INFORME IX
EXPEDICIÓN ANTÁRTICA DE COLOMBIA
VERANO AUSTRAL 2022-2023

Comisión Colombiana del Océano

CONSTRUYENDO PAÍS MARÍTIMO

Programa Antártico Colombiano

Fotografía: Natalia Jaramillo

Informe IX Expedición Antártica de Colombia, verano austral 2022-2023

Comisión Colombiana del Océano (CCO)

Programa Antártico Colombiano (PAC)

Secretario Ejecutivo de la Comisión Colombiana del Océano
Director del Programa Antártico Colombiano
Capitán de Navío (C) Juan Camilo Forero Hauzeur

Autores:
Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano
Dirección del Programa Antártico Colombiano

Natalia Jaramillo Machuca, Asesora en Asuntos Antárticos Científicos
Coordinadora Científica IX Expedición Antártica de Colombia, verano austral 2022-2023

Editor:
TN Danna María Rodríguez Saldaña, Jefe Área de Asuntos Internacionales y Política
Carlos Andrés Olarte García, Asesor en Asuntos Antárticos Científicos

Con los aportes y cooperación de:

Santiago Bolaños Barrera, Asesor en Asuntos Antárticos Internacionales
Valeria Pinzón, Pasante Oficina Asuntos Antárticos
Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano
Dirección del Programa Antártico Colombiano

Coronel Alexander Díaz Ariza
Teniente Coronel Andrés Céspedes Ávila
Mayor Álvaro Martínez Mancera
Mayor Mauricio Jiménez García
Teniente Johana Marcela Maldonado Boshell
Subteniente Campos Chaparro Cristian Antonio
Diego Leonel Malpica Hincapié
John Fredy Mejía
Fuerza Aérea Colombiana (FAC)

Andrea Bonilla Garzón
Universidad Autónoma de Baja California Sur

Julián Rodríguez
Universidad Industrial de Santander

María Angélica Leal Leal
David Fernando Tovar Rodríguez
Universidad Nacional de Colombia

Ann Carole Vallejo
R&E Ocean Community Conservation

Javier Ricardo Alarcón Moscoso
Programa de Investigadores de Mamíferos Marinos Antárticos (PIMMA)

Contenido

Informe IX Expedición antártica de Colombia, verano austral 2022-2023 3

Contenido 5

1. Resumen 7

2. Planeación de la expedición 8

2.1. Convocatoria y evaluación de proyectos de investigación 9
2.2. Coordinación científica 10
2.3. Participación en reuniones nacionales e internacionales (PAC) 11
2.3.1. Comité técnico nacional de asuntos antárticos 12
2.3.2. Reunión consultiva del tratado antártico (RCTA) 13
2.3.3. Consejo de administradores de los programas antárticos nacionales (COMNAP) 14
2.3.4. Reunión de administradores de programas antárticos latinoamericanos (RAPAL) 15
2.4. Curso pre antártico 2022 16
2.5. Coloquio “Colombia antártica: Una década de paz y ciencia” 17
2.6. Evaluación de impacto ambiental de la expedición 18

3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 19

3.1. Parametrización de las variables presentes en la capa límite planetaria para simular la generación y disipación de niebla en la península antártica 21
3.2. Caracterización de emisiones electromagnéticas de interferencia de radiofrecuencias y pruebas de un radiotelescopio (100MHz) como insumos para la validación del sitio de montaje de una base radio astronómica en la península antártica 21
3.3. Rendimiento cognitivo, aspectos psicológicos, fisiológicos cardiovasculares, sueño y carga de trabajo, estudios celulares y moleculares en personal participante de la IX expedición Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana. 22
3.4. Evaluación de patrones de ocurrencia de mamíferos marinos y niveles de sonido ambiental oceánico en el paso del Drake y el Estrecho de Bransfield, antártica. 23
3.5. La antártida como modelo para el desarrollo de la astrobiología en elNevado del Ruiz (Colombia) y el retorno de sus avances a la ciencia Antártica 24

3.6. Los efectos del avistamiento de ballenas en el comportamiento de los cetáceos en sus zonas antárticas de alimentación y programa de mamíferos marinos antárticos-wfectos de avistamiento de Ballenas 24
3.7. Hormonas lipofílicas esteroideas como indicadores fisiológicos de estrés y estado reproductivo de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la península antártica 25
3.8. Genes, genomes and people: connecting science and people in antarctica 26

4. Participantes 27

4.1.1. Comisión Colombiana del Océano (CCO) 27
4.1.2. Dirección General Marítima (DIMAR) 27
4.1. Entidades 27
4.1.3. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” (ENAP) 28
4.1.4. Instituto Antártico Chileno (INACH) 28
4.1.5. Comité Polar Español 28
4.1.6. Programa Nacional de Investigación en la Antártida de Italia: 29
4.1.7. Programa Antártico de los Estados Unidos: 29
4.1.8. Instituto de Investigación Polar Tübitak (MAM): 29

4.2. Investigadores 30

4.3.1. Aeronave hércules C-130 de la FAC 39
4.3. Plataformas de Investigación 39
4.3.3. Base Científica General Bernardo O´Higgins - Chile 40
4.3.2. Base Antártica “Marambio”- Argentina 40
4.3.4. Base Científica “Gabriel de Castilla” - España 41
4.3.5. Buque “Laura Bassi” - Italia 41
4.3.6. Buque Intrepid – Estados Unidos 42
4.3.7. Buque Turístico MS Fridtjof Nansen 42

5. Coordinaciones transversales a la expedición 43

5.1. Charlas y conferencias 43
5.2. Educación Antártica 45
5.3. Encuentro de Historiadores Antárticos Latinoamericanos 47
5.4. Visita de autoridades colombianas a la Antártica 48
5.5.Construcción del Artículo 228º. Promoción de la investigación científica 50

6. Conclusiones 51
7. Agradecimientos 52
8. Referencias bibliográficas 53
9. Anexos 54

1. Resumen

Durante el verano austral de 2022-2023, el país llevó a cabo la IX Expedición Antártica de Colombia (EAC), marcando un hito significativo en su historia y consolidando su compromiso con la investigación polar. Esta expedición, realizada en estrecha colaboración con actores internacionales, representa un logro notable para el país conforme a la Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035, establecida por el Programa Antártico Colombiano (PAC).

El éxito de la IX Expedición no habría sido posible sin la colaboración de diversas entidades, instituciones y universidades, cuyo compromiso ha sido fundamental para promover la investigación en la Antártica y fortalecer el posicionamiento internacional de Colombia en este ámbito. En esta ocasión, gracias al esfuerzo de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) y las instituciones aliadas, Colombia participó con nueve proyectos de investigación. Estos proyectos se desarrollaron en bases científicas como Marambio (Argentina), O´Higgins (Chile) y Gabriel de Castilla (España), además de llevarse a cabo a bordo de los buques Intrepid (Estados Unidos), Laura Bassi (Italia) y el buque turístico MS Fridtjof Nansen, con un proyecto gestionado de manera remota por investigadores desde Colombia.

Esta Expedición ha proporcionado una plataforma crucial para avanzar en los objetivos y directrices estratégicas delineadas en la Agenda Científica Antártica del país. Este compromiso ha permitido dirigir la atención hacia el análisis de las complejas interconexiones climáticas, biológicas y físicas que vinculan a la Antártica con Suramérica, así como sus implicaciones en el escenario geopolítico internacional. Las áreas de investigación abordadas durante esta expedición fueron seleccionadas cuidadosamente, asegurando una alineación precisa con las prioridades y metas establecidas en la Agenda Científica Antártica y las directrices del Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR).

2. Planeación de la Expedición

El proceso de planeación, ejecución y desarrollo de la IX EAC representó importantes retos que hicieron necesario fortalecer y ajustar tanto los procesos implementados como los lineamientos establecidos en los documentos rectores del Programa Antártico Colombiano (PAC). En este contexto, se replantearon los términos de referencia de la convocatoria para la recepción de proyectos, se inició la revisión y actualización de la Agenda Científica Antártica Colombiana y del documento marco del PAC, se renovó la imagen institucional del Programa y se incorporaron herramientas tecnológicas orientadas a optimizar los procesos, garantizando los principios de igualdad, transparencia y eficiencia en las convocatorias.

Imagen 1. Pieza Publicitaria de la IX EAC

De igual manera, se promovió la vinculación de nuevos actores al proceso de organización de las expediciones y se impulsó el restablecimiento de alianzas estratégicas con instituciones que, por diversas circunstancias, habían dejado de participar en estas iniciativas.

Imagen 2. Nueva imagen corporativa del PAC y Parche IX EAC

2.1. Convocatoria y evaluación de proyectos de investigación

La convocatoria de la Expedición abrió el 1 de mayo del 2021 y cerró el 1 de octubre del mismo año. Se postularon 23 proyectos de los cuales 14 fueron proyectos nuevos y los 9 restantes, proyectos que daban continuidad a fases desarrolladas en expediciones anteriores. El balance de esta convocatoria determinó que los 23 proyectos postulados representaban la participación de 63 investigadores y 23 instituciones.

En esta oportunidad se implementó un mecanismo de recepción de los proyectos mediado por herramientas digitales como formularios en línea, con el fin de facilitar el envío, procesamiento de la información y evaluación de los mismos. Este proceso generó la implementación de un micrositio para la recepción de las propuestas, con miras a desarrollar en el futuro cercano una página web que permita no solo optimizar este proceso, sino crear una herramienta para vincular con el PAC a los investigadores y demás comunidad interesada en la investigación antártica colombiana. Este proyecto se encuentra en pausa debido a la necesidad de gestión de recursos para su desarrollo.

Tabla 1. Resultados del proceso de evaluación de pares académicos a los proyectos de investigación de la IX EAC, 2022-2023.

Calificación emitida por pares académicos	Número de proyectos
Proyectos Aprobados con calificación superior a 80%	**17**
Proyectos Pre-Aprobados con calificación entre 60% y 79%	**2**
Proyectos No Aprobados con calificación inferior a 59%	**4**
Proyectos postulados en la convocatoria	**23**

2.2. Coordinación científica

La coordinación científica de la IX Expedición Antártica de Colombia estuvo a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), a través del liderazgo de Natalia Jaramillo Machuca, Asesora en Asuntos Antárticos Científicos. Su gestión permitió fortalecer la articulación entre los proyectos científicos y los objetivos de la Agenda Científica Antártica Colombiana, promoviendo la integración interdisciplinaria y la cooperación entre equipos nacionales e internacionales. Como resultado, se consolidó una expedición con un enfoque estratégico, orientada a la generación de conocimiento científico de calidad y al fortalecimiento del liderazgo de Colombia en la investigación antártica.

Tabla 2. Presentación Coordinadora Científica de la IX EAC

NATALIA JARAMILLO MACHUCA	
	Historiadora con Máster en Geografía de la Universidad de los Andes. Piloto de avión y de aeronaves remotamente tripuladas (Drones). Investigadora del Programa Antártico Colombiano en las áreas de Historia y Cartografía de precisión con drones. Ha sido Asesora de la Comisión Colombiana del Océano, investigadora en siete de las diez expediciones de Colombia a la Antártida, miembro de la Comisión Permanente de Ciencias Sociales y Humanidades del Comité Científico para la Investigación Antártica, profesora de cátedra de la Universidad de los Andes. Es la autora del libro Colombia Antártida Memoria Expedicionaria y desde el 2022 se desempeña como Asesora Científica del Programa Antártico Colombiano y Coordinadora Científica de las Expediciones Antárticas de Colombia EACs.

2.3. Participación en reuniones nacionales e internacionales (PAC)

Colombia ha consolidado una importante trayectoria en el desarrollo de expediciones científicas a la Antártica, mediante el uso de plataformas nacionales de investigación, como buques y aeronaves, así como a través de la cooperación con programas antárticos de otros países. Estas iniciativas, desarrolladas en el marco de la Agenda Científica Antártica Colombiana 2014–2035 del Programa Antártico Colombiano (PAC), han fortalecido las capacidades científicas y operacionales del país, respaldando su propósito de consolidar una participación cada vez más activa en el Sistema del Tratado Antártico (STA).

Como parte de este proceso, durante 2023 Colombia participó en diferentes reuniones y comités nacionales e internacionales, contribuyendo a los espacios de diálogo, coordinación y toma de decisiones sobre los asuntos antárticos. Entre estos se destacan la XLV Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA), la XXV Reunión del Comité para la Protección del Medio Ambiente (CPA) y las sesiones del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos, entre otros. A continuación, se presenta un resumen de los principales temas abordados y de los avances alcanzados en estos escenarios.

2.3.1. Comité técnico nacional de asuntos antárticos

El Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN AA) es un espacio de articulación adscrito a la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) mediante la Resolución 001 de 2009 y la Resolución 018 de 2014. Su objetivo es servir como un foro de encuentro en un marco interinstitucional para implementar y socializar las actividades relacionadas con los asuntos antárticos del país.

El Comité está integrado por 31 instituciones, tiene como propósito orientar y fortalecer el desarrollo de las actividades científicas, tecnológicas y de coordinación del PAC. Durante 2022 se realizaron dos sesiones, llevadas a cabo en los meses de abril y noviembre de este.

En la primera sesión se presentó el balance de la VIII EAC, se definieron los lineamientos para la IX convocatoria, se revisó el calendario de reuniones internacionales (RCTA, CPA, RAPAL y SCAR), se abordó la participación de Colombia en COMNAP y se presentó la hoja de ruta para avanzar hacia la condición de Miembro Consultivo del Sistema del Tratado Antártico.

En la segunda sesión se evaluó la participación de Colombia en el Sistema del Tratado Antártico, se presentaron los avances de la convocatoria de la X Expedición, el proyecto de la plataforma web para la gestión de convocatorias, la propuesta de delegados para los foros de COMNAP y el procedimiento para la importación de muestras recolectadas en la Antártica.

Imagen 3. Reunión del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos del 2022

2.3.2. Reunión consultiva del tratado antártico (RCTA)

La XLIV Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA) se llevó a cabo del 23 de mayo al 2 de junio de 2022 en Berlín, Alemania. Colombia participó a través de una delegación integrada por representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), la Dirección General Marítima (DIMAR) y la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), complementada con la participación virtual de asesores y funcionarios de las entidades que integran el Programa Antártico Colombiano (PAC).

Entre los principales temas abordados se destacó el impacto del cambio climático en la Antártica, con especial énfasis en la contribución del deshielo al aumento del nivel del mar y en los efectos de la acidificación y la disminución de la salinidad del océano Austral sobre los ecosistemas marinos. En este contexto, el Comité Científico para la Investigación en la Antártida (SCAR) reiteró la necesidad de fortalecer la investigación científica y la cooperación internacional para mejorar la comprensión de estos procesos y respaldar la toma de decisiones.

Asimismo, se analizaron el crecimiento del turismo y de las actividades no gubernamentales en la región antártica, lo que dio lugar a la adopción de la Resolución 5 (2022), orientada a actualizar los términos de referencia del Grupo de Contacto Intersesional encargado de consolidar un inventario de las instalaciones permanentes destinadas a estas actividades.

Finalmente, la Reunión abordó aspectos relacionados con la seguridad aérea y marítima, la responsabilidad ambiental, la protección de áreas especialmente sensibles, el intercambio de información científica y la implementación del Plan de Trabajo Estratégico Plurianual de la RCTA. En este marco, se aprobó la Resolución 3 (2022), que fortalece la cooperación en materia de seguridad aérea y promueve el intercambio de información hidrográfica y la aplicación del Código Polar.

Imagen 4. Delegación de Colombia en la RCTA 2022

2.3.3. Consejo de administradores de los programas antárticos nacionales (COMNAP)

La reunión del COMNAP se llevó a cabo el 25 de julio del 2022, de manera virtual. En esta reunión del grupo regional de la Península Antártica del COMNAP, se discutieron los requisitos y protocolos actualizados para el ingreso a las estaciones antárticas debido a la pandemia de COVID-19. Países como Argentina, Chile, Corea del Sur y España compartieron información relevante sobre las medidas vigentes, incluyendo la obligatoriedad de seguro médico, esquemas completos de vacunación, pruebas de COVID-19 y períodos de cuarentena. Estas medidas están sujetas a cambios conforme evoluciona la situación pandémica.

Un aspecto destacado fue la actualización sobre el estado del grupo de trabajo para la optimización logística en la región de la Península Antártica. Se enfatizó la colaboración entre España, Turquía y Corea del Sur para reducir la huella de carbono mediante la cooperación en logística marítima y aérea. Esta iniciativa busca aumentar la eficiencia operativa y minimizar el impacto ambiental de las actividades en la Antártica.

Además, se abordó la gestión coordinada de eventos extremos, y se acordó que en la próxima reunión del grupo dedicado a eventos extremos se evaluará la posibilidad de establecer un sistema integral y coordinado para estos casos. Hasta entonces, cada programa nacional antártico seguirá coordinando y emitiendo advertencias por separado según sea necesario.

2.3.4. Reunión de administradores de programas antárticos latinoamericanos (RAPAL)

En el 2022 la XXXIII RAPAL se desarrolló del 23 al 25 de agosto; este evento fue liderado por Ecuador y se llevó a cabo en la ciudad de Quito. La delegación de Colombia estuvo conformada por el Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), Armada de Colombia (ARC), la Dirección General Marítima (DIMAR) y la Fuerza Aérea Colombiana (FAC).

La reunión abordó varios temas relevantes, como la importancia de apoyar los proyectos de construcción de información hidrográfica en la Antártica y mantener este tema como una prioridad en el Plan Estratégico Plurianual de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico (RCTA). También se enfatizó la participación en el Sistema de Intercambio de Información (SEII) y la coordinación regional para conformar un bloque latinoamericano sólido dentro del Sistema del Tratado Antártico. Además, se discutieron las proyecciones para las campañas antárticas 2022-2023 de cada país, incluyendo protocolos COVID-19, proyectos de investigación y operaciones logísticas.

Por otro lado, se trató la creación de grupos de trabajo para abordar temas específicos, como la reducción de desechos plásticos desde bases antárticas, la evaluación de la Isla Barrientos para una posible designación como Zona Antártica Especialmente Administrada, y la inclusión permanente de avances en geoinformación en las reuniones de la Comisión de Asuntos Científicos, Ambientales y Técnicos (CACAT). Además, se presentaron iniciativas educativas y culturales, como el Foro de Educación Antártica de Uruguay y el proyecto “Antártida en la escuela” de Venezuela. En general, la reunión permitió el intercambio regional de asuntos científicos y logísticos, afianzando el bloque latinoamericano y armonizando estrategias en áreas como sistemas de información y difusión de temas antárticos.

Imagen 5. Delegación de Colombia en RAPAL 2022

2.4. Curso pre-antártico 2022

El Curso Preantártico de la IX Expedición se realizó del 29 de julio al 2 de agosto de 2022 bajo una modalidad híbrida. El componente teórico se desarrolló de manera virtual, mientras que las actividades prácticas tuvieron lugar en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, en Cartagena de Indias.

El curso tuvo como propósito preparar a los investigadores y futuros expedicionarios del PAC para el desarrollo seguro y eficiente de sus actividades científicas en la Antártica. Para ello, se abordaron temas relacionados con el funcionamiento del PAC, la cooperación internacional, la protección del medio ambiente antártico en el marco del Protocolo de Madrid, las condiciones operacionales del continente, la gestión del riesgo, la supervivencia polar, el uso de equipos y vestuario especializado, la navegación terrestre y marítima, las comunicaciones, la cartografía, las operaciones navales en la Antártica y el despliegue de equipos científicos. Como parte de la formación práctica, los participantes realizaron ejercicios de supervivencia, visitas al simulador de navegación en aguas antárticas y a un buque de investigación, el ARC “Caribe”, fortaleciendo sus capacidades para enfrentar las condiciones propias del entorno polar.

Imagen 6. Curso Pre-Antártico 2022

2.5. Coloquio “Colombia antártica: una década de paz y ciencia”

El coloquio es un espacio que el Programa Antártico Colombiano (PAC) ha establecido para compartir con la comunidad científica nacional y el público en general los avances y descubrimientos derivados de los proyectos de investigación durante las expediciones colombianas. En esta ocasión, el coloquio titulado “Colombia Antártica: Una década de Paz y Ciencia” se llevó a cabo del 8 al 9 de noviembre de 2023 en las instalaciones de la Universidad de Antioquia en Medellín, gracias a la colaboración conjunta entre el PAC y la mencionada universidad.

El evento contó con la participación de los investigadores que formaron parte de la IX Antártica de Colombia, verano austral 2022-2023, quienes se hicieron presentes tanto de manera presencial como virtual, lo cual facilitó la inclusión de cada uno de los proyectos realizados durante la expedición.

Imagen 7. Coloquio Expedición Antártica de Colombia.

2.6. Evaluación de impacto ambiental de la expedición

La Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), en el marco del Programa Antártico Colombiano (PAC), es la encargada de elaborar las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) de las actividades desarrolladas durante las Expediciones. Estas evaluaciones constituyen un requisito esencial para garantizar que las actividades científicas y logísticas se ejecuten en cumplimiento de las disposiciones del Protocolo de Madrid sobre Protección del Medio Ambiente del Tratado Antártico.

Mediante este proceso, el PAC identifica y gestiona los posibles impactos ambientales de las expediciones, promoviendo la adopción de buenas prácticas que contribuyen a la conservación de los ecosistemas antárticos y ratifican el compromiso de Colombia con la protección ambiental y el uso responsable de este entorno único.

3. Proyectos de investigación

Tras el proceso de evaluación técnica y científica liderado por el Programa Antártico Colombiano (PAC), y de acuerdo con la disponibilidad de cupos asignados por los países aliados en el marco de la cooperación internacional, fueron seleccionados once proyectos de investigación para participar en la IX Antártica de Colombia del verano austral 2022-2023 (Tabla 3).

Tabla 3. Proyectos de investigación aprobados para la IX EAC

Anexo	Nombre del proyecto	Instituciones participantes	Investigadores	Plataforma
Proyectos realizados en cooperación con Argentina				
1	Parametrización de las variables presentes en la capa límite planetaria para simular la generación y disipación de niebla en la península antártica.	FAC	John Fredy Mejía MY Álvaro Martínez Mancera MY Mauricio Jiménez García TC Andrés Céspedes Ávila	Base Marambio
Proyectos realizados en cooperación con Chile				
2	Caracterización de emisiones Electromagnéticas de interferencia de radiofrecuencias y pruebas de un radiotelescopio (100MHz) como insumos para la validación del sitio de montaje de una base radio astronómica en la Península Antártica	Universidad Industrial de Santander- UIS	Julián Rodríguez Ferreira	Base O´Higgins
3	Rendimiento cognitivo, aspectos psicológicos, fisiológicos cardiovasculares, sueño y carga de trabajo, estudios celulares y moleculares en personal participante de la IX Expedición Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana.	FAC	CR. Díaz Ariza Alexander TE. Maldonado Boshell Johana Marcela ST. Campos Chaparro Cristian Antonio MD. Malpica Hincapié Diego Leonel	Base O´Higgins
Proyectos realizados en cooperación con Turquía				
4	Evaluación de patrones de ocurrencia de mamíferos marinos y niveles de sonido ambiental oceánico en el paso del Drake y el Estrecho de Bransfield, Antártica.	Cornell University	Andrea Bonilla	Buque
Proyectos realizados en cooperación con España				
5	La Antártida como modelo para el desarrollo de la astrobiología en el Nevado del Ruiz (Colombia) y el retorno de sus avances a la ciencia Antártica	Universidad Nacional de Colombia	María Angélica Leal Leal David Fernando Tovar Rodríguez	Base Gabriel de Castilla

Proyectos realizados en cooperación con Italia				
Anexo	**Nombre del proyecto**	**Instituciones participantes**	**Investigadores**	**Plataforma**
6	Los efectos del avistamiento de ballenas en el comportamiento de los cetáceos en sus zonas Antárticas de alimentación	R&E	Ann Carole Vallejo	Buque Laura Bassi
7	Programa de Mamíferos Marinos Antárticos-Efectos de avistamiento de Ballenas	Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos, Conservación Internacional, Fundación Macuáticos, UniAndes, Fundación Omacha, Fundación Yubarta, Facultad de Ciencias Universidad Javeriana	Javier Alarcón	Buque Laura Bassi
Proyectos realizados en cooperación con Estados Unidos				
8	Hormonas Lipofílicas esteroideas como indicadores fisiológicos de estrés y estado reproductivo de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la Península Antártica	Fundación Macuáticos	Natalia Botero Acosta	Buque Intrepid
Fundación Hurtigruten				
9	Genes, genomes and people: connecting science and people in Antarctica	Universidad de los Andes y APECS Colombia	Susana Caballero Dalia Barragán Barrera	Buque MS Fridtjof Nansen

A continuación, se relacionan las principales actividades realizadas en campo por parte de los proyectos de investigación y la socialización de algunos resultados preliminares:

3.1. Parametrización de las variables presentes en la capa límite planetaria para simular la generación y disipación de niebla en la península antártica.

Los investigadores de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) desarrollaron su proyecto en la base Argentina Marambio en cooperación con Argentina, proyecto el cual tenía como objetivo principal Parametrizar las variables presentes en la capa límite planetaria, en el modelo meteorológico WRF que ayude a pronosticar la generación y disipación de la niebla en la península antártica. Gracias a la implementación de equipos de alta precisión como la estación meteorológica automática portátil MWS-M625, el sistema de sondeo atmosférico VAISALA, entre otros, los investigadores lograron recopilar una base de datos de variables meteorológicas en superficie y en altura, registrando fotográficamente las condiciones meteorológicas cada hora durante los sondeos, y obteniendo datos históricos de estaciones meteorológicas en Marambio y áreas cercanas. Además, se participó en los briefings diarios del Servicio Meteorológico de la base para entender mejor los sistemas meteorológicos de Marambio. (Anexo 1).

3.2. Caracterización de emisiones Electromagnéticas de interferencia de radiofrecuencias y pruebas de un radiotelescopio (100MHz) como insumos para la validación del sitio de montaje de una base radio astronómica en la Península Antártica

Este proyecto, desarrollado en terreno por un investigador de la Universidad Industrial de Santander durante el verano austral 2022-2023, tuvo como objetivo realizar mediciones de interferencias en radiofrecuencias y pruebas de un prototipo de radiotelescopio para caracterizar sitios candidatos para una futura estación radioastronómica de bajas frecuencias en la Antártida. En el marco de la cooperación internacional, el proyecto se llevó a cabo en la Base del Ejército de Chile General Bernardo O'Higgins.

En esta investigación, se realizaron mediciones de interferencias en radiofrecuencias (RFI) y se caracterizó la atmósfera en tres sitios candidatos para su evaluación como radio observatorios. Además, se utilizó un equipo Fluke para medir la resistividad del suelo en diferentes tipos de terreno, como rocoso y hielo. Aunque se planificó medir señales en bajas frecuencias alrededor de 70 MHz utilizando una antena conectada al radio USRP y un prototipo de radiotelescopio, este objetivo no se pudo realizar y se pospuso para la siguiente campaña antártica (Anexo 2).

3.3. Rendimiento cognitivo, aspectos psicológicos, fisiológicos cardiovasculares, sueño y carga de trabajo, estudios celulares y moleculares en personal participante de la IX Expedición Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana.

Los investigadores de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) llevaron a cabo una evaluación multidisciplinaria del rendimiento humano y la salud en condiciones extremas. Se recolectaron diversos datos de los expedicionarios, incluyendo evaluaciones psicológicas, neuropsicológicas, fisiológicas, cardiovasculares, mediciones de sueño, actividad física, composición corporal y muestras sanguíneas para estudios celulares y moleculares. Estas evaluaciones se realizaron en varios momentos de la expedición, desde la línea base antes del viaje hasta múltiples mediciones durante la estancia en la Base Antártica Bernardo O'Higgins.

Los datos recolectados fueron sometidos a diversos análisis estadísticos y técnicas de evaluación adaptadas a las diferentes dimensiones del estudio. Esto incluyó análisis de variabilidad de frecuencia cardíaca, patrones de sueño y actividad, composición corporal, viabilidad celular, daño del ADN y expresión génica relacionada con el estrés y la apoptosis. Como productos entregables, los investigadores realizaron un análisis de riesgos laborales en la base antártica siguiendo la metodología GTC-45 y desarrollaron un manual de operaciones y preparación para futuras expediciones antárticas de la Fuerza Aérea Colombiana. Este manual destaca la importancia estratégica de la Antártida, proporciona directrices sobre seguridad, supervivencia y equipamiento necesario, y enfatiza la importancia de la preparación psicofísica del personal. (Anexo 3).

3.4. Evaluación de patrones de ocurrencia de mamíferos marinos y niveles de sonido ambiental oceánico en el paso del Drake y el Estrecho de Bransfield, Antártica.

El proyecto inició un programa de monitoreo continuo y de largo plazo para evaluar los patrones de ocurrencia de mamíferos marinos y la variabilidad de los niveles de sonido ambiental oceánico en el Pasaje de Drake y el Estrecho de Bransfield, en la Antártica. Las actividades de investigación se desarrollaron a bordo del buque Betanzos, gracias al apoyo del Programa Antártico de Türkiye, en el marco de los mecanismos de cooperación científica internacional.

La información recopilada permitirá establecer una línea base sobre la distribución espacial y temporal de los mamíferos marinos y caracterizar el ambiente acústico de la región, generando insumos científicos para comprender la dinámica de los ecosistemas marinos antárticos y evaluar los posibles efectos de las variaciones ambientales y de las actividades humanas. (Anexo 4).

3.5. La Antártida como modelo para el desarrollo de la astrobiología en el Nevado del Ruiz (Colombia) y el retorno de sus avances a la ciencia Antártica

Este proyecto fue desarrollado por investigadores de la Universidad Nacional de Colombia en la Base Antártica Española Gabriel de Castilla. El objetivo era evaluar las condiciones ecológicas, geológicas, microbiológicas, logísticas y políticas de la Antártida como modelo para investigaciones astrobiológicas en el Nevado del Ruiz, contribuyendo tanto a la ciencia antártica como espacial. Durante esta segunda fase del proyecto, se llevaron a cabo actividades de campo en la base científica española Gabriel de Castilla, ubicada en la Isla Decepción. Estas actividades se centraron en tres objetivos principales: caracterizar las bacterias radiófilas y/o radiotolerantes cultivables presentes en sedimentos de la Antártida y del Nevado del Ruiz (Colombia), así como la geología de sus sustratos; determinar las condiciones necesarias para una estación de simulación de doble propósito en el Nevado del Ruiz, acorde con las características de las bases antárticas y de simulación marciana; y extrapolar el modelo del tratado antártico para Colombia en el desarrollo de investigaciones astrobiológicas. (Anexo 5).

3.6. Los efectos del avistamiento de ballenas en el comportamiento de los cetáceos en sus zonas Antárticas de alimentación y Programa de Mamíferos Marinos Antárticos-Efectos de avistamiento de Ballenas

Los investigadores viajaron a bordo del buque italiano Laura Bassi, llevando a cabo un exhaustivo monitoreo visual para registrar e identificar mamíferos y fauna marina en la ruta desde el puerto de Lyttelton, Christchurch, Nueva Zelanda, hasta el mar de Ross en la Antártida. Este esfuerzo de observación se realizó exclusivamente durante el día a lo largo de 60 días, sumando un total de 845.95 horas de observación y 190 avistamientos de mamíferos marinos. Durante el viaje se identificaron nueve especies de cetáceos y cuatro especies de pinnípedos, así como varias aves marinas. Se registraron detalladamente las condiciones ambientales como dirección e intensidad del viento, visibilidad y altura de las olas. Además, se monitoreó activamente la presencia de mamíferos marinos en el agua durante las operaciones científicas, considerando el impacto de los equipos de obtención de muestras y de la sísmica marina (ruido). (Anexo 6)

3.7. Hormonas Lipofílicas esteroideas como indicadores fisiológicos de estrés y estado reproductivo de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la Península Antártica

La investigadora de Fundación Macuáticos participó en la expedición a bordo del buque estadounidense Intrepid, navegando desde el Paso del Drake hasta las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica, con la mayor parte del trayecto transcurriendo en el Estrecho de Gerlache. Durante estos viajes, los observadores Natalia Botero Acosta, PhD., y Logan Pallin, MSc., realizaron observaciones desde los niveles superiores del barco para avistar mamíferos marinos. Se registraron múltiples avistamientos a lo largo de las travesías. Además, al superar los 60° de latitud sur, se llevaron a cabo expediciones específicas para avistar ballenas jorobadas, de las cuales se recolectaron muestras de tejido mediante biopsia remota, incluyendo muestras de otras especies como ballenas Fin y ballenas minke antárticas.

3.8. Genes, genomes and people: connecting science and people in Antarctica

Las investigadoras asociadas a la Universidad de los Andes y APECS Colombia se unieron a la IX Expedición Antártica. En el mes de febrero de 2023, se embarcaron en el buque de la empresa turística Hurtigruten para llevar a cabo las actividades de campo del proyecto. El objetivo principal del proyecto es continuar con la recolección no letal de muestras de piel de ballenas jorobadas, focas leopardo y elefantes marinos del sur, así como realizar fotoidentificación y colecta de ADN ambiental. Durante esta temporada, las investigadoras lograron recolectar 18 muestras de ballenas jorobadas, 5 de focas leopardo y 14 de elefantes marinos.

4. Participantes

4.1. Entidades

Las investigadoras asociadas a la Universidad de los Andes y APECS Colombia se unieron a la IX Expedición Antártica. En el mes de febrero de 2023, se embarcaron en el buque de la empresa turística Hurtigruten para llevar a cabo las actividades de campo del proyecto. El objetivo principal del proyecto es continuar con la recolección no letal de muestras de piel de ballenas jorobadas, focas leopardo y elefantes marinos del sur, así como realizar fotoidentificación y colecta de ADN ambiental. Durante esta temporada, las investigadoras lograron recolectar 18 muestras de ballenas jorobadas, 5 de focas leopardo y 14 de elefantes marinos.

4.1.1. Comisión Colombiana del Océano (CCO)

La CCO es un órgano intersectorial encargado de asesorar, consultar, planificar y coordinar las políticas nacionales relacionadas con el océano, los espacios costeros y sus temas conexos. Su enfoque abarca aspectos estratégicos, científicos, tecnológicos, económicos y ambientales para el desarrollo sostenible de los mares colombianos y sus recursos. En el contexto de las actividades antárticas, la CCO desempeña un papel crucial como coordinadora del Programa Antártico Colombiano (PAC).

4.1.2. Dirección General Marítima (DIMAR)

Es la Autoridad Marítima Colombiana encargada de ejecutar la política del gobierno en esta materia, contando con una estructura que contribuye al fortalecimiento del poder marítimo nacional, velando por la seguridad integral marítima, la protección de la vida humana en el mar, la promoción de las actividades marítimas y el desarrollo científico y tecnológico de la nación. DIMAR ha participado de manera permanente en la generación de proyectos de investigación que fortalezcan los objetivos del Programa Antártico Colombiano, en el marco de las siete expediciones científicas realizadas hasta la fecha.

4.1.3. Escuela naval de cadetes “Almirante Padilla” (ENAP)

Es el alma mater de la oficialidad naval de Colombia, así como el centro de formación de oficiales de infantería de marina y de la marina mercante. Mediante las decanaturas de cada facultad, se coordinan todas las actividades de investigación aplicada a través de los programas académicos de las mismas, para lo cual se articula un proceso que parte de la identificación de las necesidades y problemáticas por parte de los diferentes componentes de la Armada de Colombia y de los procesos de investigación en apoyo a las actividades enmarcadas a las expediciones científicas a la Antártica.

4.1.4. Instituto antártico Chileno (INACH)

Es el responsable de coordinar y promover la investigación científica en la Antártica, así como de gestionar las políticas y actividades relacionadas con la presencia de Chile en el continente antártico. Sus funciones abarcan desde el apoyo logístico a expediciones científicas hasta la administración de bases antárticas chilenas, pasando por el fomento de la cooperación internacional en temas antárticos y la difusión del conocimiento científico y ambiental sobre la región. Además, el INACH vela por el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Chile en el Tratado Antártico y otros instrumentos vinculados.

4.1.5. Comité Polar Español

El Comité Polar Español (CPE) es un órgano colegiado interministerial creado en 1998 para coordinar las actividades relacionadas con la investigación polar en España. Su principal objetivo es promover y facilitar la investigación científica española en las regiones polares, tanto en el Ártico como en la Antártida. El CPE se encarga de asesorar al Gobierno español en materia de política polar, colaborar con organismos internacionales y nacionales relacionados con la investigación polar, y fomentar la participación española en programas y proyectos científicos en estas regiones. Además, el Comité Polar Español es responsable de gestionar las infraestructuras y recursos destinados a la investigación polar, como las bases antárticas españolas Juan Carlos I y Gabriel de Castilla, y de promover la divulgación y educación sobre la

4.1.6. Programa nacional de investigación en la Antártida de Italia:

El Programa Nacional de Investigación en la Antártida de Italia (PNRA, por sus siglas en italiano) es una iniciativa gubernamental establecida en 1985 con el objetivo de promover, coordinar y llevar a cabo actividades científicas italianas en el continente antártico. El PNRA se encarga de planificar y financiar proyectos de investigación en una amplia gama de disciplinas, como ciencias de la tierra, oceanografía, biología, astronomía, física y química. Además, el programa es responsable de gestionar las infraestructuras italianas en la Antártida, como la base Mario Zucchelli y la estación Concordia, esta última operada en colaboración con Francia.

4.1.7. Programa antártico de los Estados Unidos:

El Programa Antártico de los Estados Unidos (USAP, por sus siglas en inglés) es un programa federal administrado por la Fundación Nacional de Ciencia (NSF) que tiene como objetivo principal facilitar y apoyar la investigación científica estadounidense en la Antártida y el Océano Austral. Establecido en 1959, el USAP se encarga de proporcionar la logística, la infraestructura y el apoyo necesarios para que los investigadores estadounidenses puedan llevar a cabo estudios en una amplia gama de disciplinas, como la biología, la geología, la oceanografía, la meteorología y la astrofísica. El programa gestiona tres estaciones de investigación permanentes en la Antártida: McMurdo, Amundsen-Scott (Polo Sur) y Palmer, además de varios campamentos temporales y buques de investigación

4.1.8. Instituto de Investigación Polar Tübitak (MAM):

El Instituto de Investigación Polar se estableció en 2019 dentro del Centro de Investigación TÜBİTAK Marmara para garantizar la coordinación y logística de las futuras expediciones polares nacionales. Este instituto tiene como objetivo apoyar estudios de investigación científica y de I+D en regiones polares. Gestiona campamentos y estaciones de investigación polar de Turquía, planifica y coordina la logística, y facilita la comunicación entre organizaciones pertinentes. Además, fomenta colaboraciones internacionales, desarrolla e implementa la estrategia polar nacional, promueve la concienciación sobre las regiones polares a nivel nacional, y fortalece la diplomacia científica y la representación internacional de Turquía en el ámbito científico.

4.2. Investigadores

La IX Expedición, contó con la participación de 18 investigadores colombianos, adscritos a escuelas de formación y centros de investigación, quienes ejecutaron nueve proyectos científicos en el marco del Programa Antártico Colombiano (PAC).

Tabla 4. Investigadores de la IX EAC

Programa de Mamíferos Marinos Antárticos - Efectos de avistamiento de Ballenas

Javier Alarcón:

Biólogo marino con más de diez años de experiencia en el estudio y monitoreo de mamíferos marinos y fauna oceánica. Su trabajo se ha enfocado en la observación de cetáceos, el monitoreo acústico pasivo y la evaluación de los efectos de las actividades humanas, como el avistamiento de ballenas, sobre el comportamiento de estas especies. Ha participado en diversas campañas de investigación en ambientes marinos y antárticos, contribuyendo al desarrollo de programas de monitoreo y conservación de mamíferos marinos mediante la generación de información científica para la gestión y protección de estos ecosistemas.

Los efectos del avistamiento de ballenas en el comportamiento de los cetáceos en sus zonas Antárticas de alimentación

Ann Carole Vallejo:

Bióloga marina e investigadora especializada en ecología y conservación de mamíferos marinos. Es directora de R&E Ocean Community Conservation - Colombia, organización dedicada a la investigación y conservación de los ecosistemas marinos, y ha liderado proyectos enfocados en el estudio del comportamiento de cetáceos, el monitoreo de ballenas jorobadas y la evaluación de los efectos de las actividades de avistamiento sobre estas especies. Su trabajo integra herramientas de investigación científica y estrategias de conservación orientadas a promover el uso sostenible de los ecosistemas marinos y fortalecer la gestión de los mamíferos marinos en Colombia y la Antártica.

Rendimiento cognitivo, aspectos psicológicos, fisiológicos cardiovasculares, sueño y carga de trabajo, estudios celulares y moleculares en personal participante de la IX Expedición Antártica de la Fuerza Aérea Colombiana.

Coronel Alexander Díaz Ariza:

Oficial de la FAC e investigador del Centro de Investigaciones Biomédicas Aeronáuticas y Espaciales (CIBAE), con experiencia en fisiología aeroespacial, medicina operacional y desempeño humano en ambientes extremos. Su labor investigativa se ha orientado al estudio de las respuestas fisiológicas, psicológicas y cognitivas del personal sometido a condiciones operacionales de alta exigencia, contribuyendo al desarrollo de estrategias para la protección de la salud y la optimización del rendimiento del talento humano.

Subteniente Cristhian Antonio Campos Chaparro:

Oficial de la FAC e investigador en las áreas de ciencia y tecnología aeroespacial, medicina operacional y desempeño humano en ambientes extremos. Ha participado en proyectos de investigación orientados al estudio de la adaptación fisiológica y operacional del personal militar, así como en iniciativas relacionadas con misiones análogas espaciales y el fortalecimiento de las capacidades científicas de la Institución.

Diego Leonel Malpica Hincapié:

Médico cirujano y especialista en Medicina Aeroespacial, con experiencia en investigación sobre fisiología humana, medicina operacional, factores humanos y desempeño en ambientes extremos. Su trayectoria científica se ha enfocado en el estudio de la adaptación del organismo a condiciones operacionales de alta exigencia, contribuyendo al desarrollo de conocimiento en medicina aeroespacial y salud operacional.

Caracterización de emisiones Electromagnéticas de interferencia de radiofrecuencias y pruebas de un radiotelescopio (100MHz) como insumos para la validación del sitio de montaje de una base radio astronómica en la Península Antártica

Julián Rodríguez Ferreira:

Científico antártico y explorador, participó activamente en la Expedición Científica Antártica ECA 59 (verano austral 2022-2023) como representante del Programa Antártico Colombiano y el Instituto Antártico Chileno INACH. Posee un doctorado en Física con especialización en Astronomía y Astrofísica de la Université de Paris-Sud y el Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), Escuela Doctoral del Observatorio de París. Miembro activo de la Unión Astronómica Internacional (UAI) y cofundador de la Red de Astrónomos Profesionales de Colombia (AstroCo), también es Ingeniero Electrónico y Aeroespacial, especializado en instrumentación científica para misiones espaciales. Ha liderado equipos científicos en el desarrollo de sistemas de espectroscopia para misiones como el satélite climatológico SMOS de la ESA, la misión hacia Mercurio BEPICOLOMBO de la ESA, y el Telescopio Espacial EUCLID de la ESA. Exbecario de la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Agencia Espacial Francesa (CNES), es responsable general de proyectos y participa activamente en todas sus fases.

Parametrización de las variables presentes en la capa límite planetaria para simular la generación y disipación de niebla en la península antártica.

Teniente Coronel Andrés Céspedes Ávila:

Oficial de la FAC con experiencia en investigación aplicada a la meteorología aeronáutica, la física de la atmósfera y el análisis de fenómenos meteorológicos que inciden en las operaciones aéreas. Su trabajo se ha orientado al desarrollo de estudios sobre la dinámica de la atmósfera y la modelación de variables meteorológicas en ambientes de alta complejidad, contribuyendo al fortalecimiento de las capacidades científicas e investigativas de la Institución.

Mayor Álvaro Martínez García:

Oficial de la FAC con experiencia en el análisis de variables meteorológicas y su aplicación al apoyo de las operaciones aéreas. Ha participado en iniciativas de investigación orientadas a la comprensión de los procesos atmosféricos y al fortalecimiento de las capacidades científicas institucionales en escenarios operacionales de alta complejidad.

Mayor Mauricio Jiménez García:

Oficial de la FAC con experiencia en investigación atmosférica y modelación de procesos meteorológicos en ambientes de alta complejidad. Su trabajo se ha orientado al análisis de variables de la capa límite planetaria y al desarrollo de herramientas que contribuyen a mejorar la comprensión de los fenómenos meteorológicos y su comportamiento en escenarios de interés científico y operacional.

John Fredy Mejía:

Es ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia, investigador y profesor asociado de la División de Ciencias Atmosféricas del Desert Research Institute (DRI), en Estados Unidos. Su trabajo científico se centra en la observación, modelación y predicción de procesos atmosféricos y climáticos a diferentes escalas espaciales y temporales, con énfasis en la dinámica del clima, la modelación atmosférica, la capa límite planetaria y la evaluación de la incertidumbre en modelos numéricos. Cuenta con una amplia trayectoria en el desarrollo y aplicación de modelos meteorológicos y climáticos para el estudio de fenómenos atmosféricos en ambientes complejos.

Evaluación de patrones de ocurrencia de mamíferos marinos y niveles de sonido ambiental oceánico en el paso del Drake y el Estrecho de Bransfield, Antártica.

Andrea Bonilla:

Bióloga colombiana con una maestría en Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur en México, cuenta con una trayectoria destacada en ecología y conservación de mamíferos marinos a nivel global. Su investigación durante la maestría se centró en la descripción acústica de la población residente de ballenas de aleta en el golfo de California. En Colombia, ha liderado proyectos sobre la ballena Jorobada y ha contribuido al monitoreo acústico de la Península Antártica, siendo parte de múltiples expediciones a bordo de buques de la Armada de Colombia y en colaboración internacional. Actualmente, es estudiante de doctorado en la Cornell University, investigando la evolución del paisaje acústico en la Antártida con énfasis en los efectos del ruido ambiental y antropogénico en mamíferos marinos.

La Antártida como modelo para el desarrollo de la astrobiología en el Nevado del Ruiz (Colombia) y el retorno de sus avances a la ciencia Antártica- Fase 2

María Angélica Leal Leal:

Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia, investigadora del Grupo de ciencias Planetarias y Astrobiología GCPA y del Programa Antártico Colombiano, estudiante de doctorado en Biología de la Universidad Nacional de Colombia e Investigación espacial y astrobiología de la Universidad de Alcalá.

David Fernando Tovar Rodríguez:

Geólogo de la Universidad Nacional de Colombia, maestría en Geología (línea de trabajo en geología planetaria) de University of Minnesota, USA. Actualmente se encuentra desarrollando un doble doctorado en Geociencias en la Universidad Nacional de Colombia e investigación espacial y astrobiología y Universidad de Alcalá, España. Investigador del Grupo de Ciencias Planetarias y Astrobiología GCPA de la Universidad Nacional de Colombia y del Programa Antártico Colombiano.

Docente del programa de Biología de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales Universidad Francisco José de Caldas y la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana.

Hormonas Lipofílicas esteroideas como indicadores fisiológicos de estrés y estado reproductivo de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la Península Antártica

Andrea Bonilla:

Bióloga colombiana con una maestría en Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Autónoma de Baja California Sur en México, cuenta con una trayectoria destacada en ecología y conservación de mamíferos marinos a nivel global. Su investigación durante la maestría se centró en la descripción acústica de la población residente de ballenas de aleta en el golfo de California. En Colombia, ha liderado proyectos sobre la ballena Jorobada y ha contribuido al monitoreo acústico de la Península Antártica, siendo parte de múltiples expediciones a bordo de buques de la Armada de Colombia y en colaboración internacional. Actualmente, es estudiante de doctorado en la Cornell University, investigando la evolución del paisaje acústico en la Antártida con énfasis en los efectos del ruido ambiental y antropogénico en mamíferos marinos.

Susana Caballero:

Investigadora con un PhD en Ecología y Evolución de The University of Auckland. Además, posee dos títulos de pregrado de la Universidad de los Andes: un BSc, donde investigó las relaciones genéticas intrapoblacionales de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) del Pacífico colombiano utilizando la técnica molecular RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), y un título en Microbiología, con una pasantía en la misma universidad.

Dalia Barragán Barrera:

Bióloga marina colombiana de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y obtuvo un PhD en Ciencias Biológicas en la Universidad de los Andes, Colombia. Actualmente, está vinculada al Laboratorio de Ecología Molecular de Vertebrados Acuáticos, liderado por Susana Caballero.

Su investigación se centra en el comportamiento, distribución, uso del hábitat y estructura genética de cetáceos, principalmente del delfín nariz de botella en Bocas del Toro, Panamá. Además, ha estudiado el efecto del tráfico de embarcaciones en la distribución y uso del hábitat de los delfines en esta región. También ha iniciado investigaciones a largo plazo en el Caribe colombiano para generar información básica sobre mamíferos marinos en Colombia.

4.3. Plataformas de Investigación

La IX Expedición Antártica de Colombia se desarrolló principalmente bajo el marco de la cooperación internacional, con el apoyo de diversos programas antárticos y la participación de la aeronave C-130 Hércules de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), que contribuyó al despliegue logístico de personal, equipos e insumos científicos para el desarrollo de las actividades de investigación.

4.3.1. Aeronave hércules C-130 de la FAC

Se constituye como una plataforma estratégica para el transporte aéreo de personal, equipos y carga en operaciones de largo alcance. Gracias a su capacidad para operar en condiciones exigentes y en pistas de características especiales, desempeña un papel fundamental en misiones logísticas, humanitarias, científicas y de apoyo a la investigación.

En el marco de la IX EAC, contribuyó al despliegue logístico de la expedición, facilitando el traslado de investigadores, personal de apoyo y equipos científicos, fortaleciendo las capacidades operacionales del Programa Antártico Colombiano y la cooperación internacional para el desarrollo de las actividades en el continente antártico.

Imagen 8. Aeronave Hércules C-130 en la Antártica

4.3.2. Base Antártica “Marambio”- Argentina

La Base Antártica Conjunta Marambio, administrada por la Fuerza Aérea Argentina, se localiza en la Isla Marambio en el Mar de Weddell, siendo una de las instalaciones más emblemáticas y estratégicas en la región antártica. Fundada en 1969, esta base despliega actividades científicas, logísticas y de investigación en un entorno extremo y aislado, contribuyendo significativamente al conocimiento y la presencia internacional en la Antártida.

Durante la IX EAC, la Base acogió a un equipo de 4 investigadores colombianos, quienes participaron en proyectos científicos cruciales para entender diversos aspectos del ecosistema antártico. Este equipo, seleccionado a través de un riguroso proceso, llevó a cabo investigaciones que abarcaron desde el estudio de la biodiversidad marina hasta la meteorología polar, aprovechando las condiciones únicas que ofrece la Antártida para la ciencia moderna. La colaboración entre Argentina y Colombia, durante esta expedición, no solo fortaleció los lazos bilaterales, sino que también amplió el alcance de la investigación antártica de ambos países, contribuyendo al entendimiento global del cambio climático, la conservación de la biodiversidad y los efectos del cambio global en regiones extremas.

4.3.3. Base Científica General Bernardo O´Higgins - Chile

Ubicada en el Islote Isabel Riquelme en la Península Antártica, es una de las bases más antiguas y continuamente operativas de Chile, fundada en 1948. Nombrada en honor a Bernardo O’Higgins Riquelme, héroe nacional chileno, la base representa la presencia y soberanía del país en la región antártica, apoyando investigaciones científicas en meteorología, glaciología, biología y oceanografía. Operada por el Ejército de Chile y conocida también como Puerto Covadonga, alberga hasta 60 personas en verano y cuenta con infraestructuras que incluyen laboratorios, dormitorios, una capilla, un helipuerto y una pista de aterrizaje de nieve. La base ha jugado un papel crucial en el avance del conocimiento científico del continente antártico y en la defensa de los intereses territoriales chilenos en este entorno único y desafiante.

4.3.4. Base Científica “Gabriel de Castilla” - España

Es una de las dos bases españolas en la región antártica, es administrada por el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Comité Polar Español (CPE). Ubicada en la isla Decepción, dentro del archipiélago de las islas Shetland del Sur, esta base despliega actividades científicas y de investigación en un entorno natural extremo y de alto valor ambiental.

Durante la IX EAC, la base albergó a dos investigadores colombianos como parte del proyecto “La Antártida como modelo para el desarrollo de la astrobiología en el Nevado del Ruiz (Colombia) y el retorno de sus avances a la ciencia antártica”. Este proyecto investiga las similitudes y diferencias entre los ecosistemas extremos de la Antártida y el volcán Nevado del Ruiz en Colombia, explorando cómo los estudios antárticos pueden aplicarse al entendimiento de la astrobiología y los fenómenos geológicos en el contexto colombiano.

4.3.5. Buque “Laura Bassi” - Italia

Durante la expedición, el buque rompehielos de investigación italiano “Laura Bassi” fue fundamental gracias al apoyo logístico del Programa Nacional Italiano de Investigaciones en la Antártida. Este buque no solo proporcionó suministros vitales como alimentos y equipo especializado para condiciones polares, sino que también facilitó estudios exhaustivos sobre mamíferos marinos en aguas antárticas. Equipado con tecnología avanzada, permitió la recolección de datos cruciales para la conservación de especies vulnerables como la vaquita marina, fomentando la colaboración internacional y el intercambio de conocimientos entre científicos italianos y de otros países participantes.

4.3.6. Buque Intrepid – Estados Unidos

El buque perteneciente a la clase Polar y operado por la Guardia Costera de los Estados Unidos, despliega su capacidad única para navegar y abrir hielo tanto en el Ártico como en la Antártica. Conocido por su robustez y capacidad de atravesar hielo de hasta 6,4 metros de espesor y romper hielo de hasta 1,8 metros de manera continua a una velocidad de tres nudos, el Polar Star es una pieza clave en las operaciones marítimas en condiciones extremas. Durante la reciente expedición, el buque desempeñó un papel crucial al proporcionar el soporte logístico necesario para el proyecto "Hormonas Lipofílicas esteroideas como indicadores fisiológicos de estrés y estado reproductivo de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) en la Península Antártica". Esta iniciativa de investigación avanzada aprovechó las capacidades del buque no solo para alcanzar áreas remotas y desafiantes, sino también para facilitar estudios vitales sobre la salud y el comportamiento de las ballenas jorobadas en uno de sus hábitats críticos en el hemisferio sur.

4.3.7. Buque Turístico MS Fridtjof Nansen

Es un buque de expedición de Hurtigruten, que combina tecnología avanzada con confort para ofrecer una experiencia única. Con capacidad para 530 pasajeros y 150 tripulantes, propulsión híbrida y equipamiento que incluye kayaks y drones submarinos, navega por la Antártica, Noruega, Svalbard, Groenlandia y las Islas Británicas. Ofrece cabinas con vistas al mar, gastronomía de alta calidad, actividades al aire libre como kayak y senderismo, conferencias con expertos y un equipo de expedición para guiar y enriquecer la experiencia de los pasajeros durante todo el viaje.

5. Coordinaciones transversales a la expedición

La Comisión Colombiana del Océano (CCO), en su calidad de organismo intersectorial e interinstitucional y a través del Programa Antártico Colombiano (PAC), desarrolló diversas iniciativas en el marco de la IX Expedición Antártica. Estas acciones estuvieron orientadas a fortalecer la cooperación institucional, promover la divulgación de los avances científicos del Programa y visibilizar el aporte de Colombia a la investigación en el continente antártico. A continuación, se presentan las principales actividades ejecutadas durante el periodo 2022-2023.

5.1. Charlas y conferencias

Como parte de su estrategia de divulgación científica, el Programa Antártico Colombiano (PAC) organizó una serie de charlas dirigidas a investigadores, estudiantes y público en general, con el propósito de promover el intercambio de conocimientos, socializar los avances de las investigaciones desarrolladas en la Antártica y fortalecer el interés por la ciencia polar en Colombia.

Entre estas actividades se destacó la charla “La Antártida y los Análogos Terrestres en Exploración Planetaria”, realizada en el Planetario de Bogotá, con la participación de representantes de la Armada de la República de Colombia (ARC), la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), el Programa Antártico Colombiano (PAC) e investigadores de la Universidad Nacional de Colombia. Este espacio permitió acercar a la ciudadanía a los avances de la investigación antártica y a las oportunidades que ofrece este continente para el desarrollo de la ciencia y la exploración.

Imagen 9. Charla "La Antártida y los Análogos terrestres en exploración planetaria"

De igual manera, en el mes de marzo de 2023 se realizó el conversatorio “Del Pacífico a la Antártica: Secretos de los gigantes marinos” en las instalaciones de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). La actividad contó con la participación de Natalia Jaramillo Machuca, en representación del Programa Antártico Colombiano (PAC), y con el acompañamiento del Semillero Aquasistemas de la PUJ.

Durante el conversatorio se compartieron experiencias y resultados de investigaciones sobre mamíferos marinos, resaltando la conectividad ecológica entre el Pacífico colombiano y la Antártica, así como la importancia de la investigación científica para la conservación de estas especies y el fortalecimiento del conocimiento sobre los ecosistemas marinos.

Imagen 10. Banner publicitario de la conferencia desarrollada en la PUJ

Imagen 11. Participación del PAC en el conversatorio, junto a integrantes del semillero Aquasistemas.

5.2. Educación Antártica

Una de las iniciativas destacadas de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) fue la creación de la cartilla infantil “Navegando por Colombia: Un Viaje Bioceánico”, una herramienta pedagógica diseñada para acercar a los niños al conocimiento de los océanos y a la importancia de Colombia como país bioceánico. Asimismo, se incluyó un apartado dedicado a la Antártica, en el que, a través de la ruta migratoria de la ballena jorobada desde el Pacífico colombiano hasta sus zonas de alimentación en este continente, se explica la conexión entre ambos ecosistemas y se destaca la importancia de la investigación científica y la conservación de los océanos.

Imagen 12. Portada Cartilla “Navegando Por Colombia: Una Travesía Bioceánica”

Adicionalmente, y parte de las actividades de apropiación social del conocimiento, el PAC desarrolló las iniciativas “Banderas Antárticas” y “Profe en Tu Casa”, beneficiando a cerca de 1.900 estudiantes, docentes y familias. En alianza con APECS Colombia, el proyecto “Banderas Antárticas” promovió espacios de divulgación sobre la Antártica y la investigación científica colombiana, invitando a los estudiantes a elaborar dibujos que representaban la conexión entre Colombia y el continente blanco. Estas ilustraciones fueron entregadas a los investigadores de la IX Expedición Antártica para ser llevadas al continente antártico como símbolo del vínculo entre la ciencia y las nuevas generaciones.

Imagen 13. Iniciativa "Banderas Antárticas" desarrollada en Nuquí, Chocó.

Imagen 14. Investigadores de la EAC en el marco de la iniciativa "Banderas Antárticas".

5.3. Encuentro de Historiadores Antárticos Latinoamericanos

El XXIII Encuentro de Historiadores Antárticos Latinoamericanos (EHAL) se realizó del 13 al 15 de septiembre de 2023 en Ushuaia, Argentina, con el propósito de promover el intercambio de investigaciones históricas sobre la Antártica entre países de América Latina y fortalecer la cooperación académica en esta materia. El evento reunió a investigadores de Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay.

En representación de Colombia, participó Natalia Jaramillo Machuca como ponente con la conferencia "Antártica: entre la ciencia y el turismo". Asimismo, durante la sesión de clausura, Colombia recibió oficialmente la designación como país anfitrión de la siguiente edición del Encuentro, cuya realización quedó prevista para el año siguiente en la ciudad de Santa Marta, constituyéndose en un importante reconocimiento al compromiso del país con la investigación y la divulgación de la historia antártica.

Imagen 15. Participación de Colombia en el XXIII EHAL.

Imagen 16. Banner institucional de Colombia como sede del XXIV EHAL.

5.4. Visita de autoridades colombianas a la Antártica

Otra de las actividades desarrolladas en el marco de la IX Expedición Antártica fue la visita oficial de autoridades, encabezada por el entonces ministro de Relaciones Exteriores, Álvaro Leyva Durán. Desde Punta Arenas, la delegación colombiana, integrada por representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores, el Programa Antártico Colombiano, la Armada de Colombia y la Fuerza Aérea Colombiana, realizó una visita al Instituto Antártico Chileno (INACH).

La delegación fue recibida por el director del INACH, Marcelo Leppe, con el propósito de conocer las capacidades científicas, logísticas y la proyección del programa antártico chileno. Durante la visita, recorrieron las bases Profesor Julio Escudero y Artigas, así como el Bosque Antártico del INACH, y participaron en una jornada de inducción dirigida a investigadores internacionales.

Esta visita fue el resultado de la coordinación interinstitucional adelantada entre las entidades participantes y contó con el apoyo de la aeronave C-130 Hércules de la Fuerza Aérea Colombiana, que facilitó el transporte de la delegación y del personal científico en el marco de la cooperación internacional para el desarrollo de la expedición.

Imagen 17. Mesa de trabajo para la coordinación de la visita de autoridades.

Imagen 18. Llegada del
Hércules C-130 a la Antártica

Imagen 19. Tripulación abordo
del Hércules C-130 del FAC

Imagen 20.
Visita oficial al INACH

5.5. Construcción del Artículo 228°. Promoción de la investigación científica

Como resultado de la visita del entonces ministro de Relaciones Exteriores, Álvaro Leyva Durán, a la Antártica y del conocimiento adquirido sobre la importancia estratégica de este continente para Colombia, se promovieron mesas de trabajo entre el Ministerio de Relaciones Exteriores y las entidades que integran el Programa Antártico Colombiano, entre ellas la Comisión Colombiana del Océano (CCO), la Dirección General Marítima (DIMAR), la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), la Armada de Colombia (ARC) y un delegado del Comité Técnico Nacional de Asuntos Antárticos (CTN-AA).

Estas jornadas de articulación permitieron formular la propuesta que dio origen al artículo 228 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, fortaleciendo el respaldo institucional a la política antártica y al desarrollo del Programa Antártico Colombiano (PAC), el cual establece que el Gobierno nacional promoverá la investigación científica en la Antártica *"con el propósito de contribuir al avance del conocimiento de los fenómenos climáticos y ambientales del planeta, entre otros... que permitan afianzar el desarrollo de estrategias de adaptación, mitigación y conservación de las condiciones ambientales mundiales en procura de la paz total global".*

Imagen 21. Articulación interinstitucional para la formulación del artículo 228 en el PND.

6. Conclusiones

La IX Expedición Antártica de Colombia evidenció la importancia de la cooperación internacional como pilar para el desarrollo de la investigación científica en el continente blanco. Su ejecución fue posible gracias al trabajo conjunto entre Colombia y los programas antárticos de Argentina, Chile, Turquía, España, Estados Unidos e Italia, que brindaron acceso a bases científicas, buques de investigación y capacidades logísticas, permitiendo el desarrollo de proyectos colaborativos y el intercambio de conocimientos entre investigadores de diferentes países. Esta articulación fortaleció las capacidades nacionales de investigación y reafirmó el compromiso de Colombia con el estudio de la Antártica y con la generación de conocimiento para afrontar desafíos globales como el cambio climático, la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales.

De igual manera, las acciones lideradas por el Programa Antártico Colombiano durante el periodo 2022-2023 fortalecieron la apropiación social del conocimiento y consolidaron el posicionamiento de Colombia en el escenario antártico internacional. Las iniciativas de divulgación, educación, cooperación científica y participación en foros especializados permitieron acercar la Antártica a la sociedad colombiana, promover una mayor cultura oceánica y reafirmar el compromiso del país con la investigación científica, la protección del medio ambiente antártico y el fortalecimiento de su presencia en el Sistema del Tratado Antártico.

7. Agradecimientos

La exitosa ejecución de la IX Expedición Antártica de Colombia fue posible gracias al compromiso, la dedicación y el trabajo articulado de las instituciones y personas que, desde sus diferentes responsabilidades, contribuyeron al cumplimiento de los objetivos propuestos. En este contexto, el liderazgo de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) fue determinante para articular los esfuerzos institucionales durante las etapas de planeación, coordinación, ejecución y seguimiento de la expedición. Su gestión permitió fortalecer la cooperación nacional e internacional, integrar las capacidades de las entidades que conforman el Programa Antártico Colombiano y coordinar los componentes científicos, logísticos y operacionales que hicieron posible el desarrollo de los proyectos de investigación.

Asimismo, se exalta la labor de las entidades que integran el Programa Antártico Colombiano y a los programas antárticos de Argentina, Chile, España, Estados Unidos, Italia y Turquía, cuya cooperación y confianza permitieron el acceso a sus bases científicas y plataformas de investigación. Su apoyo fue determinante para hacer realidad esta expedición, fortaleciendo así los lazos de cooperación internacional,

Finalmente, la Comisión Colombiana del Océano (CCO) expresa su reconocimiento a la comunidad científica nacional y a los investigadores participantes de la IX Expedición, cuyo compromiso, profesionalismo y dedicación hicieron posible el desarrollo de los proyectos de investigación. Su trabajo ha contribuido al fortalecimiento del conocimiento científico sobre la Antártica, al posicionamiento de Colombia en el escenario antártico internacional y a la consolidación de una comunidad científica comprometida con la protección y el estudio del continente blanco.

8. Refferencias bibliográficas

CCO. (2020). *Fortalecimiento del Programa Antártico Colombiano (PAC).*

CCO, D. I. (2020). *Colombia y su proyección en el COMNAP.*

PAC. (2020). *Adhesión de Colombia al protocolo del tratado Antártico Sobre Protección Ambiental: retos y oportunidades.*

CPA, P. d. (1998). *Protocolo al Tratado Antártico Sobre Protección del Medio Ambiente.*

CONPES. (2020). *Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030.*

Océano, C. C. (2020). *https://cco.gov.co/.*

CCO, O. (2014). *Agenda Cientifica Antártica de Colombia 2014-2035, Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Oceano. Bogotá.*

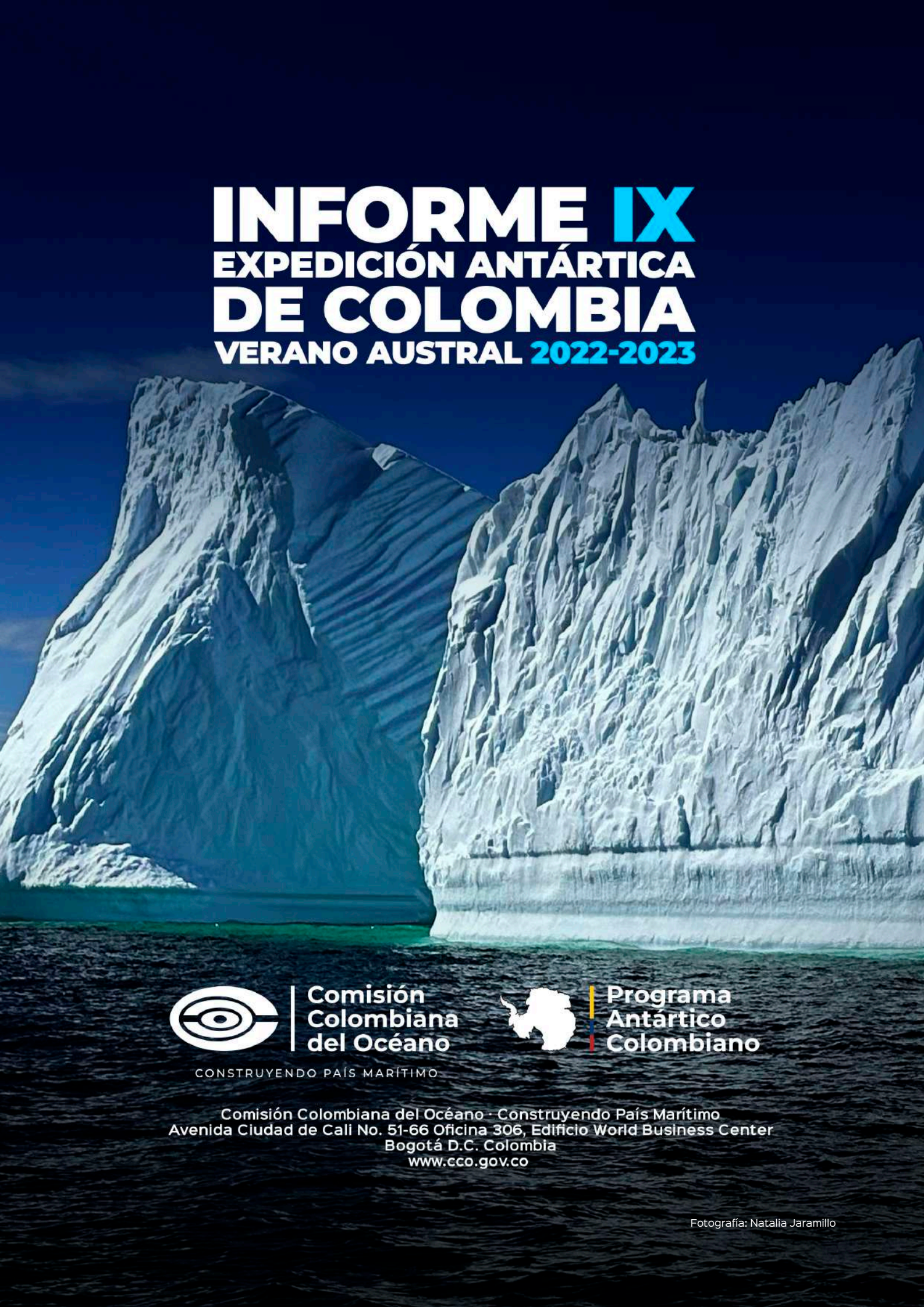
Ecuador, I. O. (2020). *https://www.inocar.mil.ec/web/.*

CCO, C. C. (2020). *Programa Antártico Colombiano, Secretaria Ejecutiva de la Comisón Colombiana del Océano.*

9. Anexos

INFORMES DE RESULTADOS PRELIMINARES DE CADA PROYECTO EJECUTADO EN CAMPO O EN LABORATORIO.

INFORME IX
EXPEDICIÓN ANTÁRTICA DE COLOMBIA
VERANO AUSTRAL 2022-2023



Comisión Colombiana del Océano

CONSTRUYENDO PAÍS MARÍTIMO

Programa Antártico Colombiano

Comisión Colombiana del Océano · Construyendo País Marítimo
Avenida Ciudad de Cali No. 51-66 Oficina 306, Edificio World Business Center
Bogotá D.C. Colombia
www.cco.gov.co

Fotografía: Natalia Jaramillo