abundancia de fitoplancton	Determinación de Metodología Utermöhl (1958).
Clorofila a en presencia de feofitina-a	10200 J. Método Espectrofotométrico– Extracción con acetona al 90%, APHA-AWWA-WEF, 2012, Standard Methods for the Examination of water and Waste Water, 22 th Edition, Washington DC, Pp 10-22 a 10-28.
Variables Microbiológicas	
Determinación de Coliformes Totales y E. coli	Método del Sustrato Enzimático, Standard Methods 22 nd Edition, Método 9223b.
Contaminantes	
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos HAP en sedimentos	EPA 8270C, Rev. 3, 1996; EPA 3500B, EPA 8260B, EPA 8100 Rev2. CARIPOL/IOCARIBE.
Disueltos Dispersos HDD	Método Espectrofluorométrico



Tabla 7. Cronograma de actividades objetivo Fitoplancton – Nutrientes.

Actividades	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
Entrega de informe final de expedición	X															
Entrega de reporte de proyecto		X														
Determinación de Nutrientes en aguas marinas	X	X	X	X	X	X										
Determinación de clorofila -a y feopigmentos		X	X	X	X	X										
Abundancia de fitoplancton		X	X	X	X	X	X	X	X							
Estructura y diversidad de la comunidad fitoplanctónica									X	X	X	X				
Organización y análisis de datos							X		X		X	X	X	X	X	X
Entrega de manuscritos de investigación														X		X

10.1. Productos académicos.

Referente a los productos académicos el componente se proyecta:

Entregable	Plazo	Responsable
Artículo científico en revista Indexada. Nutrientes – Fitoplancton	12 meses	Jhon Carlos Salon Barros
Artículo científico en revista Indexada. Contaminantes	12 meses	Nigireth Paola Suárez Vargas
Artículo científico en Boletín CIOH.	12 meses	Jhon Carlos Salon Barros
Resumen y presentación en Senalmar 2017 (Sujeto a aceptación)	Entregado a comité científico el 30/03/2017	Jhon Carlos Salon Barros

11. Actividades de divulgación.

- a) Participación en el Taller de intercambio de investigaciones en el Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Playa Ancha en la ciudad de Viña del Mar – Chile (Fotografía 1), el día 30 de Diciembre de 2016, donde se realizó la presentación de los proyectos de investigación proyectados a desarrollar durante la III Expedición Colombiana a la Antártica, así como, los proyectos que actualmente se adelantan por parte de esta institución, como por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y el Instituto Antártico Chileno (INACH), en temáticas como Nivel medio del mar en el litoral pacífico suroriental, Atlas de Oleaje de Chile, respuesta fisiológica de las macroalgas a condiciones polares extremas, ciclos biológicos de especies ícticas de importancia comercial, entre otras.



- b) Visita a diferentes Bases Antárticas en compañía de los demás investigadores para conocer las diferentes instalaciones de investigación, así como lograr posibles redes de investigación con pares internacionales que estén trabajando en temáticas similares a aquellas desarrolladas por la Expedición Antártica (Fotografía 2, 3, 4).
- c) Los días 25 y 26 de febrero de 2017, se realiza la difusión a la comunidad general residente en la Base Naval de Málaga, de los proyectos de investigación desarrollados en la Tercera Expedición a la Antártica (Fotografía 5).

12. Recomendaciones.

- Realizar ciertas modificaciones al laboratorio móvil embarcado de DIMAR LOME, como revisión de su sistema de circuitos eléctricos para soportar equipos (Deck Unit) con alto consumo de amperaje, adecuación y revisión del sistema de cierre de la puerta acceso, tiene que prepararse a las condiciones de mar, con unos soportes más grandes y un sistema de cierre y apertura que permita mayor comodidad y seguridad a los investigadores, mejor aprovechamiento de espacios, al momento de instalación y aseguramiento de equipos de refrigeración y congelación; las ventanas deben ser recubiertas con papel polarizado, con el fin de asegurar la no exposición a luz de las muestras de clorofila a e hidrocarburos; se debe modificar el sistema de aseguramiento de las gavetas y puertas de los mesones, dado que el sistema actual es de roscado lo que dificulta la apertura y cierre de las mismas cuando el buque se encuentra en movimiento; cambiar el sistema de empotramiento de las sillas, puesto que el actual no permite el ahorro de espacio al estar fijo al piso, dificultando la circulación normal del personal que labora allí, en la parte frontal de los mesones se recomienda instalar estantes en donde se puedan almacenar los cascos y demás elementos de seguridad del personal a fin de que no sean dejados sobre los mesones de trabajo y estén al alcance, así mismo se recomienda
- Se debe realizar la renovación de los equipos de refrigeración y congelación dado que se observa desgaste por su arduo uso.
- Se debe realizar cambio o limpieza del cable y/o guaya de los winches oceanográficos utilizados, debido a que no ofrecían una buena comunicación en tiempo real con los equipos en agua y por su alto contenido de grasas, causó afectación en los equipos (redes, sensores) y al medio marino, originando contaminación y siendo fuente de error para la medición de los parámetros fisicoquímicos y en especial los Hidrocarburos disueltos en agua –HDD.



- Para futuras investigaciones en las que sea indispensable el uso de botellas niskin, se recomienda que antes de cualquier tipo de muestreo, se realice un minucioso lavado de las mismas, con jabón extran libre de fosfatos y cambio de los cauchos internos, se debe asegurar que los mismos sean reemplazados por cauchos de silicona resistente a bajas temperaturas, con el fin de asegurar el cierre hermético de las mismas.

13. Bibliografía.

APHA. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York; Edición 22.

Bárcena, M., Sesma, J., Isla, E., & Palanques, A. (2005). Respuesta del registro sedimentario a la ciclicidad solar en el estrecho de Gerlache (península Antártica). GEOGACETA, 38, 179-182.

Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos, 2014. Agenda Científica Antártica De Colombia 2014 – 2035. Comisión Colombiana Del Océano, Comité Técnico Nacional De Asuntos Antárticos

ICONTEC. (2005). NTC-ISO-IEC 17025 – Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración. Bogotá.

Method EPA 3500B, Organic extraction and sample preparation

Method EPA 8260B, volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

Method EPA 8270C semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS).

Method EPA 8100, Polynuclear Aromatic Hydrocarbons

Molares Brava, R, Informe Proyecto Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica, 2015.

Parsons, T. R., Maita, Y., & Lalli, C. M. (1984). A Manual of Chemical and Biological Methods for Sea, Water Analysis (Primera ed.). Gran Bretaña.

Sournia, A. (1978). Phytoplankton Manual. Edited by A. SOURNIA. Monographs on oceanographic methodology 6. Paris, Francia: UNESCO.



Utermohl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Verein Limnol, 9, 1 - 38.

Este informe fue elaborado por:

Nombre: Jhon Carlos Salon Barros y Nigireth Paola Suarez Vargas.

Entidad: Dirección General Marítima -DIMAR

Investigadores de la III Expedición de Colombia a la Antártida "Almirante Padilla"



Apéndice “1” – Registro Fotográfico



Fotografía 1. Intercambio Universidad Playa Ancha



Fotografía 2. Visita e Intercambio Científico Base Antártica Americana Palmer.



Fotografía 3. Visita e Intercambio Científico Base Antártica Española Gabriel de Castilla.



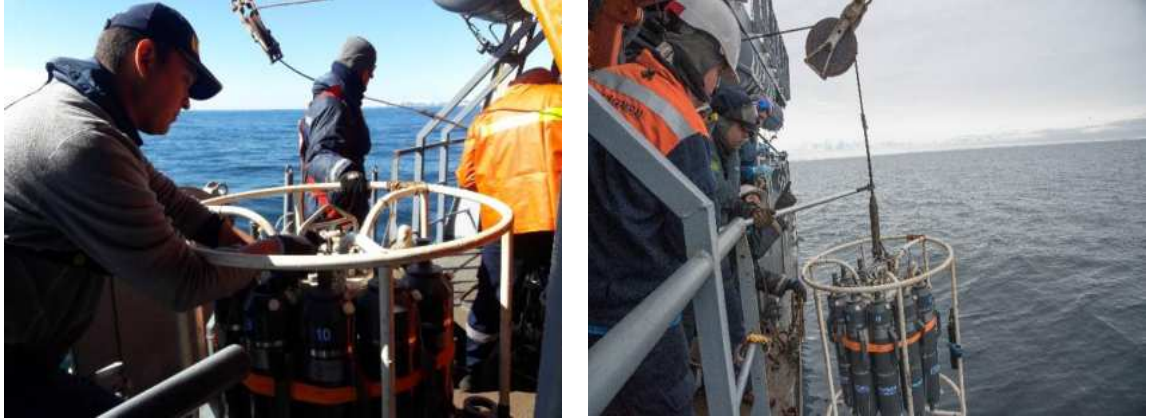
Fotografía 4. Visita e Intercambio Científico Base Antártica Chilena Arturo Prat.



Fotografía 5. Difusión a la comunidad general residente en la Base Naval de Málaga del PAC.



Fotografía 6. Toma de muestra de sedimentos con Draga Shipeck.



Fotografía 7. Preparación y verificación botellas niskin y Toma de muestras de agua.



Fotografía 8. Lanzamiento de redes planctónicas por el personal de Invemar, quienes fueron apoyo para la toma muestras por redes de arrastre fitoplanctónico.



Fotografía 9. Toma de muestra superficial de Hidrocarburos Disueltos Dispersos.



Fotografía 10. Arrastre oblicuo, toma de muestras de Krill. Apoyo Biólogo CCO.



Fotografía 11. Filtración de aguas marinas, pretratamiento para obtener muestras de nutrientes y clorofila-a.



Fotografía 12. Extracción de Hidrocarburos Disueltos Dispersos en muestras de agua.



Fotografía 13. Verificación y calibración Sonda pH-metro.



Fotografía 14. Análisis Microbiológicos *in situ*.