



**Expedición Científica de
Colombia a la Antártica
Verano Austral 2019-2020**

**Informe de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica,
Verano Austral 2019-2020**

Documento elaborado por:

Teniente de Navío
Julián Orlando Quintero Ibáñez
Coordinador Científico de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica,
Verano Austral 2019-2020

Capitán de Navío
Juan Camilo Forero Hauzeur
Director Programa Antártico Colombiano

Teniente de Fragata
Danna Rodríguez Saldaña
Jefe Asuntos Internacionales y Políticos

Laura Rubio Tamayo
Asesora en Asuntos Antárticos

Con los aportes y cooperación de:



**VICEPRESIDENCIA DE
LA REPÚBLICA**



**COMISIÓN
COLOMBIANA
DEL OCÉANO**



Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana

Escalafones

Escalafones de la Armada de Colombia

Oficiales

CN- Capitán de Navío
CF - Capitán de Fragata
CC - Capitán de Corbeta
TN - Teniente de Navío
TF - Teniente de Fragata
TK - Teniente de Corbeta

Suboficiales

Jefe Técnico de Comando
SJ- Suboficial Jefe
S1 - Suboficial Primero
S2 - Suboficial Segundo
S3 - Suboficial Tercero
M1- Marinero Primero
M2- Marinero Segundo

Escalafones de la Fuerza Aérea Colombiana

Oficiales

CR - Coronel
TC - Teniente Coronel
MY - Mayor
CT - Capitán
TE - Teniente
Subteniente

Suboficiales

Técnico Jefe Comando
Técnico Jefe
Técnico SubJefe
Técnico Primero
Técnico Segundo
Técnico Tercero
Técnico Cuarto
Aerotécnico

Listado de siglas y acrónimos

ARC: Armada de Colombia

CCO: Comisión Colombiana del Océano

CEP: Comité Polar Español

CIDIAM: Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para Actividades Marítimas

CIOH: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe

CITAE: Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales

COMNAP: Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales

CPA: Comité de Protección Ambiental

CTN-AA: Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos

DIMAR: Dirección General Marítima

DNA: Dirección Nacional del Antártico

ENAP: Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

ENSB: Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”

FAA: Fuerza Aérea Argentina

FAC: Fuerza Aérea Colombiana

FACH: Fuerza Aérea de Chile

IAA: Instituto Antártico Argentino

ICEMAN: Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártida

INACH: Instituto Antártico Chileno

INANPE: Instituto Antártico Peruano

INAE: Instituto Antártico del Ecuador

NIPR: National Institute of Polar Research

NSF: National Science Foundation

PAC: Programa Antártico Colombiano

PNOEC: Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros

PMO: Plataforma Móvil Embarcada

RCTA: Reunión Consultiva del Tratado Antártico

RAPAL: Reunión de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos

SCAR: Comité Científico de Investigaciones Antárticas (acrónimo en inglés)

SECCO: Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano

SECIRM: Secretaría Comisión Interministerial de los Recursos del Mar

SHN: Servicio Hidrográfico Nacional

STA: Sistema del Tratado Antártico

ZAEP: Zona Antártica Especialmente Protegida

Contenido

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	3
2.1. Manejo del Impacto Ambiental.....	7
2.2. Curso Pre Antártico 2019	8
3. Componente de cooperación internacional en buques y bases extranjeras.....	10
4. Proyectos de investigación científica de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica	13
4.1. Efecto del cambio climático global en la composición y abundancia del zooplancton: Estudio de factores físicoquímicos, tolerancia térmica y diversidad genética en algunas especies representativas del Estrecho de Gerlache.....	13
4.2. Proyecto Colombiano de Arte en la Antártica 2019 - 2020 Etapa III	13
4.3. Uso de RPAS para el análisis de la transformación del paisaje antártico a partir de la teledetección de pastos, líquenes y musgos en la Isla Livingston, Antártica	14
4.4. Aislamiento, caracterización y estudio del metabolismo secundario de microorganismos procedentes de sedimentos marinos de la Antártica (Isla Nelson y Rey Jorge).....	14
4.5. Sensibilidad de ambientes costeros y vida salvaje al petróleo en la Antártica II Etapa (Bahía Almirantazgo)	14
4.6. Levantamiento hidrográfico en la Bahía Almirantazgo Isla del Rey Jorge, VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica 2019 2020 (ICEMAN).	15
4.7. Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en algunas zonas de la península antártica	15
4.8. Esfuerzo de observación de mamíferos marinos antárticos	16
4.9. Identificación de los peligros operacionales en la Antártica para la operación de la FAC	16
4.10. Comunicaciones Satelitales de la Fuerza Aérea Colombiana en la Antártica	16
4.11. Estudio para el desarrollo de misiones análogas espaciales colombianas en la Antártica.....	17
4.12. Implementación de una Turbina Eólica	17
4.13. Identificación y caracterización de fenómenos meteorológicos peligrosos para la navegación aérea en el continente antártico	17
4.14. Evaluación de factores toxicológicos, físicoquímicos y biogeográficos en la composición de comunidades microbianas cultivables presentes provenientes de la Antártica	18
5. Conclusiones de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica.....	20
5.1. Con referencia a la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica	20
6. Recomendaciones.....	22
6.1. Con referencia a las Expediciones Científicas de Colombia a la Antártica	22

Resumen

Para el verano austral 2019-2020, Colombia, a través del Programa Antártico Colombiano (PAC), llevó a cabo la VI Expedición Científica a la Antártica mediante el componente de cooperación internacional con el apoyo de Argentina, Bulgaria, Brasil, Chile, Ecuador, España, Italia, Perú y Polonia.

Un total de veinticuatro (24) expedicionarios desarrollaron catorce (14) proyectos de investigación en el Continente Blanco, realizando por primera vez una presencia por un lapso mayor a 130 días, entre los distintos proyectos de investigación, distribuidos de la siguiente manera: cuatro (04) investigadores a bordo de plataformas oceánicas de investigación científica, tales como el buque “Hespérides” de España, el buque “Laura Bassi” de Italia y el BAP “Carrasco” de Perú. Los veinte (20) investigadores restantes realizaron la fase de campo de sus proyectos en colaboración con Argentina, Bulgaria, Brasil, Chile, Ecuador y Polonia.

Las áreas temáticas que se desarrollaron en los proyectos involucran la Seguridad Integral Marítima, Biodiversidad en organismos Antárticos (mamíferos marinos y microbiología), Cambio Climático, Tecnología de la Información, Ingeniería Aérea, Adaptación al Medio Ambiente, Cultura y Educación Antártica.

Siendo de igual forma, la IV Campaña Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), el avión C-130 Hércules se destacó el día 17 de enero del 2020, saliendo la ruta Bogotá, D.C. – Santiago de Cali – Santiago de Chile, y arribó a la Isla de Rey Jorge el 19 de enero del año 2020, donde los pilotos realizaron un vuelo de entrenamiento operacional. El día 25 de enero llevaron a cabo el retorno a Punta Arenas desde la Isla Rey Jorge, transportando a los investigadores y las muestras recolectadas en la Antártica, retornando a la ciudad de Bogotá D.C. el día 26 de enero del año 2020.

Así mismo, el avión C-130 Hércules apoyó a varios Programas Antárticos Nacionales como al Instituto Nacional Antártico Chileno (INACH), al Instituto Antártico Peruano (INANPE) y al Instituto Antártico del Ecuador (INAE) con el transporte de investigadores, profesores y demás personal.

La VI Expedición Científica comenzó el 13 de diciembre del 2019 con los primeros expedicionarios que salieron a la Antártica y terminó el 28 de abril del 2020 con el retorno del último expedicionario.

El presente informe recopila los resultados preliminares de los proyectos de investigación anteriormente mencionados, incluyendo las consideraciones especiales, recomendaciones, y conclusiones, que servirán a Colombia en su ruta por ser miembro consultivo del Tratado Antártico.

Como especial reconocimiento y mención de gratificación y orgullo, el trabajo y compromiso de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (SECCO), encargada de la Dirección del Programa Antártico Colombiano (PAC), con el alistamiento de los investigadores en la realización del curso pre-antártico, la coordinación administrativa y el constante asesoramiento a los investigadores durante la expedición, resaltando especialmente a la FAC, que nuevamente dispuso sus capacidades aéreas al servicio de la expedición, ayudando en gran medida a los costos logísticos asociados con el cumplimiento de esta expedición.

Si bien se presentaron retos logísticos para el desarrollo de las investigaciones, los científicos, sus instituciones y la Dirección del PAC lograron sortearlas adecuadamente, cumpliendo con los proyectos aprobados en la convocatoria de esta expedición, y principalmente, cumpliendo a satisfacción la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, en el verano austral 2019 - 2020.

1. Introducción

Para el verano austral 2019 -2020, los proyectos de investigación iniciaron su ejecución desde el 22 de diciembre de 2019, cumpliendo con un cronograma independiente para cada proyecto y conforme al apoyo brindado por cada país cooperante, y culminaron el 30 de abril del 2020 con el último proyecto de investigación científica, dando así una participación activa mayor a 130 días.

Para la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, se contó con la participación de la FAC, proporcionando el apoyo de la aeronave C-130 Hércules para el transporte de investigadores y muestras, nacionales e internacionales. De igual forma, gracias a la planeación de la Dirección del PAC, se gestionó el apoyo de nueve (09) países cooperantes para el cumplimiento de trece (13) proyectos de investigación científica, propuestos por quince (15) entidades e instituciones académicas.



Figura 1. Logos de las distintas organizaciones que participaron en la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, verano austral 2019-2020.

En similitud con la III Expedición “Almirante Lemaître” verano austral 2016-2017, fue necesario desarrollar la expedición a través del componente de cooperación internacional, pues a pesar de no contar con una plataforma oceánica propia, por limitaciones operacionales y presupuestales, se logró su ejecución gracias al liderazgo de la Dirección del PAC, en la organización, coordinación y gestión de cupos en tres (03) plataformas oceánicas de distintos países, y en siete (07) bases temporales y permanentes ubicadas en la Isla Rey Jorge, principal área de estudio de múltiples proyectos en las pasadas expediciones.



Figura 2. Slogan oficial de la promoción a la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, verano austral 2019-2020.

Este informe presenta los resultados de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, siendo la expedición con el mayor tiempo de permanencia que ha tenido Colombia en el Continente Blanco, realizando catorce (14) proyectos de investigación científica (Tabla 1).

Este informe está compuesto de cinco (05) secciones, donde se relacionan los antecedentes y sucesos más relevantes que permitieron facilitar la planeación, preparación y complementación de la expedición, en la participación de los miembros del PAC. Seguido de los antecedentes, donde se incluye la información de cada proyecto de investigación, de manera sucinta, relacionando los investigadores y los resultados preliminares de cada uno. Las conclusiones y recomendaciones con respecto al ámbito general de la expedición se encontrarán como la última sección del informe.

La información general y los resultados preliminares de cada proyecto se presentan en los anexos a este informe. Igualmente, al final del documento se incluye la bibliografía consultada.

2. Antecedentes

Desde hace más de seis años, Colombia se ha destacado por continuar ejerciendo una presencia en la Antártica en cada verano austral, realizando investigación científica en diferentes campos y disciplinas de la ciencia, y con la participación de distintas entidades del orden nacional, instituciones, fundaciones y universidades nacionales e internacionales.

Entendiendo el objetivo principal de Colombia en posicionarse como un miembro consultivo en el Sistema del Tratado Antártico (STA), gracias a la importancia geopolítica, ambiental y científica en la Antártica que propende para la humanidad.

La Dirección del PAC y otras entidades como la Armada de Colombia (ARC), la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) y la Dirección General Marítima (DIMAR), están en continuo desarrollo en los diferentes proyectos de investigación, optando por diversas vías de acceso a través de plataformas estratégicas aéreas u oceánicas, por ello, es importante tener en cuenta las condiciones físicas y climatológicas del área de operación y estudio, así como la necesidad de evaluar las características del territorio antártico. Cabe recordar la Primera Expedición Científica de Colombia “Expedición Caldas”, verano austral 2014-2015, la cual abrió paso para que Colombia tenga presencia en el territorio blanco y así comenzando un camino para llegar a ser miembro consultivo del STA.

El PAC, a través de las capacidades logísticas, operativas y técnicas de la ARC y los Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe y Pacífico de la DIMAR, instituciones que hacen parte del Programa, vienen generando desde la I Expedición Científica, estudios hidrográficos materializados en levantamientos batimétricos, con el fin de actualizar y generar conocimiento e información para la edición y elaboración de nuevas Cartas Náuticas Internacionales. Esta necesidad de continuar realizando investigación científica con la posibilidad de brindar una información útil a la humanidad es cada vez mayor, tomando como ejemplo los esfuerzos realizados en la V Expedición Científica de Colombia a la Antártica, puntualmente, por la DIMAR a través del Servicio Hidrográfico Nacional (SHN), participando de manera sobresaliente en los aportes de Seguridad Marítima Integral, y proporcionando la información batimétrica necesaria para la generación de una nueva carta náutica (INT 9166), reconocimiento que tuvo lugar en el seminario de la Comisión Hidrográfica de la Antártica durante la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA) el pasado 4 de Julio del 2019, donde todos los miembros consultivos y no consultivos, fueron partícipes de los aportes generados por Colombia para este valioso insumo. Adicionalmente, la cantidad de productos científicos generados por los proyectos de distintas organizaciones que han participado en pasadas expediciones, han permitido posicionar a Colombia como un miembro no consultivo con una activa participación.

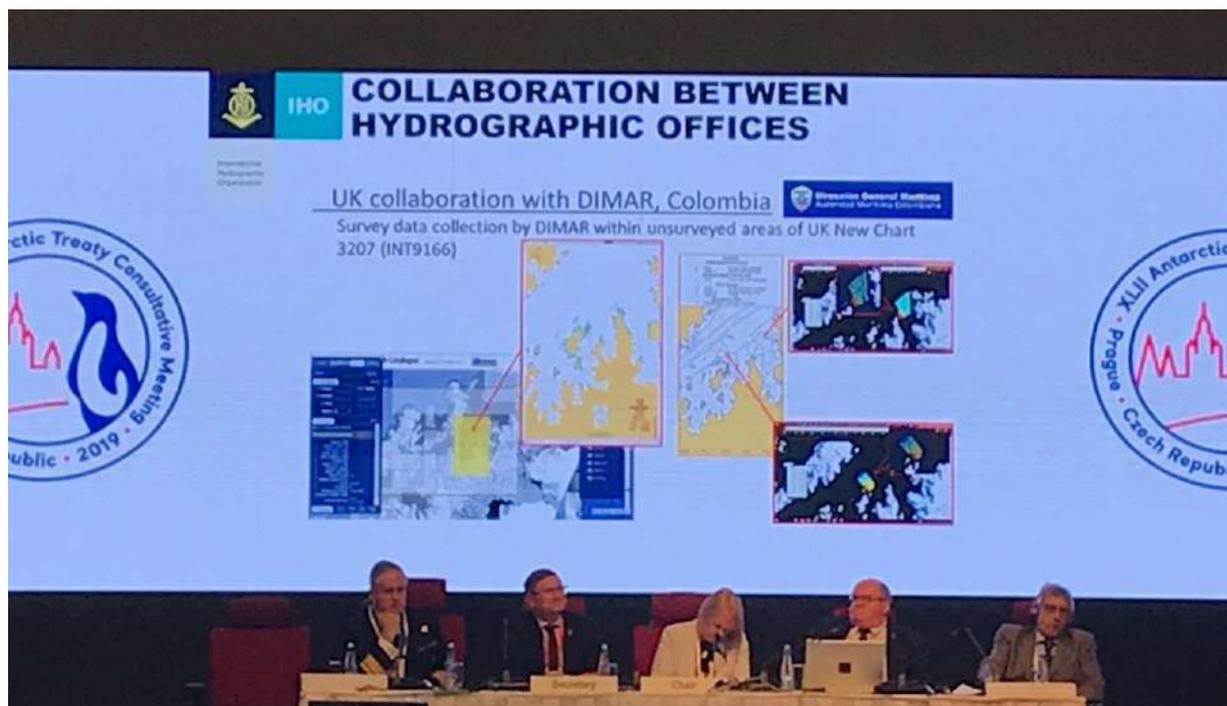


Figura 3. Imagen de la presentación realizada por el Servicio Hidrográfico del Reino Unido en la RCTA XLIII, resaltando los aportes de la DIMAR para la generación de una nueva carta náutica en la Antártida.

Al tratarse de ser el sexto año de participación, debido a la experiencia adquirida en las distintas expediciones, la responsabilidad de proporcionar resultados de mayor valor es de gran importancia para el PAC, comprendiendo que la contribución en materia de investigación científica es la mejor forma de generar el impacto deseado en la ruta de Colombia por ser un miembro consultivo del Sistema del Tratado Antártico (STA).

Tabla 1. Proyectos de investigación que participaron en la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, Verano Austral 2019-2020.

No.	Título proyecto	Instituciones	Investigadores
1	Efecto del cambio climático global en la composición y abundancia del zooplancton: Estudio de factores físico químicos, tolerancia térmica y diversidad genética en algunas especies representativas del Estrecho de Gerlache	Universidad Industrial de Santander (UIS)	María Isabel Criales
2	Proyecto colombiano de arte en la Antártica 2019 - 2020 Etapa III	Apoyo Beca de MINCULTURA	Santiago Vélez Salamanca
3	Uso de RPAS para el análisis de la transformación del paisaje Antártico a partir de la detección de líquenes y musgos antárticos"	Universidad de Los Andes	Natalia Jaramillo Machuca, Jeisson Riaño Quintero
4	Aislamiento, caracterización y estudio del metabolismo secundario de microorganismos procedentes de sedimentos marinos de la Antártida (Isla Rey Jorge)	Alianza entre Universidad Simón Bolívar, Escuela Naval de Suboficiales y La Universidad de Cádiz	Hernando Bolívar Anillo, Rogero Portantiolo
5	Sensibilidad De Ambientes Costeros Y Vida Salvaje Al Petróleo En La Antártida (Sector De La Bahía Almirantazgo- Isla Rey George) Fase II	ENSB, la Universidad de la Costa (CUC) y la Universidad de Cádiz – España	Giorgio Anfuso Melfi, Cristian Ayala Mantilla
6	"ICEMAN" Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica (Fase VI).	Dirección General Marítima (DIMAR)	S1. José Miguel Navarro Villadiego
7	Censo, Ecología Trófica, Concentraciones de Mercurio y Genética de Pinnípedos en algunas zonas de la Península Antártica e inmediaciones	Macuáticos, Universidad de los Andes	Diego Fernando Mojica Moncada
8	Esfuerzo de Observación de Mamíferos Marinos	Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Conservación Internacional, Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos, Universidad de los Andes, Fundación Macuáticos Colombia, Fundación Yubarta, Fundación Omacha, Dirección General Marítima.	Nohelia Farias
9	Identificación de los peligros operacionales en la Antártica para la operación de la FAC	Fuerza Aérea Colombiana	TE. Jenny Alejandra Caro Martínez y T1. Mario Andrés Valencia Gómez
10	Comunicaciones satelitales de la FAC en la Antártica	Fuerza Aérea Colombiana	MY. Sonia Ruth Rincón Urbina, TE. Lorena Paola Cárdenas Espinosa, TSJ. Carlos Tulcán

11	Estudio para el desarrollo de misiones análogas espaciales colombianas en la Antártica	Fuerza Aérea Colombiana	T2. Angie Catherine Alvarado Yepes
12	Implementación de una turbina eólica en la Antártica Fase III	Fuerza Aérea Colombiana	CT. Cesar Jiménez Lozano y T2. Alfonso Gerardo Bedoya García
13	Identificación y caracterización de fenómenos meteorológicos peligrosos para la navegación aérea asociados con los sistemas ciclónicos mesoescalares antárticos	Fuerza Aérea Colombiana	TC. Guillermo Poveda Zamora, CT. Álvaro Rafael Martínez Mancera, CT. Mauricio Jiménez García, CR. Nayid Eduardo Iglesias Everstsz
14	Evaluación de factores toxicológicos, fisicoquímicos y Biogeográficos en la composición de comunidades microbianas cultivables presentes provenientes de la Antártica.	Universidad Tecnológica de Bolívar-UTB	Rosa Acevedo Barrios



2.1. Manejo del Impacto Ambiental

El Protocolo de Protección Ambiental del Tratado Antártico o Protocolo de Madrid, como se le conoce, se firmó el 4 de octubre de 1991 y está vigente desde 1998. La protección ambiental ocupa el primer lugar en la lista de prioridades del STA y funciona como marco de gobernanza en el continente blanco, al que se ha designado como una "reserva natural consagrada a la paz y la ciencia".

Previamente, el Congreso de la República mediante la ley 1880 de 2018 había aprobado el Protocolo, norma que fue encontrada exequible por la Corte Constitucional, mediante Sentencia C-186/19 al considerar que el instrumento internacional armoniza plenamente con los postulados de la Carta Política de 1991.

El 13 de febrero Colombia depositó el Instrumento de Adhesión al Protocolo de Protección Ambiental del Tratado Antártico, firmado por el señor Presidente de la República y la señora Canciller, ante el Departamento de Estado de los Estados Unidos como país depositario del Tratado.

Como requisito para dar viabilidad de los proyectos aprobados de la expedición por parte de la Dirección del PAC, fue necesaria el apoyo y capacidades de la DIMAR, a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), en la realización de las evaluaciones de impacto ambiental, requisito esencial para poder dar la viabilidad a cada proyecto para su realización. La DIMAR identificó los aspectos ambientales más relevantes y se construyeron las matrices de impacto con los criterios de evaluación de acuerdo a la metodología de Woodside y Aurrichio (2001), incluyendo la metodología, frecuencia de muestreo, tipo de materiales y reactivos a emplear cada actividad. Este formato se remitió a la DIMAR, para su estudio y evaluación del impacto ambiental.

Para la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, fue necesaria la coordinación entre las instituciones encargadas de los asuntos antárticos de cada país, donde la Dirección del PAC fue la encargada de recopilar las evaluaciones de impacto ambiental, y hacerlas llegar dentro de los tiempos requeridos por cada país, adicionando los permisos necesarios para el transporte de muestras y equipos de cada proyecto.

Gracias a la verificación por parte del personal de la Dirección del PAC y la DIMAR, los proyectos aprobados para la VI Expedición cumplieron los requisitos establecidos por el Comité de Protección Ambiental (CPA), generando un desarrollo de actividades sin problemas.

2.2. Curso Pre Antártico 2019

Del 9 al 13 de septiembre del 2019 en la ciudad de Cartagena, se realizó el Curso Pre Antártico para la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, el cual tuvo lugar en las instalaciones de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” (ENAP), la Base Naval ARC “Bolívar” y el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para Actividades Marítimas (CIDIAM). El objetivo de este curso teórico práctico, fue brindar las herramientas necesarias a los investigadores y futuros expedicionarios del PAC, para que puedan adquirir destrezas básicas y la seguridad necesaria y así pueda sortear de la mejor manera sus actividades científicas en la Antártica.

Cabe resaltar que el curso pre antártico es un requisito indispensable para los investigadores que participaron en la VI Expedición Científica, pero también estuvo abierto al público en general interesado en participar en esa actividad.



Figura 4. Imagen de la promoción del curso pre-antártico para la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, verano austral 2019-2020.

La iniciativa académica nace de la Dirección del PAC y entidades como la ARC, la DIMAR y la ENAP apoyaron durante esta semana en la realización exitosa del curso.

La agenda académica estuvo integrada por conferencias y ejercicios prácticos donde se destacó un ejercicio realizado en el simulador de puente “full misión” del CIDIAM que contó con los escenarios antárticos de la Bahía de Cierva Cove y Puerto Mikkelsen, simulados por profesionales de la ENAP.

Durante el ejercicio, se entrenó a los tripulantes para mantener una navegación segura en aguas antárticas, realizando énfasis en navegación electrónica, atención de situación de emergencia y gestión de recursos del puente en estos escenarios extremos.

Así mismo, con instructores de la ENAP, la Dirección del PAC y la DIMAR, se realizaron lectura de cartas, marcación de puntos en la carta, orientación, navegación en terreno antártico con brújula y utilización de GPS; instrucción de nudos básicos y aseguramiento de cordada; cartografía y empleo de radar ARPA en zonas de hielo, entre otros. Los dos últimos días del curso, se realizó la fase teórica y práctica de supervivencia en el mar a cargo de la Escuela de Buceo y Salvamento en el agua.

El Capitán de Corbeta Julio Cesar Monroy Silvera, Decano de la Facultad de Oceanografía Física de la ENAP, compartió su experiencia como Jefe de Crucero de la anterior Expedición Científica de Colombia a la Antártica, verano austral 2018-2019 (Figura 5).



Figura 5. Capitán de Corbeta Julio Cesar Monroy Silvera, Jefe de la V Expedición Científica de Colombia a la Antártica, como capacitador en el curso pre-antártico de la VI Expedición.

3. Componente de cooperación internacional en buques y bases extranjeras

El componente de cooperación internacional en las bases temporales, permanentes y buques con capacidad polar es una coordinación realizada a través de la Dirección del PAC, esta coordinación busca cumplir con las necesidades logísticas y técnicas de cada proyecto de investigación científica de acuerdo con las especificaciones en cuanto al área de estudio, requerimientos de equipos o muestras a tomar, tiempo necesario para la recolección de datos, transporte y necesidades logísticas especiales. Este componente de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica se logró gracias al apoyo de nueve (09) países amigos, Argentina, Bulgaria, Brasil, Chile, Ecuador, España, Italia, Perú y Polonia.

Gracias a la gestión realizada por la Dirección del PAC, la administración que se tuvo gracias a los ofrecimientos y solicitudes de varios países amigos logró destacar satisfactoriamente catorce (14) proyectos de investigación científica. Así mismo, la interacción con las distintas entidades homólogas a la Dirección del PAC, ya sean los distintos institutos antárticos de los países cooperantes, establecieron una coordinación con un tiempo de antelación de nueve (09) meses a la expedición, con el fin de cumplir los tiempos requeridos por el STA para los distintos requerimientos de cada proyecto, ya sea la relación de permisos de transportes de muestras y equipos, cumplimiento del Anexo II al Protocolo del Tratado Antártico sobre la protección del medio ambiente para la conservación de la flora y fauna antártica, solicitudes especiales, relación de cronogramas y coordinaciones paralelas entre investigadores.



Figura 6. Personal de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica y la IV campaña de la Fuerza Aérea Colombiana en la Antártica en la Isla Rey Jorge.

Apoyos internacionales realizados por la Fuerza Aérea Colombiana

El avión C-130 Hércules de la FAC apoyó a tres (03) países Latinoamericanos de la siguiente manera:

Apoyo a Chile:

Ruta Punta Arenas a la Isla Rey Jorge el 20 de enero 2020. Con el objetivo de realizar el proyecto titulado Andes & Antartandes. Proyecto de exploración en ambientes rigurosos de Patagonia, Tierra del Fuego y Antártica. Con el apoyo del Fondo de Desarrollo Institucional (FDI), Universidad de Magallanes y Ministerio de Educación de Chile.

No	Grado / Título	Nombre	Institución
1	Profesor	Alfredo Nemesio Soto Ortega	Universidad de Magallanes
2	Alumno	Pablo Andrés Oyarzun Neira	Universidad de Magallanes

Apoyo a Ecuador:

En el marco de la XXIV Expedición Antártica Ecuatoriana, Colombia apoyó en el transporte de personal científico que conformaron la segunda fase del programa técnico-científico Ecuatoriano en la ruta Punta Arenas a la Isla Rey Jorge el 20 de enero 2020.

No.	Grado / Título	Nombre
1	Investigador	Bolívar Ernesto Cáceres Correa
2	Investigador	Lisette Estefanía Calle Macas
3	Investigador	Jorge Andrés Espinoza Celi
4	Investigador	Christian Fernando Mejía Guaman
5	Investigador	Ernesto Antonio Camacho Iñiguez
6	Investigador	Jorge Guillermo Nath Nieto
7	Investigador	Fernando Romero Noreña
8	Investigador	Edgar Iván Vallejo Ricaurte
9	Investigador	David Roberto Carranza Rueda
10	Investigador	Jorge Eduardo Herrera Duque
11	Investigador	Jorge Eduardo Herrera Duque

Listado Visita de Alto Nivel de Ecuador

No	Grado / Título	Nombre	Institución
1	GRAL(SP)	Roberto Tandazo Granda	Ministerio de Defensa Nacional
2	VALM(SP)	Homero Arellano Lascano	Embajador del Ecuador en Chile
3	CALM	Daniel Ginez	Comando de Operaciones Navales (Armada del Ecuador)
4	CALM	Jhon Merlo León	Dirección General de Intereses Marítimos
5	CPNV-EMS	Rodrigo MediaVilla Bucheli	Dirección General de Finanzas de la Armada del Ecuador
6	CPFG-EM	Juan Tapia Aldas	Instituto Antártico Ecuatoriano
7	TNNV-SS	Julio Alvarado Ponce	Dirección General de Intereses Marítimos
8	TNNV-AB	Jorge Riofrio Flores	Instituto Antártico Ecuatoriano
9	TNNV-SU	Nemir Espin Conde	Comando de Operaciones Navales (Armada del Ecuador)

Apoyo a Perú:

Con el empleo del avión se apoyó el transporte de personal y material desde la Isla Rey Jorge a Punta Arenas el 23 de enero 2020.

No.	Grado / Título	Nombre Completo
1	CF	Kristhian Carlos Guillén Cueva
2	OM1	Joel Carlos Bruno Soldevilla
3	OM1	José Santana Castañeda
4	OM1	Iván Jimenez Ríos
5	Investigador	Luis Alfredo Santillan Corrales
6	Investigador	Giannina La Torre Gallardo

4. Proyectos de investigación científica de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica

En consecución con el procedimiento establecido para el seguimiento de los proyectos de investigación aprobados, cada investigador diligenció un reporte de cada proyecto, donde se relaciona la información a continuación:

1. Relación con la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035
2. Investigadores y entidades participantes en esta fase del proyecto
3. Otras entidades participantes
4. Objetivo general de proyecto
5. Objetivo(s) particular(es) para la fase del proyecto desarrollada en el verano austral 2019-2020
6. Base o buque donde se desarrollaron los objetivos particulares
7. Descripción de equipo científico y de apoyo
8. Descripción de las principales actividades de investigación desarrolladas
9. Resultados preliminares
10. Resultados esperados
11. Actividades de divulgación
12. Recomendaciones
13. Bibliografía

A continuación, se presenta un resumen de las actividades más importantes de cada uno de los proyectos de investigación durante la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, así como los resultados preliminares de cada proyecto, con relación a los alcances propuestos y limitaciones presentadas para cada uno de los proyectos.

4.1. Efecto del cambio climático global en la composición y abundancia del zooplancton: Estudio de factores físicoquímicos, tolerancia térmica y diversidad genética en algunas especies representativas del Estrecho de Gerlache

Durante la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica y con el apoyo de Perú, se recibió el apoyo del BAP “Carrasco” para la recolecta de las muestras de plancton en el Estrecho de Bransfield y alrededores de la Isla Elefante. Se recolectaron muestras de zooplancton con tres tipos de redes: WP2, Bongo y IKMT, con el fin de establecer los posibles factores físicoquímicos que afectan la biomasa en el meso y macrozooplancton, y caracterizar la tolerancia térmica y diversidad genética de algunas especies del meso y macrozooplancton colectadas en el estrecho de Bransfield.

Se recolectaron muestras para la Dra. Barragán-Barrera con el propósito de realizar una cooperación interinstitucional en el proyecto macro que la investigadora adelanta de seguimiento de mercurio en mamíferos marinos presentes en la Antártica. Se visitaron además las bases de “Machu Picchu” de Perú y “Artigas” de Uruguay y con ellas establecer nuevas colaboraciones y trabajos conjuntos. La información oceanográfica proveniente de las estaciones muestreadas fue recolectada y procesada por el Teniente de Navío Julián Quintero del CIOH-DIMAR (Crales Hernández, 2020) (Anexo 1).

4.2. Proyecto Colombiano de Arte en la Antártica 2019 - 2020 Etapa III

Desarrollar el Proyecto Colombiano de Arte en la Antártica, el cual tiene como fundamento la inclusión de disciplinas artísticas y culturales dentro de las investigaciones que se llevan a cabo año a año en las misiones colombianas en el continente blanco y con el objeto de estudio titulado “Atlas de un Continente que no existe”.

El investigador Santiago Vélez Salamaca, único investigador destacado de este proyecto, proyecta la realización de una serie amplia de obras de arte que contemplan la escultura, la instalación, el videoarte, la fotografía, el dibujo y la pintura. Se estima que en total serán unas 40 obras asociadas a la investigación (Vélez Salamaca, 2020) (Anexo 2).

4.3. Uso de RPAS para el análisis de la transformación del paisaje antártico a partir de la teledetección de pastos, líquenes y musgos en la Isla Livingston, Antártica

Durante 29 días de trabajo en campo se realizó el levantamiento fotogramétrico empleando RPAS a partir de múltiples planes de vuelo sobre las coberturas de interés en tres áreas de la isla Livingstone (Base St. Kliment Ohridski – Mongolian data MET y Hanna Point). La elección de estas zonas de estudio correspondió a observaciones previas que documentaron la presencia de vegetación objeto de esta investigación a partir de tres criterios principales: presencia de pastos y líquenes antárticos, accesibilidad y variación del terreno. Adicionalmente, el área elegida no hace parte de las zonas ambientalmente protegidas en las que existen. En cada zona se colectaron muestras de líquenes y vegetación antártica, se registraron puntos geodésicos y se consolidaron los modelos parciales del terreno en campo.

El objetivo principal del proyecto fue evaluar la transformación del paisaje antártico por la presencia de pastos, líquenes en el área circundante a la base científica búlgara St. Kliment Ohridski, ubicada en la Isla Livingston, Antártica.

De manera paralela, se llevaron a cabo encuentros con equipos científicos de las bases St. Kliment Ohridski (Bulgaria), Bellingshausen (Rusia) y Great Wall (China), para divulgar el objeto del proyecto, explorar intereses de cooperación entre investigadores, y resaltar la participación de Colombia en materia de investigación antártica (Riaño, 2020). (Anexo 3).

4.4. Aislamiento, caracterización y estudio del metabolismo secundario de microorganismos procedentes de sedimentos marinos de la Antártica (Isla Nelson y Rey Jorge)

El presente proyecto nace de la idea de investigar la microbiota asociada a sedimentos marinos de la Antártica, con el propósito de conocer su biodiversidad y el metabolismo secundario de los microorganismos de interés. Durante esta investigación se utilizaron técnicas microbiológicas, de biología molecular y de química orgánica, con el objetivo de identificar nuevos microorganismos, así como obtener nuevos compuestos con interesantes actividades biológicas y potencial aplicación industrial que permitan a la comunidad científica internacional desarrollar nuevos fármacos, aditivos, cosméticos o agroquímicos, o aislar enzimas de interés biotecnológico e industrial.

El equipo está conformado por microbiólogos, biólogos y químicos orgánicos con formación doctoral en diferentes áreas como la química orgánica, biomoléculas, recursos agroalimentarios, ciencias naturales, entre otros (Bolívar Anillo, 2020) (Anexo 4).

4.5. Sensibilidad de ambientes costeros y vida salvaje al petróleo en la Antártica II Etapa (Bahía Almirantazgo)

Dado el creciente interés tanto científico como turístico en el continente Blanco, es necesario conocer y ampliar la elaboración de mapas de sensibilidad para uso en la planificación y respuesta de derrames de hidrocarburos.

En el verano austral 2019-2020, se adelantó el primer estudio que utilizó un enfoque basado en las Especificaciones y Normas Técnicas para la Elaboración de Cartas de Sensibilidad a Derrames de Petróleo en las Aguas Jurisdiccionales Brasileñas (MMA, 2007), y las directrices de indicadores de la sensibilidad de las personas. NOAA Technical Memorandum. Estos estándares determinan las etapas que abarcan la elaboración y determinación del uso final de los mapas.

Dada la gran importancia de estos mapas, los investigadores proponen ampliar el área de estudio en el territorio Antártico, permitiendo a la comunidad científica generar conceptos respecto a la pertinencia de metodologías. En el verano austral 2019-2020, se continuó con la toma de datos en el sector de la bahía Almirantazgo, para complementar el área de estudio, la estación antártica Comandante Ferraz (en portugués, Estação Antártica Comandante Ferraz), la cual es una base permanente (operativa todo el año) de Brasil, ubicada en las coordenadas geográficas 62°05'0"S 58°23'28"O, en la bahía Almirantazgo Rey Jorge, en las islas Shetland del Sur.

Finalmente, se entregará un Atlas que servirá a la comunidad internacional para planear estrategias de mitigación y acciones tendientes a controlar los efectos que se puedan provocar por este tipo de afectación (Portantolio Manzolli, 2020) (Anexo 5).

4.6. Levantamiento hidrográfico en la Bahía Almirantazgo Isla del Rey Jorge, VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica 2019 2020 (ICEMAN).

En relación con los aportes realizados por la DIMAR para la generación de nuevas cartas náuticas en el continente antártico, CIOH del Caribe ha destacado en calidad de cooperación internacional a bordo del B.A.P "Carrasco" a un equipo técnico con el fin de continuar los levantamientos realizados desde el año 2018 en la quinta fase del proyecto de Investigación Científica Marina para la Seguridad Marítima en la Antártica "ICEMAN".

El objetivo principal de este proyecto es realizar el levantamiento hidrográfico con tecnología Monohaz en el sector de Bahía Almirantazgo, en la Isla del Rey Jorge con el fin de capturar y procesar información hidrográfica, y de esta manera aportar a la seguridad de la vida humana en el mar, beneficiando el desarrollo científico del continente.

De igual forma, se realizó un estudio preliminar para orientar los esfuerzos de la VII Expedición Científica del PAC en el proyecto propuesto por la DIMAR: "Generación de nuevo conocimiento hidrográfico, náutico y de geología marina en el análisis morfológico y sedimentario en el continente Antártico", así como para la construcción del buque Antártico Colombiano con aportes de la experiencia adquirida por los expedicionarios a bordo del B.A.P "Carrasco" (Navarro, 2020) (Anexo 6).

4.7. Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en algunas zonas de la península antártica

El objetivo general de este proyecto es determinar la estructura, diversidad genética y concentraciones de mercurio total (THg) de la población de Elefantes Marinos del Sur (*M. leonina*), en la Zona Antártica Especialmente Protegida No. 128, ubicada en la Costa Occidental de la Bahía de Almirantazgo, para continuar con el estudio y seguimiento de pinnípedos en algunos de los Archipiélagos de la Península Antártica, de manera que Colombia pueda destacarse para el intercambio de información Antártica a nivel internacional.

El esfuerzo de observación fue realizado durante cinco o seis horas, si las condiciones meteorológicas lo permitían. Durante el censo, se colectó información sobre fecha, posición, especie, número de individuos y madurez de acuerdo a sus características diagnósticas morfológicas externas.

En el marco de las charlas realizadas en universidades por Diego Fernando Mojica-Moncada, Investigador Asociado al PAC, se han divulgado varios avances incluyendo aquellos relacionados con la presente investigación. Por su parte, la investigadora Dalia C. Barragán Barrera, ha presentado diversas ponencias con los resultados preliminares de este estudio, dando reconocimiento a todas las instituciones participantes y resaltando apoyo recibido por parte de la Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos y Fundación AVIATUR (Mojica Moncada, 2020) (Anexo 7).

4.8. Esfuerzo de observación de mamíferos marinos antárticos

Entre el 06 de enero hasta el 18 de febrero de 2020 se realizó el esfuerzo de observación de mamíferos marinos, cubriendo la mayor parte de la ruta Nueva Zelanda-Antártica-Nueva Zelanda. El esfuerzo fue realizado cuando las condiciones oceanográficas y climáticas lo permitían. Adicionalmente, se cubrió toda la ruta que realizó la campaña Oceanográfica del Programa Antártico Italiano en el mar de Ross. Este proyecto se realizó en su totalidad a bordo del buque italiano rompehielos y oceanográfico “Laura Bassi”.

El objetivo principal de este proyecto, se basó en coleccionar datos de distribución y ecología de especies de mamíferos marinos con el fin de entender su capacidad adaptativa para enfrentar eventos naturales y antropogénicos en corto, mediano y largo plazo, de manera que se pueda establecer y coordinar medidas de manejo y conservación a nivel local, nacional y regional (Farías Curtidor, 2020) (Anexo 8).

4.9. Identificación de los peligros operacionales en la Antártica para la operación de la Fuerza Aérea Colombiana

Peligros de la operación aérea en la Antártica para garantizar la seguridad operacional de la FAC, es un proyecto destinado al levantamiento de información en terreno para la caracterización del panorama de riesgos operacionales en el continente blanco de modo que se supervise, prevenga, mitiguen accidentes y se administren los riesgos operacionales. Este proyecto está respaldado por la FAC y es de gran importancia académica y científica para aquellos países que requieran operar en estas latitudes.

Como resultado se generó un panorama de riesgos operacionales, así como un modelo 3D de la zona de estudio, en este caso el aeródromo “Teniente Rodolfo R Marsh”. Con este proyecto, la FAC pretende conocer cuáles son los peligros inherentes a las operaciones aéreas en la Antártica, entendiendo las condiciones particulares presentes en el aeródromo Teniente Marsh de la Isla Rey Jorge.

El resultado de esta investigación permitirá a los participantes de futuras campañas aéreas en la Antártica conocer los peligros a los cuales se enfrentarán en este aeródromo y llevarlo a una toma de medidas acertadas orientadas a la mitigación de estos peligros (Tabáres, 2020) (Anexo 9).

4.10. Comunicaciones Satelitales de la Fuerza Aérea Colombiana en la Antártica

Este proyecto contó con el apoyo del señor Coronel Humberto Julio Schweitzer, Jefe de Centro Asuntos Antárticos del Ejército de Chile, quien dispuso el apoyo logístico para que la Base “General Bernardo O’Higgins Riquelme” recibiera a los investigadores de este proyecto, base en la cual se desarrollaron todas las actividades de la fase de campo.

El desarrollo del proyecto contó con tres investigadores principales del Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE), como se indica a continuación: Mayor Sonia Ruth Rincón, Ingeniera Metalúrgica, Jefe del centro de investigación e investigadora principal del proyecto, Teniente Lorena Cárdenas, Física, especialista en desarrollo tecnológico y operadora de satélite FACSAT-1, Técnico Subjefe Carlos Tulcán,

tecnólogo en mantenimiento aeronáutico, técnico especialista en desarrollo tecnológico y encargado del mantenimiento y calibración de la antena de FACSAT 1.

Adicionalmente, trabajaron en el proyecto, ingenieros electrónicos, ingenieros mecánicos, ingenieros de materiales, técnicos en automatización y estudiantes de ingeniería mecánica, como apoyo a las actividades del proyecto (Rincón Urbina, Cárdenas Espinoza, & Talcán Delgado, 2020) (Anexo 10).

4.11. Estudio para el desarrollo de misiones análogas espaciales colombianas en la Antártica

Las misiones análogas espaciales son una alternativa económica para la realización de investigación y entrenamiento para misiones espaciales frente al espacio en sí. Este método es utilizado por las diferentes agencias y organizaciones del sector espacial alrededor del mundo y ha permitido durante más de 50 años desarrollar los programas de entrenamiento e investigación para las diferentes misiones. En la actualidad, Colombia no cuenta con una caracterización de posibilidades para la realización de misiones análogas para el sector científico.

Teniendo en cuenta los lineamientos del PAC y la posibilidad de acceso al continente blanco, el presente proyecto tiene como objetivo determinar los tipos de escenarios para misiones análogas que se pueden realizar en bases latinoamericanas en la Antártica por parte de la FAC.

Para el cumplimiento del mismo, se propone un estudio observacional con cooperación internacional con países latinoamericanos para realizar la caracterización de los escenarios que proveen las bases Antárticas de los países cooperantes y así determinar los tipos de misiones que se pueden realizar y los requerimientos necesarios para cada uno (Corzo & Alvarado Yépez, 2020).(Anexo 11)

4.12. Implementación de una Turbina Eólica

La FAC presentó un proyecto en la línea de investigación de aprovechamiento de energías alternativas en la Antártica el cual planteo la “Implementación de una Turbina Eólica” desde el año 2015. Proyecto desarrollado con el apoyo de la Fuerza Aérea Argentina (FAA) y Dirección Nacional de Asuntos Antárticos de Argentina (DAA), instituciones con las cuales se gestó el proyecto para la implementación de la primer Turbina Eólica fabricada en Colombia y puesta en funcionamiento en la Antártica el año 2018-2020.

El resultado esperado con la implementación de la Turbina Eólica ha funcionado de manera excelente en la Antártica y se puede implementar en la base temporal de Colombia, a raíz del excelente desempeño del proyecto se espera un financiamiento más grande con miras a lograr implementar esta energía eólica en un refugio temporal (Jímenez Lozano, 2020)(Anexo 12).

4.13. Identificación y caracterización de fenómenos meteorológicos peligrosos para la navegación aérea en el continente antártico

El trabajo consistió en mediciones en superficie, con una estación meteorológica portátil que recolectó datos cada minuto durante los 5 días (20 al 24 de enero de 2020) de permanencia en el continente antártico, y observaciones en altura con un sistema de sondeo atmosférico, en el que se realizaron mediciones cada 6 horas durante los 3 primeros días y cada 3 horas durante los dos últimos.

La información recolectada permitió caracterizar con datos observados y mediciones in situ, el comportamiento de la atmosfera durante los días de observación. Estos datos serán usados como datos iniciales

para las corridas de los modelos de predicción meteorológica, buscando verificar la habilidad con la que los modelos reproducen los fenómenos meteorológicos que afectaron a la aviación durante los días de observación.

El transporte hasta la Isla Rey Jorge se realizó en la aeronave de la FAC tipo Hércules C-130. Así mismo, los apoyos logísticos fueron coordinados con el INACH y la Base “Profesor Julio Escudero” (alimentación, alojamiento, transporte de equipos desde el aeródromo hasta el sitio de instalación).

También se tuvo apoyo de la FACH para el transporte de equipos y alojamiento de dos investigadores, quienes se alojaron en la Base “Presidente Eduardo Frei Montalva” (Jímenez García, 2020) (Anexo 13).

4.14. Evaluación de factores toxicológicos, fisicoquímicos y biogeográficos en la composición de comunidades microbianas cultivables presentes provenientes de la Antártica

Describir la composición y la riqueza de tardígrados y bacterias presentes en diferentes puntos de las islas Shetland del Sur y la península Antártica, fue el principal objetivo planteado para este proyecto. El buque español Hespérides fue la plataforma oceánica de investigación científica antártica que sirvió como cooperante para este proyecto.

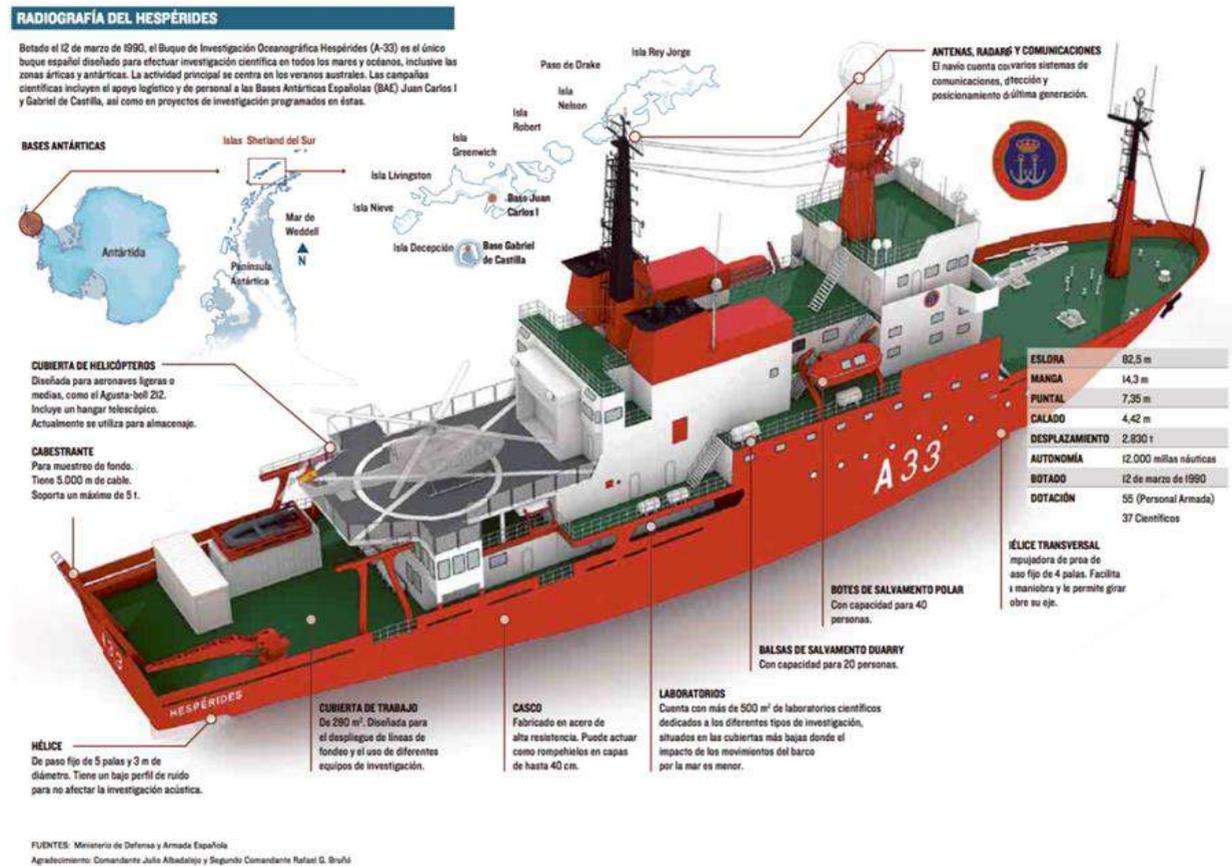


Figura 7. Diagrama exterior del buque español Bio-Hespérides. Fuente: Anexo 14

Desde el 14 de febrero hasta el 2 de marzo de 2020 se realizaron los recorridos en botes zodiac desde el buque a diferentes puntos de las islas Shetland del Sur y la Península Antártica, para la toma de muestras de musgos, líquenes y sedimentos marinos. El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Biología del buque donde se contó con un estereoscopio para determinar la presencia de tardígrados en las muestras recolectadas (Acevedo Barrios, 2020) (Anexo 14).

5. Conclusiones de la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica

La VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica, verano austral 2019-2020, logró culminar de manera satisfactoria el 30 de abril del 2020, para un total de 131 días de permanencia en el continente antártico de manera simultánea entre todos los proyectos de investigación científica destacados, con un total de 24 investigadores y más de 15 entidades participantes.

La participación en cuanto a los proyectos de investigación, se logró llevar a cabo entre entidades del orden nacional, no gubernamentales, la academia y una fundación, siendo así una mayoría en la participación de los proyectos de investigación por parte de las universidades nacionales, seguido de las entidades del orden nacional, gracias a la IV campaña de FAC en la Antártica.

Se cumplieron un total de 14 proyectos de investigación científica, y a su vez, se recolectaron datos como apoyo para otros proyectos de investigación científica que se propondrán para la VII campaña o para futuras expediciones científicas de Colombia a la Antártica.

Gracias a la preparación y seguimiento por parte de la Dirección del PAC en el asesoramiento y acompañamiento en cada uno de los investigadores y proyectos de investigación, permitió una facilidad en el desarrollo de la expedición, especialmente en las necesidades y exigencias de cada país cooperante para el transporte de muestras y equipos.

Esta exitosa expedición permitió dar continuidad en la proyección de Colombia como un miembro consultivo del STA, a través de la investigación científica que propende cada proyecto en sus resultados y futuras divulgaciones en beneficio de la humanidad.

5.1. Con referencia a la VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica

La VI Expedición Científica de Colombia a la Antártica se constituye como la primera vez que Colombia, a través del PAC, logra ejercer una presencia continua por un lapso mayor a 4 meses, resultado de la preparación y experiencia adquirida en 7 años de investigación científica en cada verano austral.

La coordinación minuciosa de cada proyecto de investigación científica, no habría sido posible sin el acompañamiento de la Dirección del PAC, que gracias a las múltiples oportunidades que se presentaron para dirigirse a los investigadores, en ánimos de preparar y mejorar las oportunidades de alistamiento antes del desarrollo de la investigación, permitieron un desarrollo sin grandes contratiempos.

Es necesario resaltar que gracias a la experiencia que resalta una sexta oportunidad de realizar investigación científica, los investigadores lograron destacarse y conseguir una mejor coordinación y desplazamiento en las distintas bases o buques donde fueron destacados, esto es debido a los proyectos de investigación que han proyectado una continuación periódica anual, y a las coordinaciones paralelas que se han adquirido por los investigadores o por los proyectos con otros países que tengan objetivos comunes.

Gracias a las buenas coordinaciones y contactos permanentes de la Dirección del PAC con otros países, se lograron acceder a muchas oportunidades que permitieron habilitar dos proyectos a los cuales no contaban con la posibilidad de destacarse faltando tres (03) meses para el verano austral, esto es posible gracias a la sobresaliente labor que realiza esa Dirección.

El factor de mayor relevancia para que cada proyecto se logrará realizar de manera satisfactoria, recae en el investigador principal y en la posibilidad de comunicarse con los países amigos y cooperantes, ya que como es usual dadas las difíciles condiciones climáticas para acceder y salir de la Antártica, los cambios en los itinerarios son frecuentes y dificultan el planeamiento inicial.

6. Recomendaciones

La cooperación internacional es un componente que implica grandes dificultades y retos dadas las múltiples necesidades y requerimientos propios de cada país cooperante, dicho esto, las diversas coordinaciones que se realizaron dieron como resultado el cumplimiento satisfactorio de la expedición, sin embargo, existen varias recomendaciones que podrían contribuir a mejorar los procesos del PAC.

A continuación, se relacionan las recomendaciones desde la coordinación científica de la expedición, en aras de continuar mejorando la participación en el alistamiento a las expediciones futuras:

- a) Es necesario llevar un seguimiento de los proyectos de investigación internacionales de los países amigos, con la finalidad de asesorar a los investigadores que propongan proyectos con objetivos comunes, ya que permite conseguir facilidades a la adquisición de datos desde distintos medios y tiempos, lo que enriquece el proyecto de investigación propuesto.
- b) Para los proyectos que han tenido la oportunidad de destacarse a distintas bases o buques antárticos, especialmente bajo el componente de cooperación internacional, llevar el control y la consecución de los proyectos a través de un Sistema de Información Geográfico, logra exponer mejor las posibilidades de contribuir con países que tengan interés en los proyectos realizados.
- c) La cooperación internacional ha logrado estrechar lazos con distintos investigadores y entidades que alcanzan a coordinar de manera paralela los proyectos de investigación para campañas futuras, esto puede representarse como una facilidad al acceder a los recursos de transporte y habitabilidad para investigadores a futuro, sin pasar por el proceso exigido en el PAC, siendo un causal de desarrollar un proyecto de investigación y no estar incluido al PAC, por tal motivo se recomienda llevar un registro de esos proyectos que tienen facilidad de contar con la cooperación internacional, con el fin de brindar lo necesario como facilitadores a los investigadores, y mejorar el proceso de inscripción, aprobación y aprovechamiento en la contribución científica al PAC.
- d) Como se demostró en los antecedentes de este informe, las distintas oportunidades de contribuir internacionalmente a través de la investigación científica, están lideradas actualmente por insumos técnicos con una pronta apropiación del conocimiento, como generación de cartas náuticas, identificación de riesgos por derrames de hidrocarburos a las costas antárticas, o mejora en las comunicaciones satelitales del país; estos proyectos ameritan un especial reconocimiento ya que involucran un gran impacto en el interés por ser miembros consultivos del STA.
- e) Es importante continuar con la formación de redes de investigación científica internacionales, ya propuestos en las anteriores reuniones del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN-AA), ya que permiten mejorar la calidad de los proyectos de investigación del PAC.

6.1. Con referencia a las Expediciones Científicas de Colombia a la Antártica

- a) Dadas las necesidades de coordinación y comunicación constantes en cada verano austral, se hace necesaria la frecuente participación y contacto con el personal designado por la Dirección del PAC para el asesoramiento de los investigadores durante la expedición, ya que por ser el cierre del año fiscal y la culminación de distintos compromisos laborales, existe un lapso de

tiempo donde los investigadores no podrán acceder a los encargados de la planeación y coordinación logística

- b) Es necesario continuar con la gestión de recursos y presupuesto necesarios para dar sostenibilidad al PAC con el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, ya que este es un interés del Estado que no debe depender de las instituciones comprometidas y con visión en este tema geoestratégico para el país.
- c) Dadas las necesidades de contar con plataformas oceánicas antárticas para la realización de varios proyectos de investigación, las rutas en los levantamientos son generalmente las mismas, lo cual permite llevar un control en el tiempo de los posibles cambios en el área de estudio, estas rutas y características de los buques usados, servirán de apoyo a los investigadores nuevos, ya que es difícil acceder a la información en la planeación de cada proyecto.
- d) Se sugiere que los exámenes médicos de los investigadores sean programados con el tiempo apropiado de antelación antes de la expedición, debido a que puede representar un causal de no participación por razones médicas, adicionalmente, todas las coordinaciones realizadas con antelación incluyen permisos extranjeros y permisos de abordaje, si los exámenes médicos impiden la participación de un expedicionario, esto inhabilitaría la participación de un posible reemplazo para que pueda cumplir con el proyecto propuesto inicialmente.

Referencias

- Vélez Salamanca, S. (2020). *Atlas de un continente que no existe*. Anexo 2.
- Acevedo Barrios, R. L. (2020). *4.14 Evaluación de factores toxicológicos, fisicoquímicos y biogeográficos en la composición de comunidades microbianas cultivables presentes provenientes de la Antártica*. Anexo 14.
- Bolívar Anillo, H. J. (2020). *4.4 Aislamiento, caracterización y estudio del metabolismo secundario de microorganismos procedentes de sedimentos marinos de la Antártida (Isla Nelson y Rey Jorge)*. Anexo 4.
- Corzo, M. A., & Alvarado Yépez, A. (2020). *Estudio para el desarrollo de misiones análogas espaciales colombianas en la Antártica*. Anexo 11.
- Criales Hernández, M. (2020). *4.1 Efecto del cambio climático global en la composición y abundancia del zooplancton: Estudio de factores físico químicos, tolerancia térmica y diversidad genética en algunas especies representativas del Estrecho de Gerlache*. Anexo 1.
- Farías Curtidor, N. (2020). *Esfuerzo de observación de mamíferos marinos antárticos*. Anexo 8.
- Jímenez García, M. (2020). *Identificación y caracterización de fenómenos meteorológicos peligrosos para la navegación aérea en el continente antártico*. Anexo 13.
- Jímenez Lozano, C. (2020). *Implementación de una turbina eólica en la Antártida*. Anexo 12.
- Navarro, J. (2020). *4.6 Levantamiento hidrográfico en la Bahía Almirantazgo Isla del Rey Jorge, sexta expedición a la antártica 2019 2020 (ICEMAN)*. Anexo 6.
- Mojica Moncada, D. F. (2020). *4.7 Censo, ecología trófica, concentraciones de mercurio y genética de pinnípedos en algunas zonas de la península antártica*. Anexo 7.
- Portantolio Manzolli, R. (2020). *4.5 Sensibilidad de ambientes costeros y vida salvaje al petróleo en la Antártida ii etapa (Bahía Almirantazgo)*. Anexo 5.
- Riaño, J. (2020). *Uso de RPAS para el análisis de la transformación del paisaje antártico a partir de la teledetección de pastos, líquenes y musgos en la Isla Livingston, Antártica*. Anexo 3.
- Rincón Urbina, S., Cárdenas Espinoza, L., & Tulcán Delgado, C. (2020). *Comunicaciones satelitales de la Fuerza Aérea Colombiana en la Antártica*. Anexo 10.
- Tabáres, W. A. (2020). *Identificación de los peligros operacionales en la Antártica para la operación de la Fuerza Aérea Colombiana*. Anexo 9.



**Expedición Científica de
Colombia a la Antártica
Verano Austral 2019-2020**