

Avistamiento de Hielos sobre el Mar en la Bahía de Fildes y el Estrecho de Gerlache durante el Verano Austral 2015

Págs. 67-83

*Julián Eduardo Trujillo Jiménez^a Julio Cesar Ramírez Cárdenas^b María Fernanda Vargas^c
Rosana del Pilar Adames Prada^d Nelson Enrique Murillo Gómez^c*

^aEstudiante de Ciencias Navales. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. julian.trujillo@enap.edu.co

^cProfesional en Ciencias Navales, especialidad superficie oceanógrafo. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. maria.vargas@armada.mil.co

^bEstudiante de Ciencias Navales. Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. Julio.Ramirez@escuelanaval.edu.co

^dFísica Universidad Nacional de Colombia. Docente Facultad de Oceanografía Física, Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. rosana.adames@enap.edu.co

^cProfesional en Ciencias Navales, especialidad logístico oceanógrafo. Oceanógrafo Físico. Decano Facultad de Oceanografía Física, Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. nelson.murillo@armada.mil.co

Resumen

Durante la Primera Expedición Científica de Colombia a la Antártica, desde el buque ARC “20 de Julio” y desde el helicóptero ARC 255, se tomaron registros fotográficos de los hielos avistados sobre el mar. Los hielos fotografiados se identificaron y clasificaron usando la terminología de hielos avalada por la Organización Marítima Mundial (OMM), la Carta de Hielos Antárticos del Servicio Hidrológico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) y el Manual de hielo del Servicio de Hielo Canadiense (MANICE por sus siglas en inglés de Manual of Ice). Se corrobora el comportamiento de la dinámica de deshielo propia del verano austral en la Bahía de Fildes y el Estrecho de Gerlache.

Palabras claves: Hielo-Marino, Carta-de-hielos, Verano-Austral

Abstract

During the first Colombian Scientific Expedition to Antarctic on board the ship ARC “20 de Julio” and the helicopter “ARC 255” was taken photographic record of sea ice sighted. The sea ice photographed has been identified and classified according to the terminology of ice of the World Meteorological Organization (WMO), Chilean Navy Hydrographic and Oceanographic Service's Chart of Antarctic Ice (SHOA for its acronym in Spanish) and Canadian Ice Service's Manual of Ice (MANICE). Behavior dynamic of thaw in austral summer is appreciated and confirmed on Fildes Bay and Gerlache Strait.

Keywords: Sea ice, Chart of Ice, Austral-summer.

Fecha de recepción: Junio de 2015

Fecha de aceptación: Agosto de 2015

1. INTRODUCCIÓN

Remoto e inhóspito, por su ubicación alrededor del polo sur de la tierra, la Antártida o Antártica fue el último continente en ser descubierto y hasta hace solo un par de siglos empezó su estudio (NSF, 1997).

Varias naciones han reclamado soberanía sobre la Antártida, de manera que se acordó un tratado, donde se establece que esta zona se usará con fines pacíficos, como escenario de investigación científica y de cuidado del medio ambiente global, sin ser motivo de discordia internacional (NSF, 1997).

El primer Tratado Antártico fue firmado en diciembre de 1959 por 12 naciones, pero empezó a regir a partir de junio de 1961. Estas naciones se convirtieron en los países consultivos originales. En Abril de 2010, 17 naciones evidenciaron investigación científica trascendente en la Antártica logrando así vincularse como países consultivos. Adicionalmente, otras 21 naciones, entre ellas Colombia, se han unido al Tratado de manera que pueden asistir a las reuniones de consulta como miembros adherentes no consultivos (Conference on Antarctica, 1959; CCO, 2014).

El interés de Colombia en los asuntos Antárticos nace en la intención de proteger y conservar dicho continente ya que existen varios “factores que retribuyen beneficios considerables al desarrollo marítimo, ambiental y económico” (CCO, 2014) de esta nación. “Dadas las características de conexión oceánica, climática y biológica entre el continente Antártico y Suramérica” (CCO, 2014), para Colombia es importante desarrollar programas de investigación científica en asuntos Antárticos con cooperación internacional.

La gran concentración de hielo del continente Antártico actúa como regulador del clima en el hemisferio sur y Colombia, por ser un país megadiverso, es “altamente vulnerable al cambio climático” (CCO, 2014); razón por la cual ha iniciado un proceso que le permita validar su interés en asuntos antárticos. Al desarrollar ciencia e innovación tecnológica con apoyo sustancial al conocimiento de la Antártida, esta nación logrará reconocimiento tal que le permita pasar de país adherente a consultivo en el Sistema de Tratado Antártico (CCO, 2014).

Actualmente la principal ruta de acceso a la región Antártida es el medio marítimo, siendo frecuente la presencia de buques navegando en aguas con hielo en condiciones “meteorológicas cambiantes y exigentes” (NAVATAR, 2008). Por esta razón y en pro de la seguridad en la navegación, las partes consultivas “han manifestado su preocupación a través de diversas recomendaciones” en las cuales se resalta la importancia de “desarrollar servicios de información meteorológica y especialmente, sobre hielo marino” (NAVATAR, 2008).

Las recomendaciones adoptadas por el Tratado que sugieren optimizar los estudios sobre hielo marino radican en que “el mayor peligro para la navegación está dado por la pequeña pero abundante fragmentación de hielo muy denso y duro”, de muy difícil visualización y que rara vez es detectado por los radares. La XIV Reunión Consultiva del Tratado realizada en 1987 adopta un “servicio de Información Meteorológica Marina y sobre Hielo Marino en el océano Austral” (NAVATAR, 2008).

La Agenda de Investigación Antártica de Colombia, que orienta y articula los esfuerzos del país en pro del conocimiento en asuntos antárticos, estableció para el 2014 “desarrollar la primera expedición científica con nave propia en el continente antártico”, así como contar con una estación científica temporal para el 2025 y una estación permanente para el 2035 (CCO, 2014).

Durante el desarrollo de la Primera Expedición Científica Antártica de Colombia, la cual se efectuó a bordo del ARC “20 de Julio”, se realizaron actividades de navegación y usando el helicóptero ARC 255, se realizaron actividades de aeronavegación, que conjuntamente permitieron tomar registros fotográficos y de esta forma estudiar los hielos sobre el mar contribuyendo con la seguridad marítima de la zona. Posterior a la expedición, los hielos registrados se clasificaron acorde a la Carta de Hielos Antárticos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), a la terminología y nomenclatura del hielo marino avalada por la Organización Meteorológica Mundial OMM y al Manual de procedimientos estándar para la observación y notificación de las condiciones de hielo (MANICE por sus siglas en inglés) del Servicio de Hielo Canadiense (CIS por sus siglas en inglés).

2. MARCO TEÓRICO

El hielo en el mar puede ser de origen marino o terrestre y representa un peligro para la navegación. Dicho hielo puede estar a la deriva o sin movilidad, de manera que para establecer el nivel de riesgo, se hace necesario conocer la terminología del hielo, saberlo caracterizar y distinguir sus diferentes etapas de formación.

Hielo marino

El hielo marino presenta características diferentes al hielo de origen terrestre y su presencia es más riesgosa ya que emerge muy poco sobre la superficie del mar. A diferencia del hielo terrestre, cuya formación es a partir de agua dulce, el hielo marino proviene de la congelación de agua de mar a temperaturas inferiores a -1.88°C si la salinidad oscila entre 32 y 37 partes por mil (podaac, 2015; PUB 200, 2014).

La OMM ha desarrollado e ilustrado ampliamente las formas, etapas y características del hielo marino identificándolo por varios elementos clasificados en 6 grupos acordes a la etapa de desarrollo, la forma, los efectos de presión, el estado de fusión, las aberturas y la concentración (NAVATAR, 2008).

Acorde a la etapa de desarrollo el hielo marino se puede clasificar, considerando su apariencia y espesor, como hielo nuevo: cristales de hielo recién formados de aspecto mate que no representan peligro para la navegación; nilas: costra delgada elástica sobre la superficie hasta 10 cm de espesor que no representa peligro para la navegación; hielo joven: placa de hielo quebradiza de 10 a 30 cm de espesor, de color gris (de 10 a 15cm) o gris-blanco (de 15 a 30cm), con suficiente fuerza para representar riesgo potencial si el buque no está reforzado o es de baja potencia; hielo de primer año: quebradizo, de color blanco, originado durante un invierno y clasificado acorde a su espesor en delgado (menor a 70cm), medio (menor a 120cm) y grueso (menor a 2m); e hielo viejo o plurianual: duro y resistente, de coloración azulada pero enmascarado por la nieve, que ha sobrevivido a por lo menos un verano por lo que presenta patrones de erosión y con espesores superio-

res a 2m.

Acorde a la forma el hielo marino se puede clasificar, por su mayor medida de extensión lineal, en escombros con longitudes menores a 2m, hielo panqueque con longitudes de 30cm a 3m, torta de hielo con longitudes de 3 a 20m, bandejón pequeño con longitudes de 20 a 100m, bandejón mediano con longitudes de 100 a 500m, bandejón grande con longitudes de 500m a 2km, bandejón vasto con longitudes de 2 a 10km, y bandejón gigante con longitudes mayores a 10 km (PUB 200, 2014).

Los efectos de presión son los deslizamientos, líneas, paredes, protuberancias o pequeñas lomas formadas en el hielo marino cuando por la presión es forzado hacia arriba y hacia abajo sobre la superficie del mar. Estos efectos se pueden denominar sobreescurreamiento: cuando una capa de hielo se desliza sobre otra, efecto que se observa en cualquier etapa de desarrollo menos en hielo nuevo; cordón de hielo nuevo: con picos agudos (40° de pendiente), igual masa sumergida que emergida, fragmentos individuales de poca altura (alrededor de 2m) visibles desde el aire, con intersticios de aire que les resta dureza y resistencia, cuyo efecto se observa en hielo joven y de primer año; cordón afectado por temperie: con picos más suaves y redondeados (30 a 40° de pendiente), fragmentos consolidados y solidificados entre sí, menor parte emergida a causa de la erosión, cuyo efecto se observa en hielo de primer y segundo año; cordón de hielo muy afectado por temperie: con picos muy redondeados (20 a 30° de pendiente), muy peligroso para la navegación ya que a causa de la erosión y cubrimiento de nieve es muy difícil de visualizar, de gran dureza por la solidificación y consolidación de sus trozos, efecto observado en hielo

viejo al sur del mar de Weddell y en el golfo de Erebus y Terror; cordón de hielo viejo: con tope alineado y nivelado con la superficie del mar que lo hace muy difícil de avistar y por ende muy peligroso para la navegación, presenta máxima consolidación, dureza y resistencia, cuyo efecto es observable en hielo viejo de varios años al sur del mar de Weddell y en el golfo de Erebus y Terror (NAVATAR, 2008); y montículo: con una pequeña loma forzada hacia arriba cuya dureza y resistencia dependen de la etapa de desarrollo del hielo donde se formó, efecto observable en hielo de primer año e hielo viejo.

Acorde al estado de fusión la superficie del hielo puede presentar agua en estado líquido por fusión de la nieve o del mismo hielo. Si la fusión ocurre sobre hielos duros y resistentes usualmente corresponde a hielo viejo, de color azulado y en donde la superficie de agua líquida no predomina en comparación con la superficie del hielo; estos hielos presentan patrones de drenaje que unen las superficies líquidas en los ciclos de congelación-fusión por lo que presenta ondulaciones en su superficie. Por otro lado, si la fusión ocurre sobre hielo de menor resistencia usualmente se refiere a “hielo podrido” donde la superficie de agua líquida predomina en comparación con la superficie del hielo; adicionalmente si se presenta un proceso de desintegración donde la superficie líquida perfora el hielo y logra estar en contacto con agua de mar, puede observarse dicha superficie de un color azul oscuro o negruzco, lo que indica disolución del hielo marino.

Acorde a las aberturas, que son superficies de agua de mar que pueden estar cubiertas o no por hielo nuevo o joven y que se presentan gracias a la expansión del 12% que sufre el agua cuando inicia el proceso de con-

gelación para su posterior contracción del 9% al final del proceso de congelación, se puede hablar de aberturas navegables y no navegables (PUB 200, 2014). Las aberturas navegables son clasificadas como: canal (fracturas a través del hielo marino navegables por embarcaciones de superficie), canal costero (entre el hielo a la deriva y la costa o entre el hielo a la deriva y el frente de hielo), canal grietado (entre hielo a la deriva y hielo fijo navegables por embarcaciones de superficie) y polinas (encerradas por hielo y pudiendo contener escombros, hielo nuevo, nilas o hielo joven). Las aberturas no navegables son de tres tipos: fractura (rupturas a través del hielo muy cerrado y consolidado, que pueden contener escombros, nilas o hielo joven, con una extensión de pocos metros a varios kilómetros), rajadura (fracturas de hielo fijo y consolidado de unos pocos centímetros a 1m) y grieta (zona de separación entre el hielo a la deriva y el hielo fijo como producto de cizalladura a lo largo de la frontera del hielo fijo).

Acorde a la concentración, donde se relaciona en décimos (u octavos en algunos países) la superficie de mar cubierta por hielo respecto al área total de observación (en un radio menor a 1km para evitar correcciones por paralaje), la concentración total considera todos los estados de desarrollo presentes y la concentración parcial referencia la cantidad de un estado determinado o una forma particular de hielo comparando solo una parte del hielo total.

Hielo terrestre

El hielo de origen terrestre o témpano en el mar, es consecuencia del congelamiento de la nieve que cae sobre la superficie del continente y su posterior desprendimiento (NAVATAR, 2008).

Por ser de nieve congelada, los témpanos se diferencian del hielo marino en sus propiedades, densidad y partes emergentes. Debido a su formación presentan burbujas de aire en su interior que pueden constituir del 2 al 10% de su masa, por lo que no alcanzan a tener la densidad del hielo puro (NAVATAR, 2008).

Cuando el témpano está a flote, se estima que 87% de su masa está sumergida, pero esta proporción puede variar dependiendo de la razón entre la densidad del hielo y la del agua. La densidad de estos témpanos suele ser de $0.92 \frac{g}{cm^3}$ o incluso menor, mientras que la del agua, dadas las condiciones de temperatura y salinidad, es de aproximadamente $1.03 \frac{g}{cm^3}$ (PUB 200, 2014).

Los témpanos se pueden clasificar considerando su origen, su tamaño o su forma. Dependiendo el tipo pueden calar en el agua hasta 5 veces su altura sobre la superficie, que se suele confundir erróneamente con la cantidad de masa sumergida.

Acorde a su origen los témpanos se clasifican en témpanos tabulares: que son los más comunes y grandes desprendimientos de las barreras de hielo (formadas sobre el mar y unidas a la costa) propios de la región Antártica, su forma es aplanada y de color blanco (PUB 200, 2014); y en témpanos de glaciar: proveniente de un cuerpo de hielo compacto de muy lenta formación que por su propio peso genera tensiones y grietas que causan su deslizamiento hacia el mar, suelen ser irregulares, más pequeños que los tabulares, con elevaciones escarpadas, de color blanco con visos azulados o verdosos (NAVATAR, 2008).

Acorde a su tamaño se pueden clasificar en témpano: si la parte emergente mide más de 5m sobre el nivel

del mar; *tempanito*: si la parte emergente mide entre 1 y 5m, por ser más pequeños que los témpanos con superficies entre 100 y 300m², suelen ser fragmentos de témpanos o témpanos en últimas etapas de fusión, representando mayor peligro para las embarcaciones por ser más difíciles de avistar; y *gruñones*: que emergen menos de 1m sobre el nivel del mar, con una superficie hasta de 20 m² y generalmente transparentes, por lo que son los más riesgosos para la navegación (NAVATAR, 2008).

Acorde a su forma pueden presentar rasgo tabular: si su apariencia es horizontal con anchos hasta 5 veces su alto; de *domo*: si su apariencia es suave y redondeada; *pinacular*: si su apariencia es piramidal o de espiral, de *caña*: si su parte plana está inclinada; de *bloque*: si su apariencia es aplanada con bordes empinados; *erosionado* o *afectado por temperie*: si su apariencia es degradada por el viento y el oleaje, con líneas de flotación primitivas que a causa de la erosión sufrida evidencian que el témpano ha venido emergiendo sobre la superficie, presentan signos de fracturas, desprendimientos, cavernas, espolones, inclinación o de *vuelta de campana*, incluso pueden ser tan erosionados que se puede llegar a navegar dentro de uno de ellos como ocurre con los témpanos gemelos o en forma de U: cuya estructura de dos o más columnas o pináculos emergentes se mantiene unida muy cerca o por debajo de la superficie del agua representando un gran riesgo para la navegación en condiciones de baja visibilidad (CIS, 2008).

En condiciones de niebla la presencia de gruñones agrupados puede ser una buena indicación de un témpano a barlovento (PUB 200, 2014). En las regiones polares los navegantes pueden usar la nubosidad como

indicador de proximidad de hielo: el resplandor de hielo se visualiza como una iluminación blanquecina en las nubes que se encuentra sobre una acumulación de hielo y el humo de mar ocurre cuando el aire frío entra en contacto con el agua cálida del mar, apareciendo semejante a la neblina sobre aberturas y en hielos en primeras etapas de formación (NAVATAR, 2008).

En condiciones de buen tiempo los hielos en el mar pueden ser de ayuda para la navegación ya que pueden servir de puntos de referencia, indicar bajos, así como la presencia de gruñones que se encuentran distribuidos en una línea curva con témpanos en el lado cóncavo de la misma.

Finalmente los témpanos pueden inclinarse para alinear su centro de masa y quedar a flote en equilibrio, por lo tanto si se identifica su tamaño y se evidencian grados de desintegración o de inclinación puede establecerse el nivel de riesgo para las embarcaciones que transiten cerca; además, debe considerarse que algunos hielos en el mar pueden poseer formas irregulares como espuelas por debajo del agua que llegan a extenderse distancias considerables desde las partes visibles, presentando altos riesgos para la navegación y el lanzamiento de equipos.

3. METODOLOGÍA

En el desarrollo de la Primera Expedición Científica de Colombia a la Antártida, la cual se realizó a bordo del ARC “20 de Julio” y tuvo permanencia durante el verano austral, se tomaron fotografías, tanto aéreas (usando el helicóptero ARC 255) como a bordo del buque, de los hielos avistados sobre el mar, específicamente desde el 14 de Enero al 08 de Febrero de 2015.

Dichas fotografías fueron tomadas en el área de Bahía Fildes y el Estrecho de Gerlache. Desde el buque durante el servicio de guardia se usó una cámara SAMSUNG de 645 x 400 Mpixel. Aéreamente desde el helicóptero durante el vuelo programado para cumplir actividades de investigación se usó una cámara NOKIA 500 x 334 Mpixel.

Una vez capturadas las imágenes se procedió a comparar visualmente con los hielos registrados en la Carta de Hielos Antárticos del SHOA (SHOA, 2003), con el fin de identificar elementos que permitieran según su forma y distribución, clasificar los hielos avistados. Adicionalmente se complementó la clasificación usando terminología del hielo marino avalada por OMM ya que dicha terminología se modifica con los años y la región de observación (OMM, 1970-2004), y al MANICE del CIS que se actualiza diariamente y cuyo fin es la seguridad en la navegación marítima en aguas con presencia de hielos (CIS, 2015).

Finalmente se revisó el estado del arte de investigaciones que han realizado avistamiento de hielos en el verano austral para comparar si los hielos fotografados son acordes a la época y área de registro.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el verano Austral existe luz solar cerca de 20 horas al día, condición que facilitó el registro fotográfico; sin embargo, se tuvieron limitaciones por baja visibilidad producida por neblina y navegación en aguas restringidas.

Al comparar con la Carta de Hielos Antárticos del

SHOA (SHOA, 2003), de las 28 clases de hielos registradas allí, en la Primera expedición Antártica de Colombia se registraron 12 tipos de hielos sobre el mar, siendo los escombros de hielo consolidado la forma más abundante en la zona.

Gracias a la aeronavegación se complementaron los registros con más detalle de las formas. En la figura 1.1 se observa una región de fusión que desde el buque era inapreciable; así mismo en la figura 10.1 se evidencia un espolón que desde la vista de perfil obtenida a bordo del buque se notaría hasta alcanzar una riesgosa proximidad.

No es suficiente usar la terminología de hielo avalada por la OMM de un solo año, ya que los nombres de las clasificaciones varían acorde a la región y se van cambiando con el paso de los años. Por ejemplo el hielo gemelo sólo se le conoce así en Argentina y la traducción al español de "forma de U" no es literal acorde a la OMM.

En el MANICE se puede apreciar la técnica para describir, en mapas de huevo, formaciones de hielo acorde a su concentración y clasificación; sin embargo, los registros suministrados no son suficientes para realizar este tipo de estudios que se sugieren para próximas expediciones antárticas de Colombia.

Las clasificaciones actuales no hacen diferencia acerca del origen de hielos avistados sobre el mar. Así los hielos flotantes a la deriva (figura 4.3), los bandejonnes (figura 12), los gruñones (figuras 6.1 y 6.2) o los milenarios (figura 7) pueden ser de origen marino o de témpanos de hielo (origen terrestre) en procesos adelantados de deshielo y derretimiento. Para establecer el

origen se requiere tomar muestras de hielo para calcular niveles de salinidad.

No se cuentan con muchos registros de clasificación fotográficos; sin embargo, acorde al Servicio de Hielos Canadiense (CIS, 2008) ilustran estadísticas de tipos de hielos avistados en la década de 1920 a 1930, que es coherente con los registros observados en la primera expedición Científica Antártica de Colombia, donde se aprecian (a excepción de las figuras 2 y 11) formaciones de hielo típicas del deshielo austral.

A continuación se ilustran las 12 clasificaciones de hielo fotografiadas desde distintos ángulos, aéreas y desde el buque para facilitar la identificación:

Figura 1. Tempanito

Trozo de hielo glaciar flotante, con altura entre 1 y 5m sobre el nivel del mar y una superficie de entre 100 a 500 m².



1.1 Tabular con fusión superficial

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida
Colombia



1.2 Pináculo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida
Colombia



1.3 Erosionado

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida
Colombia



1.4 Tabular

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida
Colombia



1.5 Cuña

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida
Colombia

Figura 2. Barrera de hielo

Parte vertical de una meseta o glaciar en dirección hacia el mar que no están flotando, pero prontas a desprenderse.



2.1 Glaciar

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.4 Hielo viejo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.2 Desprendimiento glaciar

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.5 Desprendimiento tabular

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.3 Glaciar con base rocosa

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.6 Borde de hielo con base rocosa

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.7 Pared de hielo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



3.2 Erosionado

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



2.8 Sobreescurrencimiento

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



3.3 Pináculo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 3. Efecto De Temperie

Procesos de ablación y acumulación, los cuales gradualmente eliminan las irregularidades en una superficie de hielo.



3.1 Montículo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



3.4 Domo

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



3.5 Caverna - Foto utilizada para la portada de DERROTERO Revista de la Ciencia y La Investigación/Science and Research Journal

Figura 4. Escombros de Hielo

Acumulación de hielo flotante formada por trozos cuya dimensión no supera los 2m de diámetro, provenientes de la desintegración de otras formas de hielo.



4.1 Gruñon

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



4.2 Flotante Consolidado

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



4.3 Flotante a la deriva

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



5.2 Tabular

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



4.4 Flotante consolidado

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



5.3 Gemelo

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 5. Témpano

Trozo de hielo flotante, con altura entre mayor a 5m sobre el nivel del mar.



5.1 Cuña

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



5.4 Bloque

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



5.5 Tabular inclinado

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 6. Gruñón

Hielo más pequeño que un tempanito, a menudo transparente y de aspecto verdoso o casi negro; emerge menos de 1m sobre el nivel del mar. Usualmente pluri-anual.



6.1 Gruñón

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



6.2 Gruñón

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 7. Hielo Milenario

Hielo viejo no mayor de 20 m² con aspecto transparente o verde oscuro, presentan gran riesgo para la navegación debido a que son difíciles de visualizar.



Milenario

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 8. Borde de hielo

Desprendimiento de lo que era parte de un borde de hielo con gruñones alrededor.



Desprendimiento borde de hielo

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 9. Frente de hielo

Acantilado vertical de una meseta o glaciar flotante con una altura mayor a 2m.



Frente de hielo

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 10. Espolón

Es la proyección sumergida de un hielo de gran tamaño que ha presentado mayor derretimiento en la parte emergida.



10.1 Espolón

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



10.2 Espolón (vista de perfil)

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 11. Hielo nuevo

Hielo en primera etapa de formación donde aparecen los primeros cristales formando una capa de unos cuantos centímetros de espesor color mate.



11.1 Graso

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



11.2 Graso

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia



11.3 Shuga

Fuente: Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

Figura 12. Bandejón
Acumulación de hielos flotantes que no están en contacto con formas de aplanadas.



Bandejones pequeños

Fuente. Expedicionarios, Primera Expedición Antártida Colombia

5. CONCLUSIONES

Se observan 12 de las 28 formaciones registradas en la Carta de Hielos Antárticos del SHOA, todas acordes al evento de deshielo en el verano austral. Las formaciones de hielo más frecuentemente avistadas fueron los fragmentos de hielo consolidado.

Se verifican los reportes brindados por la OMM en cuanto al difícil avistamiento de formaciones, como gruñones y milenarios que por su gran estado de erosión son difícilmente detectados sobre la superficie del mar; así como los espolones que sin ayuda de aeronavegación no son fáciles de detectar desde el buque.

Debido a las condiciones de navegación en aguas prohibidas no es fácil obtener registros más detallados de las distintas formaciones de hielo, por lo que se sugiere contar con embarcaciones más pequeñas.

REFERENCIAS

- CCO Comisión Colombiana del Océano. (2014). Agenda Científica Antártica de Colombia 2014-2035. Bogotá D.C. Comité técnico nacional de asuntos antárticos.
- Conference on Antártica. (1959, December). The Antarctic Treaty. Washington, D.C. Recuperado de <https://ec.gc.ca/glacesice/default.asp?lang=En&n=EBDC5182-2>
- NAVATAR. XIX Curso de Navegación Antártica. (2008). Servicio de Hidrografía Naval. Buenos Aires Argentina
- NSF National Science Foundation. (1997). Report of the U.S. Antarctic Program External Panel: "Antarctica - Past and Present". Washington, D.C. Retrieved 2007-2011-2014. Recuperado de <http://www.nsf.gov/pubs/1997/antpanel/front.html>
- OMM Organización Meteorológica Mundial. (1970-2004). Programa para la Oceanografía y Meteorología Marina. WMO/OMM/BMO — No.259. Recuperado de https://www.wmo.int/pages/about/index_es.html
- Podaac Physical Oceanography Distributed Active Archive Center. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology, 2015. Recuperado de <http://podaac.jpl.nasa.gov/SeaSurfaceSalinity>
- PUB 200 Sailing Directions (Planning Guide & Enroute) Antarctica. National Geospatial-Intelligence Agency, 2014. Tenth edition. Springfield, Virginia U.S.A.
- SHOA Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de Chile. (2003). Carta de Hielos Antárticos