

Colombia, la Antártica y el cambio climático: desafíos y oportunidades en la era del calentamiento global

Ricardo José Molares-Babra¹; Diana María Quintana-Saavedra²

¹ Capitán de navío (RA). Oceanógrafo físico, M. Sc., Ph. D. (c). Jefe de la I Expedición Científica de Colombia a la Antártica. Correo electrónico: ricardomolares@yahoo.com

² Ph. D. en Ciencias del Mar. Responsable de promoción de asuntos marinos de la Dimar. Correo electrónico: diana.quintana@dimar.mil.co



La ubicación y geografía única de Colombia la distinguen como un territorio de megadiversidad. Su costa del Pacífico, caracterizada por mareas de gran amplitud y selvas densas, alberga un vasto potencial tanto pesquero como turístico, gracias a su paisaje salvaje e intacto. En contraste, la costa del Caribe posee puertos profundos y seguros, situados cerca de ricos yacimientos minerales. Sus aguas cristalinas, playas de arena blanca y escenarios impresionantes para el buceo la convierten en un destino atractivo. No obstante, la Colombia de hoy se encuentra amenazado por el cambio climático. Solo a través

del entendimiento de los factores globales pueden tomarse decisiones informadas para salvaguardar el futuro de las próximas generaciones.

En este sentido, los procesos físicos desencadenados en la Antártica debido al aumento de la temperatura del mar tienen repercusiones globales que amenazan el desarrollo, los ecosistemas y estilo de vida de la humanidad. El calentamiento oceánico provoca la expansión térmica del agua y el derretimiento de los polos, lo que resulta en un aumento del nivel del mar³ y una disminución del albedo terrestre⁴. Además, se anticipa que el calentamiento oceánico



³ El calentamiento del agua aumenta la energía cinética de las moléculas e induce la rotura de los enlaces de hidrógeno (8,364 kJ/mol); ambos efectos aumentan el volumen del líquido. Calentar agua pura de 0 °C a 10 °C aumenta, una molécula de H₂O, en un 1,64 % (Brewer y Peltzer, 2019) accounting for 36.3% of the energy consumed. The specific heat of pure water is thus attributable (63.7%).

⁴ Uno de los efectos más importantes para el planeta es el efecto albedo. El albedo forma parte del intercambio de energía de la Tierra e influye en la temperatura terrestre. El albedo es el porcentaje de radiación solar que cualquier superficie refleja con respecto a la radiación que incide sobre ella. Las superficies claras tienen valores de albedo superiores a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es aproximadamente 0.3. Lo que quiere decir que aproximadamente el 30 % de la energía solar que ingresa a la Tierra es reflejada. La nieve fresca tiene un valor de albedo de 0.85, el hielo oceánico de 0.6, los desiertos 0.21 y el asfalto de 0.04.



Hace una década Colombia presentó su aspiración de convertirse en miembro consultivo del TA. Asimismo, esbozo una estrategia donde identificó hitos principales, elementos técnicos y políticos a seguir, centrados en la investigación científica realizada ininterrumpidamente desde el verano austral 2014/2015 hasta la fecha.

podría ralentizar el motor de circulación oceánica global⁵, afectando la transferencia de calor alrededor del mundo y el transporte de oxígeno y nutrientes. Esto podría crear condiciones para el agotamiento de la pesca en países como Chile, Perú, Ecuador y en el Pacífico colombiano, actualmente beneficiado por la corriente de Humboldt, que se origina en la Antártica y recorre la costa Pacífica sudamericana.

¿Cómo se puede aportar con capacidad técnica y científica al cuidado de la Antártica?

Antártica es un continente que posee importantes recursos minerales y pesqueros hasta ahora

⁵ Recientemente se ha demostrado que el agua de fondo Antártica (AABW) se ha renovado y contraído desde la década de 1960. El AABW se redujo en 4,0 Sv entre 1994 y 2009, durante un período de fuerte refrescamiento en la plataforma continental. Durante todo el período (1994 a 2017) la desaceleración neta de $-0,8 \pm 0,5 \text{ Sv/década}$ adelgazó las capas bien oxigenadas, lo que impulsó una desoxigenación de $-3 \pm 2 \mu\text{mol/kg década}$. Estos hallazgos demuestran que el refrescamiento de las aguas de la plataforma antártica debilita la rama inferior de la circulación abisal y reduce el contenido de oxígeno en las profundidades del océano (Gunn, Rintoul, England y Bowen, 2023).

inexplorados e inexplorados. Pero, cuando la sed mundial por la energía y recursos no se sacie con las reservas de petróleo existentes y con las cuotas de pesca mundiales, ¿Colombia tendrá la altura política y científica para exigir el cuidado de la Antártica por un asunto de básica supervivencia?, o, por el contrario, ¿podría Colombia ser capaz de exigir para su beneficio la explotación sostenible de recursos naturales en ese territorio?

Estas preguntas tienen una respuesta afirmativa; sin embargo, están condicionadas a que Colombia se convierta en un país consultivo del Sistema del Tratado Antártico y este aspecto requiere trazar una ruta acorde con los requerimientos del Tratado Antártico (TA), que permita responder el cómo se deben buscar respuestas en la Antártica.

En principio cruzar este camino conlleva a superar varios puentes que requieren especial atención en aras de fortalecimiento de intereses globales (científico, la oportunidad de cooperación y la seguridad), que lleven a Colombia a alinearse con un “Océano Austral” accesible⁶.

Hace 10 años Colombia presentó su aspiración de convertirse en miembro consultivo del TA (Cancillería, 2013). Asimismo, esbozó una estrategia donde identificó hitos principales, elementos técnicos y políticos. Los elementos técnicos se centran en la investigación científica en la Antártica, lo que ha realizado ininterrumpidamente desde la primera expedición científica colombiana durante el verano austral 2014/2015.

⁶ Plan de Acción para el Océano Austral-PACA 2021-2030



Base de investigación científica chilena, ubicada en territorio antártico.

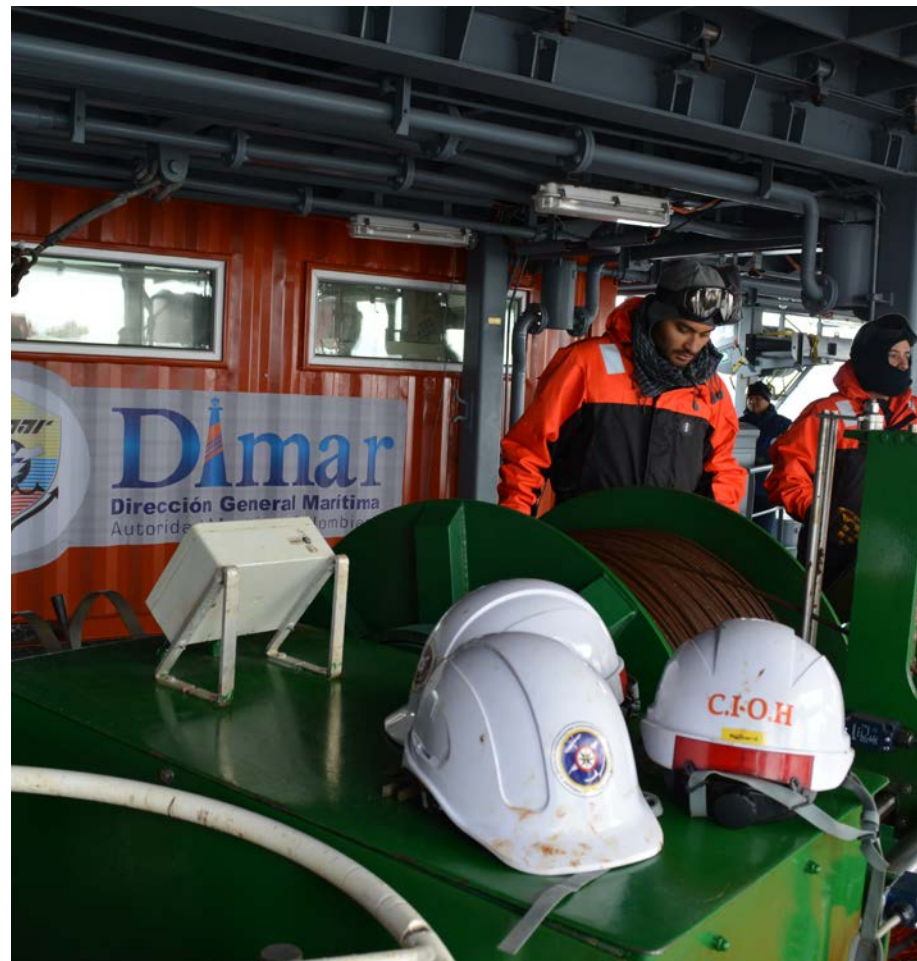
A la luz de los elementos técnicos presentados por Colombia, se considera importante integrarlos al Plan de Acción para el Océano Austral-PACA 2021-2030⁷, contemplando cinco puentes propuestos para fortalecer la Antártica que el planeta necesita y sobre los cuales Colombia puede continuar realizando sus aportes científicos, a saber:

1. Financiación:

Colombia aún no tiene una línea directa de financiación polar, pero sí cuenta con mecanismos de trabajo que de manera tangencial se acercan al numeral 2 de la Tabla 1 “Investigación dentro de una agenda”, dado que existe el Programa Antártico Colombiano (PAC), creado de 2014, en el cual diferentes entidades del Gobierno y la academia han hecho importantes aportes. Hoy el PAC necesita ser actualizado, integrando instrumentos como el Conpes 4069; la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031; el Conpes 3990, Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030, y el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026, Potencia mundial de la vida, Art 228, apuntando a la investigación científica en la Antártica, con la finalidad de avanzar en el conocimiento de los fenómenos climáticos y ambientales del planeta.



⁷ Recientemente el SCAR (del inglés Scientific Committee Antarctic Research) que, como parte del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2021-2030) cuenta con el Grupo de Trabajo del Océano Austral, recientemente puso en marcha el Plan de Acción para el Océano Austral-PACA en abril de 2022 (Janssen, 2022).



Expedicionarios que participaron durante la primera campaña de investigación de Colombia en la Antártica.

Tabla 1. Mecanismos de financiación para la investigación científica en la Antártica. (Fuente: Plan 2021-2023 del Océano del Sur).

1. Relacionar la investigación polar entra dentro de la agenda de investigación e innovación de la ciencia nacional.	2. Financiamiento y/o apoyo en especie a través de organizaciones benéficas, fundaciones, ONG, empresas y grupos industriales, y muchos más.	3. Agencias de financiación regionales, p.e. Comisión Europea (CE).	4. Otras organizaciones intergubernamentales	5. Organismos internacionales como el Sistema de Observación del Océano Austral (SOOS)
---	---	--	---	---

2. Cruzando fronteras

El continente antártico no tiene fronteras, asimismo la ciencia que se desarrolle entorno a él tampoco debería tenerlas. La clave podría estar en establecer una ruta que permita fortalecer las competencias y conocimientos científicos con redes de cooperación internacionales reconocidas, y que podrían apalancar

el interés de Colombia. Por tanto, se debe partir de un análisis que permita identificar las metodologías actuales en investigación, planificación y gestión, como menciona el Plan de Acción para el Océano Austral (PACA) (Tabla 2).



Paisaje polar,
durante el verano
austral.



Tabla 2. Estrategias de colaboración requieren un enfoque holístico con proyectos multidisciplinarios.

Reconocer la Hoja de Ruta Antártica liderados por el Consejo de Administradoras de Programas Antárticos Nacionales (Comnap).	Participar en el Programa Europeo de Investigación Polar (Eu-PolarNet).	Hacer parte del Panel Gubernamental Internacional sobre Cambio Climático (IPCC).
Participar en el Estudio de la Dinámica Integrada del Clima y los Ecosistemas del Océano Austral (ICED)	Hacer parte del Sistema de Observación del Océano Austral (SOOS)	Participar en el Proyecto Europeo para la Perforación del Hielo en la Antártica (EPICA).

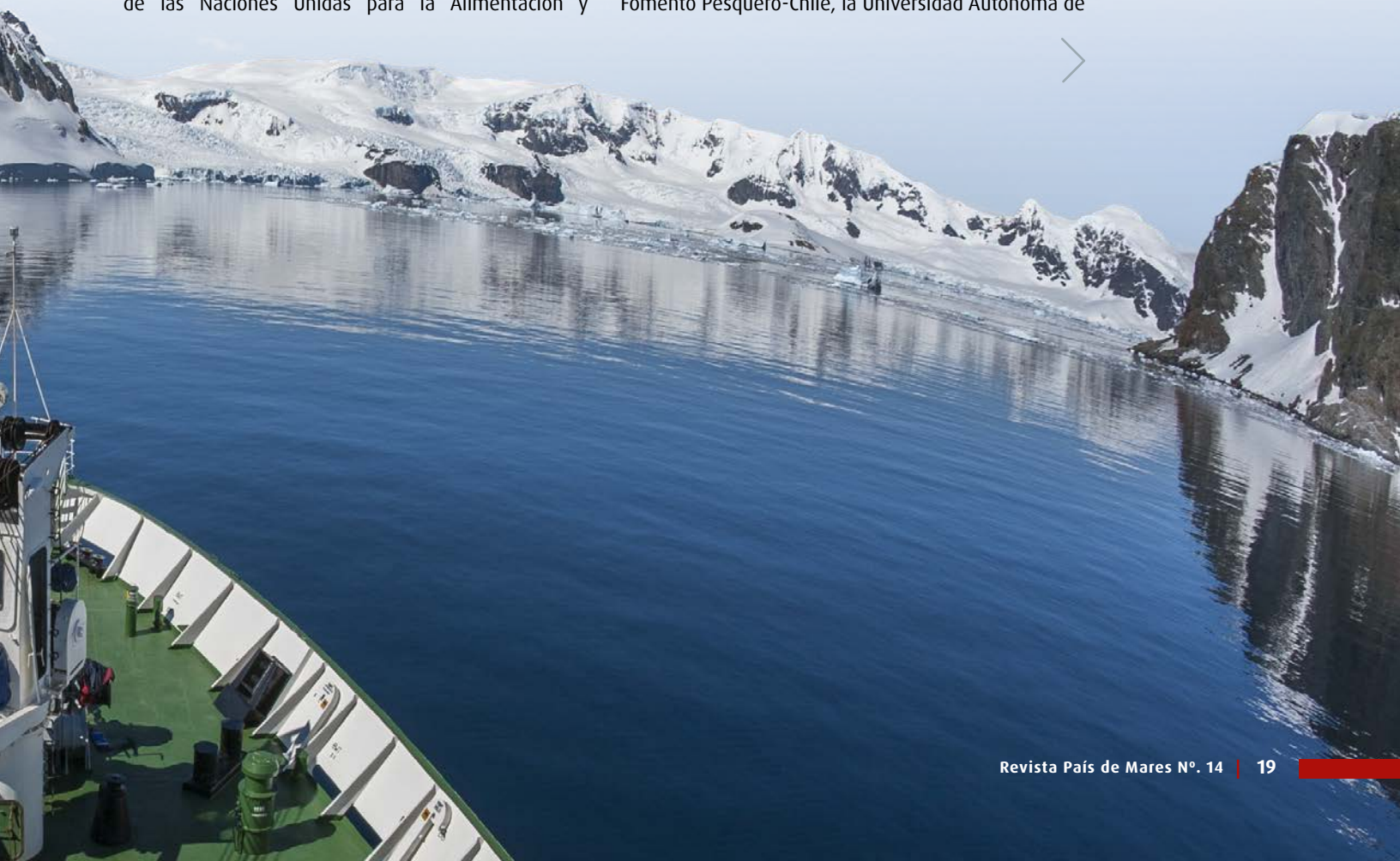
Dentro de las estrategias citadas en la Tabla 2, es importante considerar la importancia de acceder a proyectos donde participen países signatarios a través de programas como el Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP, por sus siglas en inglés,), programa por el cual se brinda colaboración con expertos operacionales para facilitar el soporte logístico necesario para ambientes antárticos.

3. Identificando y conectando colaboradores

Colombia deberá continuar promoviendo y fortaleciendo sinergias y acuerdos de cooperación continuos con organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y

la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la Organización Marítima Internacional (OMI), con el fin de realizar alianzas que permitan financiar investigaciones en la Antártica y en este sentido fortalecer sus instituciones. En este punto la Dirección General Marítima (Dimar) se convierte en un actor importante dado que tiene especial interacción con la mayoría de los organismos mencionados.

A la fecha, Colombia ha adelantado sus investigaciones cruzando puentes y apalancando las investigaciones en diferentes temáticas con la Universidad Andrés Bello-Chile, el Instituto de Fomento Pesquero-Chile, la Universidad Autónoma de





Lanzamiento de arreglo de equipos oceanográficos para la medición de parámetros físicos en aguas antárticas.

Baja California-México, la Universidad de Concepción-Chile, el Centro para el Cambio Global del Nivel del Mar de la Universidad de New York- Estados Unidos y el Instituto Geográfico Nacional-Perú, entre otros.

4. Datos, observaciones y modelación

En materia científica, la Antártica sigue siendo reconocida por el desarrollo de investigaciones necesarias para comprender el medio ambiente del mundo y se encuentran sujetas a diferentes regulaciones jurídicas orientados a la delimitación de espacios marinos, protección del medio ambiente, protección de las especies, acceso y uso de recursos (Roser, 2015). El TA, en su articulado, indica que los datos y la información resultante de dichas investigaciones estén a la libre disposición de la comunidad internacional. Tanto el COMNAP como el Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) han consolidado el manejo de los datos a través metadatos formulados con base en el Joint Committee for Antarctic Data Management (JCADM, por sus siglas en inglés).

En este sentido se hace importante fortalecer un sistema de intercambio de información de datos en la cual existan mecanismos adecuados para acceso y entrega de información de manera libre (TA, Artículo II parágrafo 1 C).

5. Fortalecimiento de capacidad y construcción

El PACA menciona un punto muy importante para este ítem, y es potenciar la capacidad de la exploración del Océano Austral, y es la capacidad de contar con plataformas autónomas (aéreas, acuáticas y terrestres). Aspecto que, para el caso colombiano, se alcanza con la construcción del buque ARC “Simón Bolívar” (Ice Class 1C de LRS) (Robledo, 2022), y con la participación de plataformas aéreas de la Fuerza Aeroespacial Colombiana. Con esta valiosa contribución a la ciencia antártica se abre un camino de oportunidades científicas y de colaboración en el continente Antártico.

”

Colombia se encuentra en una posición privilegiada para el desarrollo científico en la Antártica. Dispone de proyectos de investigación de alto impacto, de una plataforma oceanográfica polar propia y de personal calificado y capacitado para trabajar en el Continente Blanco, lo cual evidencia su capacidad técnica, científica y política para convertirse en parte consultiva del TA.



Conclusión

Colombia se encuentra en una posición privilegiada para el desarrollo científico en la Antártica, lo que le ha permitido realizar estudios significativos en este continente y ganar reconocimiento en el ámbito global. Dispone del PAC, de proyectos de investigación de alto impacto, de una plataforma oceanográfica propia para el estudio del Océano Austral, y de personal altamente calificado y capacitado para trabajar en el Continente Blanco.

Por lo anterior, es evidente que Colombia posee la capacidad técnica, científica y política para convertirse en parte consultiva del TA. Sin embargo, esto requiere de una estrategia bien definida que se alinee con los intereses y necesidades actuales de dicho tratado. En este contexto, la implementación del PACA 2021-2030 podría ser la base sobre la cual Colombia construya su caso ante la secretaría del TA.


Referencias bibliográficas

Brewer, P. G.; Peltzer, E. T. (2019). The Molecular Basis for the Heat Capacity and Thermal Expansion of Natural Waters. *Geophysical Research Letters*, 46(22), 13227-13233. <https://doi.org/10.1029/2019GL085117>

Cancillería. (2013). *Colombia in the Antarctic. IP 104* (p. 1). Antarctic Secretariat. <https://www.ats.aq/devAS/Meetings/DocDatabase?lang=e>

Gunn, K. L.; Rintoul, S. R.; England, M. H.; Bowen, M. M. (2023). Recent reduced abyssal overturning and ventilation in the Australian Antarctic Basin. *Nature Climate Change*, 13(6), 537-544. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01667-8>

Robledo, J. (2022). Buque de Investigación científica marina ARC "Simón Bolívar": aporte al desarrollo de la nación. *Revista Paies de Mares*. No. 13. ISSN: 2463-2449. https://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://cecoldodigital.dimar.mil.co/3165/1/dimar_2022_Paismares_13_06-11.pdf

Roser, P. (2015). El régimen jurídico internacional de la investigación en la Antártida. Universidad de Barcelona. Tesis doctoral. p 2175. https://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/97902/1/RPM_TESIS.pdf 



Equipo de investigadores colombianos que hicieron parte de la I Expedición Antártica de Colombia, liderado por CN (RA) Ricardo Molares, quien actuó como jefe de crucero 2014-2015