



Servicio de Hidrografía Naval



NAVEGACION ANTARTICA (NAVANTAR)

Buenos Aires
Argentina

© SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL
Todos los derechos reservados
Prohibida la reproducción parcial o total por cualquier
medio gráfico, numérico, óptico o digital

INDICE

Capítulos

PROTOCOLO AL TRATADO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

Capítulo 1 ASPECTOS NORMATIVOS DE LA NAVEGACION EN EL AREA DEL TRATADO ANTARTICO ANEXO 1 – CHECKLIST ANEXO 2	A. Ernesto MOLINARI
Capítulo 2 CONVENIO DE MARPOL	Luis VILA
Capítulo 3 GEOLOGIA ANTARTICA.....	Rodolfo DEL VALLE Sergio MARENSSI
Capítulo 4 OCEANOGRAFIA ANTARTICA.....	Alejandro BIANCHI
Capítulo 5 HIELO TERRESTRE	Pedro SKVARCA
Capítulo 6 FAUNA ANTARTICA Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS VIVOS MARINOS	Enrique MASRSCHOFF
Capítulo 7 METEOROLOGIA ANTARTICA.....	Ernesto FACCINI
Capítulo 8 HIELO MARINO	Ernesto FACCINI

Capítulo 9 IDENTIFICACION, NOCIONES DE COMPORTAMIENTO Y TERMINOLOGIA DE HIELO MARINO Y TERRESTRE FLOTANTE.....	Beatriz LORENZO Manuel PICASSO
Capítulo 10 SUPERVIVENCIA EN LA ANTARTIDA.....	Néstor FACCIO
Capítulo 11 ABANDONO EN AGUAS FRIAS	Ignacio ARANGIO
Capítulo 12 PRIMEROS AUXILIOS EN LA ANTARTIDA	José HERNANDEZ
Capítulo 13 PROTECCION Y CONSERVACION AMBIENTAL EN LA ANTARTIDA	José ACERO
Capítulo 14 REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA NAVEGACION EN HIELO Y DE BUQUES ROMPEHIELOS PARA NAVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO.....	G. BELLINO
Capítulo 15 NAVEGACION Y SEGURIDAD NAUTICA.....	Ricardo HERMELO
Capítulo 16 OPERACIÓN DE HELICOPTEROS DESDE BUQUES EN LA ANTARTIDA.....	Miguel FAJRE

Apéndices

Apéndice 1
PREPARACION, PLANIFICACION Y CONDUCCION SUPERIOR DE LA CAMPAÑA
ANTARTICA Carlos CARBONE

Apéndice 2
REQUERIMIENTOS PARA HABILITACION DE UN OFICIAL DE MANIOBRA EN HIELO
..... Ernesto REALI

Apéndice 3
EXTRACCION DE HIDROCARBUROS Ignacio ARANGIO

Apéndice 4
INMERSION EN AGUAS FRIAS Ignacio ARANGIO
..... Emilio GUTIERREZ

Apéndice 5
ABANDONO EN AGUAS FRIAS Julio DOPAZO

Apéndice 6
ASPECTOS A SER CONSIDERADOS EN EL PLANEAMIENTO DE OPERACIONES
LOGISTICAS EN EL MAR DE WEDDELL Y BELLINGSHAUNSEN Vicente FEDERICI
Ricardo POY
Norberto CATTANEO

Apéndice 7
EL HIELO COMO OBJETO DE REGULACION JURIDICA INTERNACIONAL
..... Ernesto MOLINARI

Apéndice 8
NAVEGACION SATELITAL Valentín SANZ RODRIGUEZ

Apéndice 9
EMPLEO DE LA CARTOGRAFIA EN LA ANTARTIDA Valentín SANZ RODRIGUEZ

Apéndice 10
EMPLEO DE EMBARCACIONES MENORES EN LA ANTARTIDA Valentín SANZ RODRIGUEZ

Apéndice 11
DISIMILITUDES (Español / Inglés) Servicio de Hidrografía Naval

BIBLIOGRAFIA NAUTICA RECOMENDADA

PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

PREAMBULO

Los Estados Parte de este Protocolo al Tratado Antártico, en adelante denominados las Partes,

Convencidos de la necesidad de incrementar la protección del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados;

Convencidos de la necesidad de reforzar el sistema del Tratado Antártico para garantizar que la Antártida siga utilizándose siempre exclusivamente para fines pacíficos y no se convierta en escenario u objeto de discordia internacional;

Teniendo en cuenta la especial situación jurídica y política de la Antártida y la especial responsabilidad de las Partes Consultivas del Tratado Antártico de garantizar que todas las actividades que se desarrollen en la Antártida sean compatibles con los propósitos y principios del Tratado Antártico;

Recordando la designación de la Antártida como Area de Conservación Especial y otras medidas adoptadas con arreglo al sistema del tratado Antártico para proteger el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados;

Reconociendo además las oportunidades que ofrece la Antártida para la observación científica y la investigación de procesos de importancia global y regional;

Reafirmando los principios de conservación de la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos;

Convencidos de que el desarrollo de un sistema global de protección del medio ambiente de la Antártida y de los ecosistemas dependientes y asociados interesa a la humanidad en su conjunto;

Deseando completar con este fin el Tratado

Antártico;

Acuerdan lo siguiente:

Artículo 1

DEFINICIONES

Para los fines de este Protocolo:

- (a) “El Tratado Antártico significa el Tratado Antártico hecho en Washington el 1 de diciembre de 1959;
- (b) “Area del Tratado Antártico” significa el área a que se aplican las disposiciones del Tratado Antártico de acuerdo con el Artículo VI de ese Tratado;
- (c) “Reuniones Consultivas del Tratado Antártico” significa las reuniones a las que se refiere el Artículo IX del Tratado Antártico;
- (d) “Partes Consultivas del Tratado Antártico” significa las Partes Contratantes del Tratado Antártico con derecho a designar representantes para participar en las reuniones a las cuales se refiere el Artículo IX de ese Tratado;
- (e) “Sistema del Tratado Antártico” significa el Tratado Antártico, las medidas en vigor según ese Tratado, sus instrumentos internacionales asociados separados en vigor y las medidas en vigor según esos instrumentos;
- (f) “Tribunal Arbitral” significa el Tribunal Arbitral establecido de acuerdo con el Apéndice a este Protocolo, que forma parte integrante del mismo;
- (g) “Comité” significa el Comité para la Protección del Medio Ambiente establecido de acuerdo con el Artículo 11.

Artículo 2

OBJETIVO Y DESIGNACION

Las Partes se comprometen a la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados y, mediante el presente Protocolo, designan a la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia.

Artículo 3

PRINCIPIOS MEDIOAMBIENTALES

1. La protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como del valor intrínseco de la Antártida, incluyendo sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de investigaciones científicas, en especial las esenciales para la comprensión del medio ambiente global, deberán ser consideraciones fundamentales para la planificación y realización de todas las actividades que se desarrollen en el área del Tratado Antártico.

2. Con ese fin:

- (a) las actividades en el área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas de tal manera que se limite el impacto perjudicial sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados,
- (b) las actividades en el área del Tratado Antártico serán planificadas y realizadas de tal manera que se eviten:
 - (i) efectos perjudiciales sobre las características climáticas y meteorológicas;
 - (ii) efectos perjudiciales significativos en la calidad del agua y del aire;
 - (iii) cambios significativos en el medio ambiente atmosférico, terrestre (incluyendo el acuático), glacial y marino;
 - (iv) cambios perjudiciales en la distribución, cantidad o capacidad de reproducción

de las especies o poblaciones de especies de la fauna y la flora;

(v) peligros adicionales para las especies o poblaciones de tales especies en peligro de extinción o amenazadas;

(vi) la degradación o el resto sustancial de degradación de áreas de importancia biológica, científica, histórica, estética o de vida silvestre;

(c) las actividades en el área del tratado Antártico deberán ser planificadas y realizadas sobre la base de una información suficiente, que permita evaluaciones previas y un juicio razonado sobre su posible impacto en el medio ambiente antártico y en sus ecosistemas dependientes y asociados, así como sobre el valor de la Antártida para la realización de investigaciones científicas; tales juicios deberán tomar plenamente en cuenta:

(i) el alcance de la actividad, incluida su área, duración e intensidad;

(ii) el impacto acumulativo de la actividad, tanto por sí misma como en combinación con otras actividades en el área del Tratado Antártico;

(iii) si la actividad afectará perjudicialmente a cualquier otra actividad en el área del Tratado Antártico;

(iv) si se dispone de medios tecnológicos y procedimientos adecuados para realizar operaciones que no perjudiquen el medio ambiente;

(v) si existe la capacidad de observar los parámetros medioambientales y los elementos del ecosistema que sean claves, de tal manera que sea posible identificar y prevenir con suficiente antelación cualquier efecto perjudicial de la actividad, y la de disponer modificaciones de los procedimientos operativos que sean necesarios a la luz de los resultados de la observación o el

mayor conocimiento sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados; y

(vi) si existe capacidad de responder con prontitud y eficacia a los accidentes, especialmente aquellos que pudieran causar efectos sobre el medio ambiente;

(d) se llevará a cabo una observación regular y eficaz que permita la evaluación del impacto de las actividades en curso, incluyendo la verificación de los impactos previstos.

(e) se llevará a cabo una observación regular y efectiva para facilitar una detección precoz de los posibles efectos imprevistos de las actividades sobre el medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, ya se realicen dentro o fuera del área del Tratado Antártico.

3. Las actividades deberán ser planificadas y realizadas en el área del Tratado Antártico de tal manera que se otorgue prioridad a la investigación científica y se preserve el valor de la Antártida como una zona para la realización de tales investigaciones esenciales para la comprensión del medio ambiente global.

4. Tanto las actividades emprendidas en el área del Tratado Antártico de conformidad con los programas de investigación científica, con el turismo y con todas las otras actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico para las cuales se requiere notificación previa de acuerdo con el Artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico, deberán:

(a) llevarse a cabo de forma coherente con los principios de este artículo; y

(b) modificarse, suspenderse o cancelarse si provocan o amenazan con provocar repercusiones en el medio ambiente antártico o en sus ecosistemas dependientes o asociados que sean incompatibles con estos principios.

Artículo 4

RELACIONES CON LOS OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA DEL TRATADO ANTARTICO

1. Este Protocolo complementará el tratado Antártico y no lo modificará ni enmendará.

2. Nada en el presente Protocolo afectará a los derechos y obligaciones de las Partes en este Protocolo, derivados de los otros instrumentos internacionales en vigor dentro del sistema del Tratado Antártico.

Artículo 5

COMPATIBILIDAD CON LOS OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA DEL TRATADO ANTARTICO

Las Partes consultarán y cooperarán con las Partes Contratantes de otros instrumentos internacionales en vigor dentro del Sistema del Tratado Antártico y sus respectivas instituciones, con el fin de asegurar la realización de los objetivos y principios de aquellos instrumentos o cualquier incoherencia entre la aplicación de esos instrumentos y del presente Protocolo.

Artículo 6

1. Las Partes cooperarán en la planificación y realización de las actividades en el área del tratado Antártico. Con ese fin, cada parte se esforzará en:

(a) promover programas de cooperación de valor científico, técnico y educativo, relativos a la protección del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados;

(b) proporcionar una adecuada asistencia a las demás Partes en la preparación de las evaluaciones del impacto medioambiental;

(c) proporcionar a otras Partes cuando lo requieran información relativa a cualquier riesgo potencial para el medio ambiente y asistencia para minimizar los efectos de ac-

cidentes que puedan perjudicar al medio ambiente antártico o a los ecosistemas dependientes y asociados;

- (d) celebrar consultas con las demás Partes respecto de la selección de los emplazamientos de posibles estaciones y otras instalaciones, a fin de evitar el impacto acumulativo ocasionado por su excesiva concentración en una localización determinada;
- (e) cuando sea apropiado, emprender expediciones conjuntas y compartir el uso de estaciones y demás instalaciones; y
- (f) llevar a cabo aquellas medidas que puedan ser acordadas durante las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico.

2. Cada Parte se compromete, en la medida de lo posible, a compartir información de utilidad para otras Partes en la planificación y la realización de sus actividades en el área del Tratado Antártico con el fin de proteger el medio ambiente de la Antártida y los ecosistemas dependientes y asociados.

3. Las Partes cooperarán con aquellas otras Partes que puedan ejercer jurisdicción en zonas adyacentes al área del Tratado Antártico, con vistas a asegurar que las actividades en el área del Tratado Antártico no tengan impactos perjudiciales para el medio ambiente en tales zonas.

Artículo 7

PROHIBICION DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LOS RECURSOS MINERALES

Cualquier actividad relacionada con los recursos minerales, salvo la investigación científica, estará prohibida.

Artículo 8

EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

1. Las actividades propuestas, citadas en el pá-

rrafo (2) de este artículo, estarán sujetas a los procedimientos establecidos en el Anexo I sobre la evaluación previa del impacto de dichas actividades sobre el medio ambiente antártico o en los ecosistemas dependientes o asociados, según se considere que dichas actividades tengan:

- (a) menos que un impacto mínimo o transitorio;
- (b) un impacto mínimo o transitorio; o
- (c) más que un impacto mínimo o transitorio.

2. Cada Parte asegurará que los procedimientos de evaluación establecidos en el Anexo I se apliquen a los procesos de planificación que conduzcan a tomar decisiones sobre cualquier actividad emprendida en el área del Tratado Antártico, de conformidad con los programas de investigación científica, con el turismo y con todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico, para las cuales se requiere notificación previa, de acuerdo con el Artículo VII (5) del Tratado Antártico incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico.

3. Los procedimientos de evaluación previstos en el Anexo I se aplicarán a todos los cambios de actividad, bien porque el cambio se deba a un aumento o a una disminución de la intensidad de una actividad ya existente, bien a otra actividad añadida, al cierre de una instalación, o a otras causas.

4. Cuando las actividades sean planificadas conjuntamente por más de una Parte, las Partes involucradas nombrarán a una de ellas para coordinar la aplicación de los procedimientos de evaluación del impacto sobre el medio ambiente que figura en el Anexo I.

Artículo 9

ANEXOS

1. Los Anexos de este Protocolo constituirán parte integrante del mismo.

2. Otros Anexos, adicionales a los Anexos I-IV, podrán ser adoptados y entrar en vigor de conformidad con el Artículo IX del Tratado Antártico.

3. Las enmiendas y modificaciones a los Anexos podrán ser adoptadas y entrar en vigor de acuerdo con el Artículo IX del Tratado Antártico, a menos que los Anexos contengan disposiciones para que las enmiendas y las modificaciones entren en vigor en forma acelerada.

4. Los Anexos y las enmiendas y modificaciones de los mismos que hayan entrado en vigor de acuerdo con los párrafos 2 y 3 anteriores entrarán en vigor para la Parte Contratante del Tratado Antártico, o que no fuera Parte Consultiva del Tratado Antártico en el momento de su adopción, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de esa Parte Contratante, a menos que el propio Anexo establezca lo contrario con relación a la entrada en vigor de cualquier enmienda o modificación del mismo.

5. Los Anexos, excepto en la medida en que un Anexo especifique lo contrario, estarán sujetos a procedimientos para la solución de controversias establecidas en los Artículos 18 a 20.

Artículo 10

REUNIONES CONSULTIVAS DEL TRATADO ANTARTICO

1. Las reuniones Consultivas del Tratado Antártico, basadas en el mejor asesoramiento científico y técnico disponible,

(a) definirán, de acuerdo con las disposiciones de este Protocolo, la política general para la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados.

(b) adoptarán medidas para la ejecución de este Protocolo de conformidad con el Artículo IX del Tratado Antártico.

2. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico examinarán el trabajo del Comité y tomarán plenamente en cuenta su asesoramiento y sus re-

comendaciones para realizar las tareas a que se refiere el párrafo 1 de este artículo, así como el asesoramiento del Comité Científico para las Investigaciones Antárticas.

Artículo 11

COMITE PARA LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

1. Por el presente Protocolo se establece el Comité para la Protección del Medio Ambiente.

2. Cada Parte tendrá derecho a participar como miembro del Comité y a nombrar un representante que podrá estar acompañado por expertos y asesores.

3. El estatuto de observador en este Comité será accesible a cualquier Parte Contratante del Tratado Antártico que no sea Parte de este Protocolo.

4. El Comité invitará al Presidente del Comité Científico para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos Antárticos a participar como observadores en sus sesiones. El Comité también podrá invitar, con la aprobación de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico, a participar como observadores en sus sesiones a otras organizaciones científicas, medioambientales y técnicas pertinentes que puedan contribuir a sus trabajos.

5. El Comité presentará un informe de cada una de sus sesiones en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico. El informe abarcará todas aquellas materias consideradas durante la sesión y reflejará las opiniones expresadas. El informe será enviado a las Partes y a los observadores presentes en la sesión, y quedará posteriormente a disposición del público.

6. El Comité adoptará sus reglas de procedimiento, las cuales estarán sujetas a la aprobación de una reunión Consultiva del Tratado Antártico.

Artículo 12

FUNCIONES DEL COMITE

1. Las funciones del Comité consistirán en proporcionar asesoramiento y formular recomenda-

ciones a las Partes en relación con la aplicación de este Protocolo, incluyendo el funcionamiento de sus Anexos, para que sean consideradas en las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico, y en realizar las demás funciones que le puedan ser asignadas por las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico. En especial, proporcionará asesoramiento sobre:

- (a) la eficacia de las medidas adoptadas de conformidad con este Protocolo;
- (b) la necesidad de actualizar, reforzar o perfeccionar de cualquier otro modo estas medidas;
- (c) la necesidad de adoptar medidas adicionales, incluyendo la necesidad de establecer otros Anexos cuando resulte adecuado;
- (d) la aplicación y ejecución de los procedimientos de evaluación del impacto sobre el medio ambiente establecidos en el Artículo 8 y en el Anexo I;
- (e) los medios para minimizar o mitigar el impacto medioambiental de las actividades en el área del Tratado Antártico;
- (f) los procedimientos aplicables a situaciones que requieren una respuesta urgente, incluyendo las acciones de respuesta en emergencias medioambientales;
- (g) la gestión y ulterior desarrollo del Sistema de Areas Antárticas Protegidas;
- (h) los procedimientos de inspección, incluyendo los modelos para los informes de las inspecciones y las listas de control para la realización de las inspecciones;
- (i) el acopio, archivo, intercambio y evaluación de la información relacionada con la protección medioambiental;
- (j) el estado del medio ambiente antártico; y
- (k) la necesidad de realizar investigaciones científicas, incluyendo la observación medioambiental, relacionadas con la aplica-

ción de este Protocolo.

- 2. En el cumplimiento de sus funciones, el Comité consultará, cuando resulte apropiado, al Comité Científico para las Investigaciones Antárticas y al Comité Científico para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos y a otras organizaciones científicas, medioambientales y técnicas pertinentes.

Artículo 13

CUMPLIMIENTO DE ESTE PROTOCOLO

- 1. Cada Parte tomará medidas adecuadas en el ámbito de su competencia para asegurar el cumplimiento de este Protocolo, incluyendo la adopción de leyes y reglamentos, actos administrativos y medidas coercitivas.
- 2. Cada Parte llevará a cabo los esfuerzos necesarios, compatibles con la Carta de las Naciones Unidas, para que nadie emprenda ninguna actividad contraria a este Protocolo.
- 3. Cada Parte notificará a las demás Partes las medidas que adopte de conformidad con los párrafos 1 y 2 citados anteriormente.
- 4. Cada Parte llamará la atención de todas las demás Partes sobre cualquier actividad que, en su opinión afecte a la aplicación de los objetivos y principios de este Protocolo.
- 5. Las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico llamarán la atención de cualquier estado que no sea Parte de este Protocolo sobre cualquier actividad emprendida por aquel Estado, sus agencias, organismos, personas naturales o jurídicas, buques, aeronaves y otros medios de transporte que afecten a la aplicación de los objetivos y principios de este Protocolo.

Artículo 14

INSPECCION

- 1. Con el fin de promover la protección del medio ambiente antártico y de sus ecosistemas dependientes y asociados, y para asegurar el cumpli-

miento de este protocolo, las Partes Consultivas del Tratado Antártico tomarán medidas, individual o colectivamente, para la realización de inspecciones por observadores, de conformidad con el Artículo VII del Tratado Antártico.

2. Son observadores:

- (a) los observadores designados por cualquier Parte Consultiva del Tratado Antártico, que serán nacionales de esa Parte, y
- (b) cualquier observador designado durante las Reuniones Consultivas del Tratado Antártico para realizar inspecciones según los procedimientos que se establezcan mediante una Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

3. Las Partes cooperarán plenamente con los observadores que lleven a cabo las inspecciones, y deberán asegurar que durante las mismas tengan acceso a cualquier lugar de las estaciones, instalaciones, equipos, buques y aeronaves abiertos a inspección bajo el Artículo VII (3) del Tratado Antártico, así como a todos los registros que ahí se conserven y sean exigibles de conformidad con este Protocolo.

4. Los informes de inspección serán remitidos a las Partes cuyas estaciones, instalaciones, equipos, buques o aeronaves estén comprendidos en los informes. Después que aquellas Partes hayan tenido la oportunidad de comentarlos, los informes y todos los comentarios de que hayan sido objeto serán remitidos a todas las Partes y al Comité, estudiados en la siguiente Reunión Consultiva del Tratado Antártico y puestos posteriormente a disposición del público.

Artículo 15

ACCIONES DE RESPUESTA EN CASOS DE EMERGENCIA

1. Con el fin de actuar en casos de emergencias medioambientales en el área del Tratado Antártico cada Parte acuerda:

- (a) disponer una respuesta rápida y efectiva en los casos de emergencia que puedan surgir de la realización de programas de investi-

gación científica, del turismo y de todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales para las cuales se requiere notificación previa de acuerdo con el Artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluyendo las actividades asociadas de apoyo logístico; y

- (b) establecer planes de emergencia para responder a los incidentes que puedan tener efectos adversos para el medio ambiente antártico o sus ecosistemas dependientes y asociados.

2. A ese efecto, las Partes deberán:

- (a) cooperar en la formulación y aplicación de dichos planes de emergencia; y
- (b) establecer un procedimiento para la notificación inmediata de emergencias medioambientales y la acción conjunta ante las mismas.

3. Al aplicar este Artículo, las Partes deberán recurrir al asesoramiento de los organismos internacionales pertinentes.

Artículo 16

RESPONSABILIDAD

De conformidad con los objetivos de este protocolo para la protección global del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados, las Partes se comprometen a elaborar normas y procedimientos relacionados con la responsabilidad derivada de daños provocados por actividades que se desarrollen en el área del Tratado Antártico y cubiertas por este Protocolo. Estas normas y procedimientos se incluirán en uno o más Anexos que se adopten de conformidad con el Artículo 9 (2).

Artículo 17

INFORME ANUAL DE LAS PARTES

1. Cada Parte informará anualmente de las medidas adoptadas para dar cumplimiento a este Protocolo. Dichos informes incluirán las notificacio-

nes hechas de conformidad con el Artículo 13 (3), los planes de emergencia establecidos de acuerdo son el Artículo 15 y cualquier otra notificación e información reconocida por este Protocolo y respecto de las cuales no existe otra disposición sobre la comunicación e intercambio de información.

2. Los informes elaborados de conformidad con el párrafo 1 anterior serán distribuidos a todas las Partes Contratantes y al Comité, considerados en la siguiente Reunión Consultiva del Tratado Antártico, y puestos a disposición del público.

Artículo 18

SOLUCION DE CONTROVERSIAS

En caso de controversia relativa a la interpretación o aplicación de este Protocolo, las partes en controversia deberán, a requerimiento de cualquiera de ellas, consultarse entre sí con la mayor brevedad posible con el fin de resolver la controversia mediante negociación, investigación, mediación, conciliación, arbitraje, arreglo judicial u otros medios pacíficos que las partes en la controversia acuerden.

Artículo 19

ELECCION DEL PROCEDIMIENTO PARA LA SOLUCION DE CONTROVERSIAS

1. Las Partes en el momento de firmar, ratificar, aceptar, aprobar o adherirse a este Protocolo, o en cualquier momento posterior, pueden elegir, mediante declaración escrita, uno o ambos de los siguientes medios para la solución de controversias relacionadas con la interpretación o aplicación de los Artículos 7, 8 y 15 y, excepto en el caso de que un Anexo establezca lo contrario, las disposiciones de dicho Anexo y, en la medida en que esté relacionado con estos Artículos y disposiciones, el Artículo 13:

- (a) la Corte Internacional de Justicia;
- (b) el Tribunal Arbitral.

2. Las declaraciones efectuadas al amparo del párrafo 1 precedente no afectarán a la aplicación de

los Artículos 18 y 20 (2).

3. Se considerará que una Parte que no haya formulado una declaración acogiéndose al párrafo 1 precedente o con respecto a la cual una declaración ha dejado de tener vigor, ha aceptado la competencia del tribunal Arbitral.

4. Si las partes en una controversia han aceptado el mismo medio para la solución de controversias, la controversia solo podrá ser sometida a ese procedimiento, salvo que las partes acuerden lo contrario.

5. Si las partes en una controversia no han aceptado el mismo medio para la solución de controversias o si ambas han aceptado ambos medios, la controversia solo puede ser sometida al Tribunal Arbitral, salvo que las partes acuerden lo contrario.

6. Las declaraciones formuladas al amparo del párrafo 1 precedente seguirán en vigor hasta su expiración en conformidad con sus términos, o hasta tres meses después del depósito de la notificación por escrito de su revocación ante el Depositario.

7. Las nuevas declaraciones, las notificaciones de revocación o la expiración de una declaración no afectarán en modo alguno los procesos pendientes ante la Corte Internacional de Justicia o ante el Tribunal Arbitral, salvo que las Partes en la controversia acuerden lo contrario.

8. Las declaraciones y notificaciones mencionadas en este Artículo serán depositadas ante el Depositario, que se encargará de transmitir copias a todas las Partes.

Artículo 20

PROCEDIMIENTO PARA LA SOLUCION DE CONTROVERSIAS

1. Si las Partes en una controversia relativa a la interpretación o aplicación de los Artículos 7, 8 ó 15 ó, excepto en el caso de que un Anexo establezca lo contrario, las disposiciones de cualquier Anexo o, en la medida en que se relacione con estos Artículos y disposiciones, el Artículo 13, no

han acordado el medio para resolverla en un plazo de 12 meses después de la solicitud de consultas de conformidad con el Artículo 18, la controversia será remitida, a solicitud de cualquiera de las Partes en la controversia, para que sea resuelta de conformidad con el procedimiento determinado por el Artículo 19 (4) y (5).

2. El Tribunal Arbitral no tendrá competencia para decidir o emitir laudo sobre ningún asunto dentro del ámbito del Artículo IV del Tratado Antártico. Además, nada en este Protocolo será interpretado como susceptible de otorgar competencia o jurisdicción a la Corte Internacional de Justicia o a cualquier otro tribunal establecido con el fin de solucionar controversias entre Partes para decidir o emitir laudo sobre ningún asunto dentro del ámbito del Artículo IV del Tratado Antártico.

Artículo 21

FIRMA

Este protocolo quedará abierto a la firma de cualquier Estado que sea Parte Contratante del Tratado Antártico en Madrid el 4 de octubre de 1991 y posteriormente en Washington hasta el 3 de octubre de 1992.

Artículo 22

RATIFICACION, ACEPTACION, APROBACION O ADHESION

1. Este Protocolo queda sometido a la ratificación, aceptación o aprobación de los estados signatarios.

2. Con posteridad al 3 de octubre de 1992 este Protocolo estará abierto a la adhesión de cualquier Estado que sea Parte Contratante del Tratado Antártico.

3. Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión serán depositados ante el Gobierno de los Estados Unidos de América, que queda designado como Depositario.

4. Con posteridad a la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, las Partes Consultivas del

Tratado Antártico no actuarán ante una notificación relativa al derecho de una Parte Contratante del Tratado Antártico a designar a los representantes que participen en las reuniones Consultivas del Tratado Antártico conforme al Artículo IX (2) del Tratado Antártico, a menos que, con anterioridad, ésta Parte Contratante haya ratificado, aceptado, aprobado este Protocolo o se haya adherido a él.

Artículo 23

ENTRADA EN VIGOR

1. El presente protocolo entrará en vigor el trigésimo día siguiente a la fecha de depósito de los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión de todos los Estados que sean Partes Consultivas del Tratado Antártico en la fecha en que se adopte este Protocolo.

2. Este Protocolo entrará en vigor para cada una de las Partes Contratantes del Tratado Antártico que deposite un instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión después de la fecha en que haya entrado en vigor este Protocolo, el trigésimo día siguiente a la fecha en que se deposite dicho instrumento.

Artículo 24

RESERVAS

No se admiten reservas a este Protocolo.

Artículo 25

MODIFICACION O ENMIENDA

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo 9, este Protocolo puede ser modificado o enmendado en cualquier momento de acuerdo con el procedimiento establecido en el Artículo XII (1) (a) y (b) del Tratado Antártico.

2. Si después de transcurridos 50 años después de la fecha de entrada en vigor de este Protocolo, cualquiera de las Partes Consultivas del Tratado Antártico así lo solicitara por medio de una comunicación dirigida al Depositario, se celebrará una conferencia a la mayor brevedad posible a fin

de revisar la aplicación de este Protocolo.

3. Toda modificación o enmienda propuesta en cualquier Conferencia de Revisión solicitada en virtud del anterior párrafo 2 se adoptará por mayoría de las Partes, incluyendo las tres cuartas partes de los Estados que eran Partes Consultivas del Tratado Antártico en el momento de la adopción de este Protocolo.

4. Toda modificación o enmienda adoptada en virtud del párrafo 3 de este Artículo entrará en vigor después de la ratificación, aceptación, aprobación o adhesión por tres cuartas de las Partes Consultivas, incluyendo las ratificaciones, aceptaciones, aprobaciones o adhesiones de todos los Estados que eran Partes Consultivas en el momento de la adopción de este Protocolo.

5. (a) Con respecto al Artículo 7, continuará la prohibición sobre las actividades que se refieran a los recursos minerales, contenida en el mismo, a menos que esté en vigor un régimen jurídicamente obligatorio sobre las actividades relativas a los recursos minerales antárticos que incluya modalidades acordadas para determinar si dichas actividades podrían aceptarse, y, si así fuera, en qué condiciones. Este régimen salvaguardará completamente los intereses de todos los Estados a los que alude el Artículo IV del Tratado Antártico y aplicará los principios del mismo. Por lo tanto, si se propone una modificación o enmienda al Artículo 7 en la Conferencia de Revisión mencionada en el anterior párrafo 2, ésta deberá incluir tal régimen jurídicamente obligatorio.

(b) Si dichas modificaciones o enmiendas no hubieran entrado en vigor dentro del plazo de 3 años a partir de la fecha de su adopción, cualquier Parte podrá notificar al Estado Depositario, en cualquier momento posterior dicha fecha, su retirada de este Protocolo, y dicha retirada entrará en vigor dos años después de la recepción de la notificación por el Depositario.

Artículo 26

NOTIFICACIONES POR EL DEPOSITARIO

El Depositario notificará a todas las Partes Contratantes del Tratado Antártico lo siguiente:

- (a) las firmas de este Protocolo y el depósito de los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión;
- (b) la fecha de entrada en vigor de este Protocolo y de cualquier Anexo adicional al mismo;
- (c) la fecha de entrada en vigor de cualquier modificación o enmienda a este Protocolo;
- (d) el depósito de las declaraciones y notificaciones de conformidad con al Artículo 19; y
- (e) toda notificación recibida de conformidad con el Artículo 25 (5) (b).

Artículo 27

TEXTOS AUTENTICOS Y REGISTRO EN NACIONES UNIDAS

1. El presente Protocolo redactado en español, francés, inglés y ruso, siendo cada versión igualmente auténtica, será depositado en los archivos del Gobierno de los Estados Unidos de América, que enviará copias debidamente certificadas del mismo a todas las Partes Contratantes del Tratado Antártico.
2. Este Protocolo será registrado por el Depositario de acuerdo con lo dispuesto en al Artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

APENDICE DEL PROTOCOLO

ARBITRAJE

Artículo 1

1. El Tribunal Arbitral se constituirá y funcionará de acuerdo con lo dispuesto en el Protocolo, incluyendo este Apéndice.
2. El Secretario al cual se hace referencia en este Apéndice es el Secretario General del Tribunal Permanente de Arbitraje.

Artículo 2

1. Cada Parte tendrá el derecho a designar hasta tres Arbitros, de los cuales por lo menos uno será designado dentro del plazo de tres meses siguientes a la entrada en vigor del Protocolo para esa Parte. Cada Arbitro deberá ser experto en asuntos antárticos, tener un profundo conocimiento del derecho internacional y gozar de las más alta reputación por su equidad, capacidad o integridad. Los nombres de las personas así designadas constituirán la lista de Arbitros. Cada parte mantendrá en todo momento el nombre de por lo menos un Arbitro en la lista.

2. De acuerdo con lo estipulado en el párrafo 3 siguiente, un Arbitro designado por una Parte permanecerá en la lista durante un período de cinco años y podrá ser designado nuevamente por dicha Parte por períodos adicionales de cinco años.

3. La Parte que haya designado un Arbitro tendrá derecho a retirar de la lista el nombre de ese Arbitro. En caso de fallecimiento de un Arbitro, o en el caso de que una Parte por cualquier motivo retirara de la lista el nombre del Arbitro que ha designado, la Parte que designó al Arbitro en cuestión lo notificará al Secretario con la mayor brevedad. El Arbitro cuyo nombre haya sido retirado de la lista continuará actuando en el tribunal Arbitral para el que haya sido designado hasta la conclusión de los procesos que se estén tramitando ante el Tribunal Arbitral.

4. El Secretario asegurará que se mantenga una lista actualizada de los Arbitros designados de acuerdo con lo dispuesto en este Artículo.

Artículo 3

1. El Tribunal Arbitral estará formado por tres Arbitros que serán designados en la forma siguiente:

- (a) La Parte en la controversia que inicie el proceso designará a un Arbitro, que podrá ser de su misma nacionalidad, de la lista a la que se refiere el Artículo 2, párrafo 2 anterior. Esta designación se incluirá en la notificación a la que se refiere el Artículo 4.

- (b) Dentro de los 40 días siguientes a la recepción de dicha notificación, la otra Parte en la controversia designará al segundo Arbitro, quien podrá ser de su nacionalidad, elegido de la lista mencionada en el Artículo 2.

- (c) Dentro del plazo de 60 días contados desde la designación del segundo Arbitro, las Partes en la controversia designarán de común acuerdo al tercer Arbitro elegido de la lista que menciona el Artículo 2. El tercer Arbitro no podrá ser de la misma nacionalidad de ninguna de las Partes en controversia, ni podrá ser una persona designada para la lista mencionada en el Artículo 2 por una de dichas Partes, ni podrá tener la misma nacionalidad que los dos primeros Arbitros. El tercer Arbitro presidirá el Tribunal Arbitral.

- (d) Si el segundo Arbitro no hubiera sido designado dentro del período estipulado, o si las Partes en la controversia no hubieran llegado a un acuerdo dentro del plazo estipulado respecto a la elección del tercer Arbitro, el o los Arbitros serán designados por el Presidente de la Corte Internacional de Justicia a solicitud de cualquiera de las Partes en la controversia dentro del plazo de 30 días desde la recepción de tal solicitud, siendo éste elegido de la lista a que se refiere el Artículo 2 y sujeto a las condiciones enumeradas en los incisos (b) y (c) anteriores. En el desempeño de las funciones que se la han atribuido en el presente inciso, el Presidente del Tribunal consultará a las Partes en controversia.

- (e) Si el Presidente de la Corte Internacional de Justicia no pudiera ejercer las funciones atribuidas de acuerdo a lo dispuesto en el apartado (d) anterior, o si fuera de la misma nacionalidad de alguna de las Partes en controversia, sus funciones serán desempeñadas por el Vicepresidente de la Corte, excepto en el caso en que dicho Vicepresidente estuviera impedido para ejercer sus funciones, o si fuera de la misma nacionalidad de una de las Partes en controversia,

estas funciones deberán ser ejercidas por el miembro de la Corte que le siga en antigüedad y que esté disponible para ello y no sea de la misma nacionalidad de alguna de las Partes en controversia.

2. Cualquier vacante que se produzca será cubierta en la forma dispuesta para la designación inicial.

3. En cualquier controversia que involucre a más de dos Partes, aquellas Partes que defiendan los mismos intereses designarán un Arbitro de común acuerdo dentro del plazo especificado en el párrafo 1 (b) anterior.

Artículo 4

La Parte en controversia que inicie el proceso lo notificará a la Parte o Partes contrarias en la controversia y al Secretario por escrito. Tal notificación incluirá una exposición de la demanda y los fundamentos en que se basa. La notificación será remitida por el Secretario a todas las Partes.

Artículo 5

1. A menos que las Partes en controversia convengan de otra manera, el arbitraje se realizará en La Haya, donde se guardarán los archivos del Tribunal Arbitral. El Tribunal Arbitral adoptará sus propias reglas de procedimiento. Tales reglas garantizarán que cada una de las Partes en controversia tenga plena oportunidad de ser escuchada y de presentar sus argumentos, y también asegurarán que los procesos se realicen en forma expedita.

2. El Tribunal Arbitral podrá conocer de las reconvencciones que surjan de la controversia y fallar sobre ellas.

Artículo 6

1. Cuando el Tribunal Arbitral considere que, *prima facie*, tiene jurisdicción con arreglo al Protocolo, podrá:

(a) indicar, a solicitud de cualquiera de las Partes en la controversia, medidas provisionales que estime necesarias para preser-

var los respectivos derechos de las Partes en disputa.

(b) dictar cualquier medida provisional que considere apropiada según las circunstancias, para prevenir daños graves en el medio ambiente antártico o en los ecosistemas dependientes y asociados.

2. Las Partes en controversia cumplirán prontamente cualquier medida provisional decretada con arreglo al párrafo 1 (b) anterior, hasta tanto se dicte un laudo de acuerdo con el Artículo 9.

3. No obstante el período de tiempo a que hace referencia el Artículo 20 del Protocolo, una de las Partes en controversia podrá en todo momento, mediante notificación a la otra Parte o partes en controversia y al Secretario, y de acuerdo con el Artículo 4, solicitar que el Tribunal Arbitral se constituya con carácter de urgencia excepcional, para identificar o dictar medidas provisionales urgentes según lo dispuesto en este Artículo. En tal caso, el Tribunal Arbitral se constituirá tan pronto como sea posible, de acuerdo con el Artículo 3, con la excepción de que los plazos indicados en el Artículo 3, (1) (b), (c) y (d) se reducirán a 14 días en cada caso. El Tribunal Arbitral decidirá sobre la solicitud de medidas provisionales urgentes en el plazo de dos meses desde la designación de su Presidente.

4. Una vez que el Tribunal Arbitral haya adoptado decisión respecto a una solicitud de medidas provisionales urgentes de acuerdo con el párrafo 3 anterior, la solución de la controversia proseguirá de acuerdo con lo dispuesto en los Artículos 18, 19 y 20 del Protocolo.

Artículo 7

Cualquier Parte que crea tener un interés jurídico, general o particular, que pudiera ser afectado de manera sustancial por el laudo de un Tribunal Arbitral, podrá intervenir en el proceso, salvo que el tribunal Arbitral decida lo contrario.

Artículo 8

Las Partes en la controversia facilitarán el trabajo del Tribunal Arbitral y, en especial, de acuerdo con sus leyes y empleando todos los medios a su

disposición, la proporcionarán todos los documentos y la información pertinentes y la permitirán, cuando sea necesario, citar testigos o expertos y recibir su declaración.

Artículo 9

Si una de las Partes en la controversia no comparece ante el Tribunal Arbitral, o se abstiene de defender su caso, cualquier otra Parte en la controversia podrá solicitar al Tribunal Arbitral que continúe el curso del proceso y que dicte laudo.

Artículo 10

1. El Tribunal Arbitral decidirá, sobre la base del Protocolo y de otras normas y principios de derecho internacional aplicables que no sean incompatibles con el Protocolo, todas las controversias que le sean sometidas.

2. El Tribunal Arbitral podrá decidir, *ex aequo et bono*, sobre una controversia que le sea sometida, si las Partes en controversia así lo convinieran.

Artículo 11

1. Antes de dictar su laudo, el Tribunal Arbitral se asegurará de que tiene competencia para conocer de la controversia y que la demanda o la reconvencción estén bien fundadas en los hechos y en derecho.

2. El laudo será acompañado de una exposición de las fundamentos de la decisión, y será comunicado al Secretario, quien lo transmitirá a todas las Partes.

3. El laudo será definitivo y obligatorio para las Partes en la controversia y para toda Parte que

haya intervenido en el proceso, y deberá ser cumplido sin dilación. El Tribunal Arbitral interpretará el laudo a petición de una Parte en la controversia o de cualquier Parte interviniente.

4. El laudo sólo será obligatorio respecto de ese caso particular.

5. Las Partes en controversia sufragarán por partes iguales los gastos del Tribunal Arbitral, incluida la remuneración de los Arbitros, a menos que el propio Tribunal decida lo contrario.

Artículo 12

Todas las decisiones del Tribunal Arbitral, incluyendo aquellas mencionadas en los Artículos 5, 6 y 11 anteriores, serán adoptadas por la mayoría de los Arbitros, quienes no podrán abstenerse de votar.

Artículo 13

1. Este Apéndice puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada en conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, se considerará que tal enmienda o modificación ha sido aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de tal plazo o que están en condiciones de aprobar tal medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Apéndice que entre en vigor de conformidad con el párrafo 1 anterior entrará en vigor en lo sucesivo para cualquier otra Parte cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO I

AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

ARTICULO 1

FASE PRELIMINAR

1. El impacto medioambiental de las actividades propuestas, mencionadas en el artículo 8 del Protocolo, tendrá que ser considerado, antes de su inicio, de acuerdo con los procedimientos nacionales apropiados.

2. Si se determina que una actividad provocará menos que un impacto mínimo o transitorio, dicha actividad podrá iniciarse sin dilación.

ARTICULO 2

EVALUACION MEDIOAMBIENTAL INICIAL

1. A menos que se haya determinado que una actividad tendrá menos que un impacto mínimo o transitorio o que se esté preparando una Evaluación Medioambiental Global, de acuerdo con el Artículo 3, deberá prepararse una Evaluación Medioambiental Inicial. Esta contendrá datos suficientes para evaluar si la actividad propuesta puede tener un impacto más que mínimo o transitorio, y comprenderá:

- (a) una descripción de la actividad propuesta incluyendo su objetivo, localización, duración e intensidad; y
- (c) la consideración de las alternativas a la actividad propuesta y de las de cualquier impacto que la actividad pueda producir, incluyendo los impactos acumulativos a la luz de las actividades existentes o de cuya proyectada realización se tenga conocimiento.

2. Si una Evaluación Medioambiental Inicial indicara que una actividad propuesta no tendrá, previsiblemente, más que un impacto mínimo o transitorio, la actividad se podrá iniciar, siempre que se establezcan procedimientos apropiados, que pueden incluir la observación, para evaluar y verificar el impacto de la actividad.

ARTICULO 3

EVALUACION MEDIOAMBIENTAL GLOBAL

1. Si una Evaluación Medioambiental Inicial indicara, o si de otro modo se determinara, que una actividad propuesta tendrá, probablemente, un impacto más que mínimo o transitorio, se preparará una Evaluación Medioambiental Global.

2. Una Evaluación Medioambiental Global deberá comprender:

- (a) una descripción de la actividad propuesta, incluyendo su objetivo, ubicación, duración e intensidad, así como posibles alternativas a la actividad, incluyendo la de su no realización, así como las consecuencias de dichas alternativas;
- (b) una descripción del estado de referencia inicial del medio ambiente, con el cual se compararán los cambios previstos, y un pronóstico del estado de referencia futuro del medio ambiente, en ausencia de la actividad propuesta;
- (c) una descripción de los métodos y datos utilizados para predecir los impactos de la actividad propuesta;

- (d) una estimación de la naturaleza, magnitud, duración e intensidad de los probables impactos directos de la actividad propuesta;
- (e) una consideración de los posibles impactos indirectos o de segundo orden de la actividad propuesta;
- (f) la consideración de los impactos acumulativos de la actividad propuesta, teniendo en cuenta las actividades de cuya proyectada realización se tenga conocimiento;
- (g) la identificación de las medidas, incluyendo programas de observación, que puedan ser adoptadas para minimizar o atenuar los impactos de la actividad propuesta y detectar impactos imprevistos y que podrían, tanto prevenir con suficiente antelación cualquier impacto negativo de la actividad, como facilitar la pronta y eficaz resolución de accidentes;
- (h) la identificación de los impactos inevitables de la actividad propuesta;
- (i) la consideración de los efectos de la actividad propuesta sobre el desarrollo de la investigación científica y sobre otros usos y valores existentes;
- (j) identificación de las lagunas de conocimiento e incertidumbres halladas durante el acopio de información necesaria conforme a este párrafo;
- (k) un resumen no técnico de la información proporcionada con arreglo a este párrafo; y
- (l) nombre y dirección de la persona u organización que preparó la Evaluación Medioambiental Global y la dirección a la cual se deberán exigir los comentarios posteriores.

3. El proyecto de la Evaluación Medioambiental Global se pondrá a disposición pública y será enviado a todas las Partes, que también lo harán público, para ser comentado. Se concederá un plazo de 90 días para la recepción de comentarios.

4. El proyecto de la Evaluación Medioambiental

Global se enviará al Comité al mismo tiempo que es distribuido a las Partes y, al menos, 120 días antes de la próxima Reunión Consultiva del Tratado Antártico, para su consideración, según resulte apropiado.

5. No se adoptará una decisión definitiva de iniciar la actividad propuesta en el área del Tratado Antártico a menos que la Reunión Consultiva del Tratado Antártico haya tenido oportunidad de considerar el proyecto de Evaluación Medioambiental Global a instancias del Comité y siempre que la decisión de iniciar la actividad propuesta no se retrase, debido a la aplicación de este párrafo, más de 15 meses desde la comunicación del proyecto de Evaluación Medioambiental Global.

6. Una Evaluación Medioambiental Global definitiva examinará e incluirá o resumirá los comentarios recibidos sobre el proyecto de Evaluación Medioambiental Global. La Evaluación Medioambiental Global definitiva, junto al anuncio de cualquier decisión tomada relativa a ella y a cualquier evaluación sobre la importancia de los impactos previstos en relación con las ventajas de la actividad propuesta, será enviada a todas las Partes que, a su vez, los pondrán a disposición pública, al menos 60 días antes del comienzo de la actividad propuesta en el área del Tratado Antártico.

ARTICULO 4

UTILIZACION DE LA EVALUACION GLOBAL EN LA TOMA DE DECISIONES

Cualquier decisión acerca de si una actividad propuesta, a la cual se aplique el Artículo 3, debe realizarse en su forma original o modificada, se basará en la Evaluación Medioambiental Global, así como en otras consideraciones pertinentes.

ARTICULO 5

OBSERVACION

1. Se establecerán procedimientos incluyendo la observación apropiada de los indicadores medioambientales fundamentales, para evaluar y verificar el impacto de cualquier actividad que se lleve a cabo después de la conclusión de una Evalua-

ción Medioambiental Global.

2. Los procedimientos a los que se refiere el párrafo (1) anterior y el Artículo 2 (2) serán diseñados para proveer un registro regular y verificable de los impactos de la actividad, entre otras cosas, con el fin de:

- a) permitir evaluaciones de la medida en que tales impactos son compatibles con este Protocolo; y
- (b) proporcionar información útil para minimizar o atenuar los impactos, y cuando sea apropiado, información sobre la necesidad de suspender, cancelar o modificar la actividad.

ARTICULO 6

COMUNICACION DE INFORMACION

1. La siguiente información se comunicará a las Partes, se enviará al Comité y se pondrá a disposición pública:

- (a) una descripción de los procedimientos mencionados en el Artículo 1;
- (b) una lista anual de las Evaluaciones Medioambientales Iniciales preparadas conforme al Artículo 2 y todas las decisiones adoptadas en consecuencia;
- (c) información significativa, así como cualquier acción realizada en consecuencia, obtenida en base a los procedimientos establecidos con arreglo a los Artículos 2 (2) y 5; y
- (d) información mencionada en el Artículo 3 (6).

2. Las Evaluaciones Medioambientales Iniciales, preparadas conforme al Artículo 2, estarán dispo-

nibles previa petición.

ARTICULO 7

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Este Anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor o con la protección del medio ambiente, que requieran emprender una actividad sin dar cumplimiento a los procedimientos establecidos en este Anexo.

2. La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia, que en otras circunstancias habrían requerido la preparación de una Evaluación Medioambiental Global, se enviará de inmediato a las Partes y al Comité y, asimismo, se proporcionará, dentro de los 90 días siguientes a dichas actividades, una completa explicación de las mismas.

ARTICULO 8

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO II

AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

CONSERVACION DE LA FAUNA Y FLORA ANTARTICAS

ARTICULO I

DEFINICIONES

Para los fines de este Anexo:

- (a) “mamífero autóctono” significa cualquier miembro de cualquier especie perteneciente a la Clase de los Mamíferos, autóctono de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas debido a migraciones naturales;
- (b) “ave autóctona” significa cualquier miembro, en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo el estado de huevo) de cualquier especie de la Clase de las Aves, autóctonas de la zona del Tratado Antártico o presente allí por temporadas, debido a migraciones naturales;
- (c) “planta autóctona” significa cualquier tipo de vegetación terrestre o de agua dulce, incluyendo briofitas, líquenes, hongos y algas en cualquier etapa de su ciclo vital (incluyendo semillas y otros propagadores), autóctonos de la zona del Tratado Antártico;
- (d) “invertebrado autóctono” significa cualquier invertebrado terrestre o de agua dulce en cualquier etapa de su ciclo vital, autóctono de la zona del Tratado Antártico;
- (e) “autoridad competente” significa cualquier persona o agencia facultada por una Parte Contratante para expedir autorizaciones según lo establecido en este Anexo;
- (f) “autorización” significa un permiso oficial por escrito expedido por una autoridad competente;
- (g) “tomar” o “toma” significa matar, herir, atrapar, manipular o molestar a un mamífero o ave autóctonos o retirar o dañar tales cantidades de plantas nativas que ello afecte significativamente a su distribución local o su abundancia;
- (h) “intrusión perjudicial” significa:
 - (i) el vuelo o el aterrizaje de helicópteros o de otras aeronaves de tal manera que perturben la concentración de aves y focas;
 - (ii) la utilización de vehículos o embarcaciones, incluidos los aerodeslizadores y barcos pequeños, de manera que perturben la concentración de aves y focas;
 - (iii) la utilización de explosivos y armas de fuego de manera que perturben la concentración de aves y focas;
 - (iv) la perturbación intencionada de la cría y la muda de plumaje de las aves o de las concentraciones de aves y focas por cualquier persona a pie;
 - (v) dañar de manera significativa la concentración de plantas terrestres nativas por el aterrizaje de aeronaves, por conducir vehículos o por caminar sobre dichas plantas o por cualquier otro medio; y
 - (vi) cualquier actividad que produzca una importante modificación negativa del hábitat de cualquier especie o población de mamíferos, aves, plantas o invertebrados autóctonos;
- (i) “Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas” significa la Convención celebrada en Washington el 2 de diciembre de 1946.

ARTICULO 2

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Este Anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protección del medio ambiente.
2. La notificación de las actividades emprendidas en situaciones de emergencia se enviará de inmediato a las Partes y al Comité.

ARTICULO 3

PROTECCION DE LA FAUNA Y LA FLORA NATIVA

1. Queda prohibida la toma o cualquier intromisión perjudicial, salvo que se cuente con una autorización.
2. Dichas autorizaciones deberán especificar la actividad autorizada incluyendo cuándo, dónde y quién la lleva a cabo, y se concederán sólo en las siguientes circunstancias:
 - (a) para proporcionar especímenes para estudios científicos o información científica;
 - (b) para proporcionar especímenes para museos, herbarios, jardines zoológicos o botánicos, u otras instituciones o usos educativos o culturales; y
 - (c) para hacer frente a las consecuencias inevitables de actividades científicas no autorizadas de acuerdo con los apartados (a) o (b) anteriores, o relativas a la construcción y operación de instalaciones de apoyo científico.
3. Se deberá limitar la concesión de dichas autorizaciones para asegurar:
 - (a) que no se cojan los mamíferos, aves o plantas autóctonas de las estrictamente necesarias para cumplir con los objetivos es-

tablecidos en el párrafo 2 anteriormente citado;

- (b) que solo se elimine un pequeño número de mamíferos o aves autóctonas de las poblaciones locales de los que puedan ser reemplazados de forma normal por reproducción natural en la siguiente estación teniendo en cuenta otras actividades permitidas; y
 - (c) que se mantenga la diversidad de las especies así como el hábitat esencial para su existencia, y el equilibrio de los sistemas ecológicos existentes en el área del Tratado Antártico.
4. Las especies de mamíferos, aves y plantas autóctonas enumeradas en el Apéndice A de este Anexo deberán ser designadas “Especies Especialmente Protegidas” y las Partes les concederán especial protección.
 5. No deberá concederse ninguna autorización para capturar una Especie Especialmente Protegida, salvo si dicha acción:
 - (a) sirve a un fin científico obligatorio;
 - (b) no pone en peligro la supervivencia o recuperación de esas especies o población local; y
 - (c) utiliza técnicas no mortíferas cuando sea apropiado.
 6. Cualquier actividad de captura de mamíferos y aves autóctonos se llevará a cabo de forma que se les produzca el menor daño posible.

ARTICULO 4

INTRODUCCION DE ESPECIES, PARASITOS Y ENFERMEDADES NO AUTOCTONAS

1. No se introducirá en tierra ni en las plataformas de hielo ni en el agua de la zona del Tratado Antártico ninguna especie animal o vegetal que no sea autóctona de la zona del Tratado Antártico, salvo de conformidad con una autorización.
2. No se introducirán perros en tierra ni en las

plataformas de hielo, y los perros que se encuentran actualmente en dichas áreas deberán ser retirados antes del 1 de abril de 1994.

3. Las autorizaciones citadas en el anterior párrafo 1 serán concedidas para permitir solamente la importación exclusiva de los animales y plantas enumerados en el Apéndice B de este Anexo y especificarán las especies, número y, si es apropiado, edad y sexo, así como las precauciones a adoptar para prevenir su huida o el contacto con la fauna y flora autóctonas.

4. Cualquier planta o animal para el cual se haya concedido una autorización de conformidad con los párrafos 1 y 3 anteriores, serán retirados de la zona del Tratado Antártico o serán destruidos por incineración o medio igualmente eficaz que elimine el riesgo para la fauna y flora autóctonas, antes del vencimiento de la autorización. La autorización especificará dicha obligación. Cualquier otra planta o animal introducido en la zona del Tratado Antártico y que no sea autóctono de dicha zona, incluida cualquier descendencia, será retirado o destruido por incineración o medio igualmente efectivo, para que se produzca su esterilidad, a menos que se determine que no implican riesgos para la flora y fauna autóctonas.

5. Ninguna disposición de este Artículo se aplicará a la importación de alimentos en la zona del Tratado Antártico siempre que no se importen animales vivos para ese fin y que todas las plantas así como productos y partes de origen animal se guarden bajo condiciones cuidadosamente de acuerdo con el Anexo III al Protocolo y Apéndice C a este Anexo.

6. Cada Parte solicitará que se tomen precauciones, incluidas aquellas numeradas en el Apéndice C de este Anexo, para impedir la introducción de microorganismos (v.gr. virus, bacterias, parásitos, levaduras, hongos) no presentes en la fauna y flora nativas.

ARTICULO 5

INFORMACION

Las Partes prepararán y facilitarán información que establezca, en particular, las actividades

prohibidas y proporcionarán listas de Especies Especialmente Protegidas y de las Areas Protegidas pertinentes, para todos aquellos presentes en el área del Tratado Antártico o que tengan la intención de entrar en ella, con el fin de asegurar que tales personas comprenden y cumplen las disposiciones de este Anexo.

ARTICULO 6

INTERCAMBIO DE INFORMACION

1. Las Partes deberán establecer acuerdos para:
 - (a) la recopilación e intercambio de informes (incluyendo los registros de las autorizaciones) y estadísticas relativas a los números o cantidades de cada una de las especies de mamíferos, aves o plantas autóctonas cogidas anualmente en el área del Tratado Antártico;
 - (b) la obtención e intercambio de información relativa a la condición de los mamíferos, aves, plantas e invertebrados en el área del Tratado Antártico y el grado de protección necesaria para cualquier especie o población;
 - (c) el establecimiento de un formulario común en el cual esta información sea presentada por las Partes en conformidad con el párrafo 2 de este Artículo.
2. Cada Parte deberá informar a las otras Partes y al Comité antes de que finalice el mes de noviembre de cada año, acerca de las medidas que se hayan adoptado en conformidad con el párrafo 1 anterior y sobre el número y naturaleza de las autorizaciones concedidas según lo establecido en este Anexo durante el período precedente comprendido entre el 1 de julio y el 30 de junio.

ARTICULO 7

RELACION CON OTROS ACUERDOS FUERA DEL SISTEMA DEL TRATADO ANTARTICO

Ninguna disposición de este Anexo afectará a los derechos y obligaciones de las Partes deriva-

dos de la Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de Ballenas.

ARTICULO 8

REVISION

Las Partes deberán mantener bajo continua revisión las medidas para la conservación de la fauna y flora antárticas y teniendo en cuenta cualquier recomendación del Comité.

ARTICULO 9

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

APENDICES AL ANEXO

APENDICE A

ESPECIES ESPECIALMENTE PROTEGIDAS

Todas las especies del género *Arctocephalus*, focas peleteras, *Ommatophoca rossii*, foca de Ross.

APENDICE B

INTRODUCCION DE ANIMALES Y PLANTAS

Los siguientes animales y plantas podrán ser introducidos al área del Tratado Antártico de conformidad con las autorizaciones concedidas según el Artículo 4 de este Anexo:

- (a) plantas domésticas; y
- (b) animales y plantas de laboratorio, incluyendo virus, bacterias, levaduras y hongos.

APENDICE C

PRECAUCIONES PARA PREVENIR LA INTRODUCCION DE MICROORGANISMOS

1. Aves de corral: no se introducirá ningún ave de corral u otras aves vivas en la zona del Tratado Antártico. Antes de que las aves preparadas para su consumo sean empaquetadas para su envío al área del tratado Antártico, serán sometidas a una infección por levaduras. Cualquier ave o partes de ave no consumidas deberán ser retiradas de la zona del Tratado Antártico o destruidas por incineración o medios equivalentes que eliminen los riesgos para la fauna y flora nativos.

2. Se evitará, en la mayor medida posible, la introducción de tierra no estéril.

ANEXO III

AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

ELIMINACION Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS

ARTICULO 1

OBLIGACIONES GENERALES

1. Este Anexo se aplicará a las actividades que se realicen en el área del Tratado Antártico de conformidad con los programas de investigación científica, el turismo y a todas las demás actividades gubernamentales y no gubernamentales en el área del Tratado Antártico para las cuales es necesaria la notificación previa según establece el Artículo VII (5) del Tratado Antártico, incluidas las actividades asociadas de apoyo logístico.

2. Se reducirá, en la medida de lo posible, la cantidad de residuos producidos o eliminados en el área del Tratado Antártico, con el fin de minimizar su repercusión en el medio ambiente antártico y de minimizar las interferencias con los valores naturales de la Antártida que sean compatibles con el Tratado Antártico.

3. El almacenamiento, eliminación y remoción de residuos del área del Tratado, al igual que reutilización y la reducción de las fuentes de donde proceden, serán consideraciones esenciales para la planificación y realización de las actividades en el área del Tratado Antártico.

4. En la mayor medida posible, los residuos removidos del área del Tratado Antártico serán devueltos al país desde donde se organizaron las actividades que generaron los residuos o a cualquier otro país donde se hayan alcanzado entendimientos para la eliminación de dichos residuos de conformidad con los acuerdos internacionales pertinentes.

5. Los sitios terrestres de eliminación de residuos tanto pasados como actuales y los sitios de trabajo de actividades antárticas abandonados serán limpiados por el generador de tales residuos y por el usuario de dichos sitios. No se interpretará que

esta obligación supone:

- (a) retirar cualquier estructura designada como sitio o monumento histórico; o
- (b) retirar cualquier estructura o material de desecho en circunstancias tales que la remoción por medio de cualquier procedimiento produjera un impacto negativo en el medio ambiente mayor que el dejar la estructura o material de desecho en el lugar en que se encuentra.

ARTICULO 2

ELIMINACION DE RESIDUOS MEDIANTE SU REMOCION DEL AREA DEL TRATADO ANTARTICO

1. Los siguientes residuos, si se generan después de entrada en vigor de este Anexo, serán removidos del área del Tratado Antártico por los generadores de dichos residuos:

- (a) los materiales radioactivos;
- (b) las bacterias eléctricas;
- (c) los combustibles, tanto líquidos como sólidos;
- (d) los residuos que contengan niveles peligrosos de metales pesados o compuestos persistentes altamente tóxicos o nocivos;
- (e) el cloruro de polivinilo (PVC), la espuma de poliuretano, la espuma de poliestireno, el caucho y los aceites lubricantes, las maderas tratadas y otros productos que contengan aditivos que puedan producir emanaciones peligrosas si se incineraran;
- (f) todos los demás residuos plásticos, excepto

los recipientes de polietileno de baja densidad (como las bolsas para el almacenamiento de residuos), siempre que dichos recipientes se incineren de acuerdo con el Artículo 3 (1);

- (g) los bidones y tambores para combustible; y
- (h) otros residuos sólidos, incombustibles.

Siempre que la obligación de remover los bidones y tambores y los residuos sólidos incombustibles citados en los apartados (g) y (h) anteriores no se aplique en circunstancias en que la remoción de dichos residuos, por cualquier procedimiento práctico, puede causar una mayor alteración del medio ambiente de la que se ocasionaría dejándolos en sus actuales emplazamientos.

2. Los residuos líquidos no incluidos en el párrafo 1 anterior, las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos, serán removidos del área del Tratado Antártico en la mayor medida posible por los generadores de dichos residuos.

3. Los residuos citados a continuación serán removidos del área del Tratado Antártico por el generador de esos residuos, a menos que sean incinerados, tratados en autoclave o esterilizados de cualquier otra manera:

- (a) residuos de despojos de los animales importados;
- (b) cultivos de laboratorio de microorganismos y plantas patógenas; y
- (c) productos avícolas introducidos.

ARTICULO 3

ELIMINACION DE RESIDUOS POR INCINERACION

1. Según establece el párrafo 2 siguiente, los residuos combustibles, que no sean los que regula el Artículo 2 (1), no removidos del área del Tratado Antártico, se quemarán en incineradores que reduzcan, en la mayor medida posible, las emanaciones peligrosas. Se tendrán en cuenta las normas sobre emisiones y sobre equipos que puedan

recomendar, entre otros, el Comité y el Comité Científico para la Investigación Antártica. Los residuos sólidos resultantes de dicha incineración deberán removerse del área del Tratado Antártico.

2. Deberá abandonarse tan pronto como sea posible, y en ningún caso prolongarse después de la finalización de la temporada 1998/1999, toda incineración de residuos al aire libre. Hasta la finalización de dicha práctica, cuando sea necesario eliminar residuos mediante su incineración al aire libre, deberá tenerse en cuenta la dirección y velocidad del viento y el tipo de residuos que se va a quemar, para reducir los depósitos de partículas y para evitar tales depósitos sobre zonas de especial interés biológico, científico, histórico, estético o de vida silvestre, incluyendo, en particular, aquellas áreas para las que se ha acordado protección en virtud del Tratado Antártico.

ARTICULO 4

OTRO TIPOS DE ELIMINACION DE RESIDUOS EN TIERRA

1. Los residuos no eliminados o removidos según lo dispuesto en los Artículos 2 y 3 no serán depositados en áreas libres de hielo o en sistemas de agua dulce.

2. En la mayor medida posible, las aguas residuales, los residuos líquidos domésticos y otros residuos líquidos no removidos del área del Tratado Antártico, según lo dispuesto en el Artículo 2, no serán depositados en el hielo marino, en plataformas de hielo o en la capa de hielo terrestre, siempre que tales residuos generados por estaciones situadas tierra adentro sobre plataformas de hielo o sobre la capa de hielo terrestre puedan ser depositados en pozos profundos en el hielo, cuando tal forma de depósito sea la única opción posible. Los pozos mencionados no estarán situados en líneas de corrimiento de hielo conocidas que desemboquen en áreas de elevada ablación.

3. Los residuos generados en campamentos de base serán retirados, en la mayor medida posible, por los generadores de tales residuos y llevados a estaciones de apoyo, o a buques para su eliminación de conformidad con este Anexo.

ARTICULO 5

ELIMINACION DE RESIDUOS EN EL MAR

1. Las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos podrán descargarse directamente en el mar, tomando en consideración la capacidad de asimilación del medio marino receptor y siempre que:

- (a) dicha descarga se realice, si es posible, allí donde existan condiciones para su dilución inicial y su rápida dispersión; y
- (b) las grandes cantidades de tales residuos (originados en una estación donde la ocupación semanal media durante el verano austral sea aproximadamente de 30 personas o más) sean tratadas, como mínimo por maceración.

2. Los subproductos del tratamiento de aguas residuales mediante el proceso del Interruptor Biológico Giratorio u otros procesos similares podrán depositarse en el mar siempre que dicha eliminación no afecte perjudicialmente al medio ambiente local, y siempre que tal eliminación en el mar se realice de acuerdo con el Anexo IV del Protocolo.

ARTICULO 6

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Todos los residuos que vayan a ser retirados del área del Tratado Antártico o eliminados de cualquier otra forma deberán almacenarse de manera tal que se impida su dispersión en el medio ambiente.

ARTICULO 7

PRODUCTOS PROHIBIDOS

Ni en tierra, ni en las plataformas de hielo, ni en el agua, no se introducirán en el área del Tratado Antártico difenilos policlorurados (PBC), tierra no estéril, gránulos o virutas de poliestireno u otras formas similares de embalaje, o pesticidas (aparte de aquellos que sean necesarios para fines

científicos, médicos o higiénicos).

ARTICULO 8

PLANIFICACION DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

1. Cada Parte que realice actividades en el área del Tratado Antártico deberá establecer, respecto de estos artículos, un sistema de clasificación de la eliminación de los residuos resultantes de dichas actividades que sirva de base para llevar el registro de los residuos y para facilitar los estudios dirigidos a evaluar los impactos en el medio ambiente de las actividades científicas y de apoyo logístico asociado. Para ese fin, los residuos que se generen se clasificarán como:

- (a) aguas residuales y residuos líquidos domésticos (Grupo 1);
- (b) otros residuos líquidos y químicos, incluidos los combustibles y lubricantes (Grupo 2);
- (c) residuos sólidos para incinerar (Grupo 3);
- (d) otros residuos sólidos (Grupo 4); y
- (e) material radioactivo (Grupo 5).

2. Con el fin de reducir aún más el impacto de los residuos en el medio ambiente antártico, cada Parte preparará, revisará y actualizará anualmente sus planes de tratamiento de residuos (incluyendo la reducción, almacenamiento y eliminación de residuos), especificando para cada sitio fijo, para los campamentos en general y para cada buque (a excepción de las embarcaciones pequeñas que formen parte de las operaciones en sitios fijos o de buques y teniendo en cuenta los planes de tratamiento existentes para buques):

- (a) programas para limpiar los sitios de eliminación de residuos actualmente existentes y los sitios de trabajo abandonados;
- (b) las disposiciones para el tratamiento de residuos tanto actuales como previstos, incluyendo su eliminación final;

(c) las disposiciones actuales y planificadas para analizar el impacto en el medio ambiente de los residuos y del tratamiento de residuos; y

(d) otras medidas para minimizar cualquier efecto medioambiental producido por los residuos y por el tratamiento de residuos.

3. Cada Parte preparará también un inventario de los emplazamientos de actividades anteriores (como travesías, depósitos de combustible, campamentos de base, aeronaves accidentadas) en la medida de lo posible y antes de que se pierda esa información, de modo que se puedan tener en cuenta tales emplazamientos en la planificación de programas científicos futuros (como los referentes a la química de la nieve, los contaminantes en los líquenes, o en las perforaciones en hielo profundo).

ARTICULO 9

COMUNICACION Y EXAMEN DE LOS PLANES DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

1. Los planes de tratamiento de residuos elaborados de acuerdo con el Artículo 8, los informes sobre su ejecución y los inventarios mencionados en el Artículo 8 (3) deberán incluirse en los intercambios anuales de información realizados de conformidad con los Artículos III y VII del Tratado Antártico y Recomendaciones pertinentes de acuerdo con lo previsto en el Artículo IX del Tratado Antártico.

2. Las Partes enviarán al Comité copias de los planes de tratamiento de residuos e informes sobre su ejecución y examen.

3. El Comité podrá examinar los planes de tratamiento de residuos y los informes sobre los mismos y podrá formular comentarios para la consideración de las Partes, incluyendo sugerencias para minimizar los impactos así como modificaciones y mejoras de los planes.

4. Las Partes podrán intercambiarse información y proporcionar asesoramiento, entre otras materias, sobre las tecnologías disponibles de baja generación de residuos, reconversión de las instala-

ciones existentes, requisitos especiales para efluentes y métodos adecuados de eliminación y descarga de residuos.

ARTICULO 10

PROCEDIMIENTO DEL TRATAMIENTO

Cada Parte deberá:

(a) designar a un responsable del tratamiento de residuos para que desarrolle y supervise la ejecución de los planes de tratamiento de residuos; sobre el terreno esta responsabilidad se delegará a una persona adecuada en cada sitio;

(b) asegurar que los miembros de sus expediciones reciban una información destinada a limitar el impacto de sus operaciones en el medio ambiente antártico y a informarles sobre las exigencias de este Anexo; y

(c) desalentar la utilización de productos de cloruro de polivinilo (PVC) y asegurar que sus expediciones al área del Tratado Antártico estén informadas respecto de cualquier producto de PVC que ellas introduzcan en el área del Tratado Antártico, de manera que estos productos puedan ser después removidos de conformidad con este Anexo.

ARTICULO 11

REVISION

Este Anexo estará sujeto a revisiones periódicas con el fin de asegurar su actualización, de modo que refleje los avances en la tecnología y en los procedimientos de eliminación de residuos, y asegurar de este modo la máxima protección del medio ambiente antártico.

ARTICULO 12

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Este Anexo no se aplicará en situaciones de emergencia relacionadas con la seguridad de la vida humana o de los buques, aeronaves o equipos e instalaciones de alto valor, o con la protec-

ción del medio ambiente.

2. La notificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de emergencia se enviará de inmediato a todas las Partes.

ARTICULO 13

ENMIENDA O MODIFICACION

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada y

entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO IV

AL PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

PREVENCION DE LA CONTAMINACION MARINA

ARTICULO 1

DEFINICIONES

Para los fines de este Anexo:

(a) por “descarga” se entiende cualquier fuga procedente de un buque y comprende todo tipo de escape, evacuación, derrame, fuga, achique, emisión o vaciamiento;

(b) por “basuras” se entiende toda clase de restos de víveres, salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y del trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, exceptuando aquellas sustancias enumeradas en los Artículos 3 y 4;

(c) por “MARPOL 73/78” se entiende el Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, enmendado por el Protocolo de 1978 y por las posteriores enmiendas en vigor;

(d) por “sustancia nociva líquida” se entiende toda sustancia nociva líquida definida en el Anexo II de MARPOL 73/78;

(e) por “hidrocarburos petrolíferos” se entiende el petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos de petróleo, el fuel-oil, los fangos, residuos petrolíferos y los productos de refino (distintos de los de tipo petroquímico que están sujetos a las disposiciones del Artículo 4);

(f) por “mezcla petrolífera” se entiende cualquier mezcla que contenga hidrocarburos petrolíferos; y

(g) por “buque” se entiende una embarcación de cualquier tipo que opere en el medio marino, incluidos los alíscafos, los aerodeslizadores, los sumergibles, las naves flotantes y las plataformas fijas o flotantes.

ARTICULO 2

AMBITO DE APLICACION

Este Anexo se aplica, con respecto a cada Parte, a los buques con derecho a enarbolar su pabellón y a cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye mientras opere en el área del Tratado Antártico.

ARTICULO 3

DESCARGAS DE HIDROCARBUROS PETROLIFEROS

1. Cualquier descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o mezclas petrolíferas estará prohibida, excepto en los casos autorizados por el Anexo I del MARPOL 73/78. Mientras estén operando en el área del Tratado Antártico, los buques retendrán a bordo los fangos, lastres contaminados, aguas de lavado de tanques y cualquier otro residuo mezcla petrolíferos que no puedan descargarse en el mar. Los buques sólo descargarán dichos residuos en instalaciones de recepción situadas fuera del área del Tratado Antártico o según lo permita el Anexo I del MARPOL 73/78.

2. Este Artículo no se aplicará:

- (a) a la descarga en el mar de hidrocarburos petrolíferos o de mezclas petrolíferas resultantes de averías sufridas por un buque o por sus equipos:
 - (i) siempre que después de producirse la avería o de descubrirse la descarga se hayan tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal descarga; y
 - (ii) salvo que el propietario o el Capitán haya actuado ya sea con la intención de causar la avería o con imprudencia temeraria y a sabiendas de que era muy probable que se produjera la avería.

ARTICULO 4

DESCARGA DE SUSTANCIAS NOCIVAS LIQUIDAS

Estará prohibida la descarga en el mar de cualquier sustancia nociva líquida; asimismo, la de cualquier otra sustancia química o de otras sustancias, en cantidades o concentraciones perjudiciales para el medio marino.

ARTICULO 5

ELIMINACION DE BASURAS

1. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier material plástico, incluidos, pero no exclusivamente, la cabuyería sintética, redes de pesca sintéticas y bolsas de plástico para basura.

2. Estará prohibida la eliminación en el mar de cualquier otro tipo de basura, incluidos los productos de papel, trapos, vidrios, metales, botellas, loza doméstica, ceniza de incineración, material de estiba, envoltorios y material de embalaje.

3. Podrán ser eliminados en el mar los restos de comida siempre que se hayan triturado o molido, y siempre que ello se efectúe, excepto en los casos en que esté permitido de acuerdo con el Anexo V del MARPOL 73/78, tan lejos como sea prácticamente posible de la tierra y de las plataformas de hielo y en ningún caso a menos de 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo más cercanas. Tales restos de comida triturados o molidos deberán poder pasar a través de cribas con agujeros no menores de 25 milímetros.

4. Cuando una sustancia o material incluido en este artículo se mezcle con otros sustancias o materiales para los que rijan distintos requisitos de descarga o eliminación, se aplicarán a la mezcla los requisitos más rigurosos.

5. Las disposiciones de los párrafos 1 y 2 anteriores no se aplicarán:

- (a) al escape de basuras resultante de averías

sufridas por un buque o por sus equipos, siempre que antes y después de producirse la avería se hubieran tomado todas las precauciones razonables para prevenir o reducir a un mínimo tal escape; o

- (b) a la pérdida accidental de redes de pesca sintéticas, siempre que se hubieran tomado todas las precauciones razonables para evitar tal pérdida.

6. Las Partes requerirán, cuando sea oportuno, la utilización de libros de registro de basuras.

ARTICULO 6

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

1. Excepto cuando perjudiquen indebidamente las operaciones antárticas:

- (a) las Partes suprimirán toda descarga en el mar de aguas residuales sin tratar (entendiendo por “aguas residuales” la definición del Anexo IV de MARPOL 73/78) dentro de las 12 millas náuticas de tierra o de las plataformas de hielo;
- (b) más allá de esa distancia, las aguas residuales almacenadas en un depósito no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado y, siempre que sea prácticamente posible, mientras que el buque no se encuentre navegando a una velocidad no menor de cuatro nudos.

Este párrafo no se aplica a los buques certificados para transportar a un máximo de 10 personas.

2. Las Partes requerirán, cuando sea apropiado, la utilización de libros de registro de aguas residuales.

ARTICULO 7

SITUACIONES DE EMERGENCIA

1. Los Artículos 3, 4, 5 y 6 de este Anexo no se aplicarán en situaciones de emergencia relativas a la seguridad de un buque y a la de las personas a bordo, ni en caso de salvamento de vidas

en el mar.

2. Las actividades llevadas a cabo en situaciones de emergencia serán notificadas de inmediato a las Partes y al Comité.

ARTICULO 8

EFECTO SOBRE ECOSISTEMAS DEPENDIENTES Y ASOCIADOS

En la aplicación de las disposiciones de este Anexo se prestará la debida consideración a la necesidad de evitar los efectos perjudiciales en los ecosistemas dependientes y asociados, fuera del área del Tratado Antártico.

ARTICULO 9

CAPACIDAD DE RETENCION DE LOS BUQUES E INSTALACIONES DE RECEPCION

1. Las Partes tomarán todas las medidas necesarias para asegurar que todos los buques con derecho a enarbolar su pabellón y cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye, antes de entrar en el área del Tratado Antártico, estén provistos de un tanque o tanques con suficiente capacidad para la retención a bordo de todos los fangos, los lastres contaminados, el agua del lavado de tanques y otros residuos y mezclas petrolíferas, y tengan suficiente capacidad para la retención a bordo de basura mientras están operando en el área del Tratado Antártico y que hayan concluido acuerdos para descargar dichos residuos petrolíferos y basuras en una instalación de recepción después de abandonar dicha área. Los buques también deberán tener capacidad suficiente para la retención a bordo de sustancias nocivas líquidas.

2. Las Partes desde cuyos puertos zarpen buques hacia el área del Tratado Antártico o desde ella arriben, se comprometen a asegurar el establecimiento, tan pronto como sea prácticamente posible, de instalaciones adecuadas para la recepción de todo fango, lastre contaminado,

agua del lavado de tanques y cualquier otro residuo y mezcla petrolífera y basura de los buques, sin causar retrasos indebidos y de acuerdo con las necesidades de los buques que las utilizan.

3. Las Partes que operen buques que zarpen hacia el área del Tratado Antártico o desde ella arriben a puertos de otras Partes consultarán con estas Partes para asegurar que el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción no imponga una carga injusta sobre las Partes contiguas al área del Tratado Antártico.

ARTICULO 10

DISEÑO, CONSTRUCCION, DOTACION Y EQUIPAMIENTO DE LOS BUQUES

Las Partes tomarán en consideración los objetivos de este Anexo al diseñar, construir, dotar y equipar los buques que participen en operaciones antárticas o las apoyen.

ARTICULO 11

INMUNIDAD SOBERANA

1. El presente Anexo no se aplicará a los buques de guerra ni a las unidades navales auxiliares, ni a los buques que, siendo propiedad de un Estado o estando a su servicio, sólo le presten en ese momento servicios gubernamentales de carácter no comercial. No obstante, cada Parte asegurará mediante la adopción de medidas oportunas que tales buques de su propiedad o a su servicio actúen de manera compatible con este Anexo, dentro de lo razonable y practicable, sin que ello perjudique las operaciones o la capacidad operativa de dichos buques.

2. En la aplicación del párrafo 1 anterior las Partes tomarán en consideración la importancia de la protección del medio ambiente antártico.

3. Cada Parte informará a las demás Partes sobre la forma en que aplica esta disposición.

4. El procedimiento de solución de controversias establecido en los Artículos 18 a 20 del Protocolo no será aplicable a este Artículo.

ARTICULO 12

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PREPARACION Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS

1. Las Partes, de acuerdo con el Artículo 15 del Protocolo, para responder más eficazmente ante las emergencias de contaminación marina o a su posible amenaza sobre el área del Tratado Antártico, desarrollarán planes de contingencia en respuesta a la contaminación marina en el área del Tratado Antártico, incluyendo planes de contingencia para los buques (excepto botes pequeños que formen parte de las operaciones de bases fijas o de buques) que operen en el área del Tratado Antártico, especialmente buques que transporten hidrocarburos petrolíferos como carga y para derrames de hidrocarburos originados en instalaciones costeras y que afecten el medio marino. Con este fin las Partes:

- (a) cooperarán en la formulación y aplicación de dichos planes; y
- (b) tendrán en cuenta el asesoramiento del Comité, de la Organización Marítima Internacional y de otras organizaciones internacionales.

2. Las Partes establecerán también procedimientos para cooperar en la respuesta ante las emergencias de contaminación y emprenderán las acciones de respuesta adecuadas de acuerdo con tales procedimientos.

ARTICULO 13

REVISION

Las Partes mantendrán bajo continua revisión las disposiciones de este Anexo y las otras medidas para prevenir y reducir la contaminación del medio marino antártico y actuar ante ella, incluyendo cualesquiera enmiendas y normativas nuevas adoptadas en virtud del MARPOL 73/78, con el fin de alcanzar los objetivos de este Anexo.

ARTICULO 14

RELACION CON MARPOL 73/78

Con respecto a aquellas Partes que también lo son del MARPOL 73/78, nada en este Anexo afectará a los derechos y obligaciones específicos de él derivados.

ARTICULO 15

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. Este Anexo puede ser enmendado o modificado por una medida adoptada de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. A

menos que la medida especifique lo contrario, la enmienda o modificación se considerará aprobada, y entrará en vigor un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en la cual fue adoptada, salvo que una o más Partes Consultivas del Tratado Antártico notificasen al Depositario, dentro de dicho plazo, que desean una prórroga de ese plazo o que no están en condiciones de aprobar la medida.

2. Toda enmienda o modificación de este Anexo que entre en vigor de conformidad con el anterior párrafo 1 entrará en vigor a partir de entonces para cualquier otra Parte, cuando el Depositario haya recibido notificación de aprobación de dicha Parte.

ANEXO V

DEL PROTOCOLO AL TRATADO ANTARTICO SOBRE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

PROTECCION Y GESTION DE ZONAS

ARTICULO 1

DEFINICIONES

A efectos del presente Anexo:

- (a) por “autoridad competente” se entiende cualquier persona u organismo autorizado por una Parte para expedir permisos de conformidad con el presente Anexo;
- (b) por “permiso” se entiende un permiso oficial por escrito expedido por autoridad competente;
- (c) por “Plan de Gestión” se entiende un plan destinado a administrar actividades y proteger el valor o los valores especiales de una Zona Antártica Especialmente Protegida o de una Zona Antártica Especialmente Administrada.

ARTICULO 2

OBJETIVOS

Para los fines establecidos en el presente Anexo, cualquier zona, incluyendo una zona marina, podrá designarse como Zona Antártica Especialmente Protegida o como Zona Antártica Especialmente Administrada. En dichas Zonas las actividades se prohibirán, se restringirán o se administrarán en conformidad con los Planes de Gestión adoptados según las disposiciones del presente Anexo.

ARTICULO 3

ZONAS ANTARTICAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS (ASPA)

Cualquier zona, incluyendo las zonas marinas, puede ser designada como Zona Antártica Especialmente Protegida a fin de proteger sobresalientes valores científicos, estéticos, históricos o

naturales, cualquier combinación de estos valores, o las investigaciones científicas en curso o previstas.

Las Partes procurarán identificar, con un criterio ambiental y geográfico sistemático, e incluir entre las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas:

- (a) las zonas que han permanecido libres de toda interferencia humana y que por ello puedan servir de comparación con otras localidades afectadas por las actividades humanas;
- (b) los ejemplos representativos de los principales ecosistemas terrestre, incluidos glaciales y acuáticos y marinos;
- (c) las zonas con conjuntos importantes o inhabituales de especies, entre ellos las principales colonias de reproducción de aves y mamíferos indígenas;
- (d) la localidad tipo o el único hábitat conocido de cualquier especie;
- (e) las zonas de especial interés para las investigaciones científicas en curso o previstas;
- (f) los ejemplos de características geológicas, glaciológicas o geomorfológicas sobresalientes;
- (g) las zonas de excepcional valor estético o natural;
- (h) los sitios o monumentos de reconocido valor histórico; y
- (i) cualquier otra zona en donde convenga proteger los valores expuestos en el párrafo 1 *supra*.

Las Zonas Especialmente Protegidas y los Sitios de Especial Interés Científico designados como tales por anteriores Reuniones Consultivas del Tratado Antártico se designarán en adelante como Zonas Especialmente Protegidas y se las volverá a titular y a numerar en consecuencia.

Quedará terminantemente prohibido ingresar en una Zona Antártica Especialmente Protegida,

salvo en conformidad con un permiso expedido según lo dispuesto en el Artículo 7 *infra*.

ARTICULO 4

ZONAS ANTARTICAS ESPECIALMENTE ADMINISTRADAS (ASMA)

1. Cualquier zona, inclusive las zonas marinas, en que se lleven a cabo actividades o puedan llevarse a cabo en el futuro, podrá designarse como Zona Antártica Especialmente Administrada para coadyuvar al planeamiento y la coordinación de las actividades, evitar los posibles conflictos, mejorar la cooperación entre las Partes y reducir al mínimo los impactos ambientales.

2. Las Zonas Antárticas Especialmente Administradas pueden comprender:

- (a) las zonas donde las actividades corran el riesgo de crear interferencias mutuas o impactos ambientales acumulativos; y
- (b) los sitios o monumentos de reconocido valor histórico.

3. No se requerirá un permiso para ingresar en una Zona Antártica Especialmente Administrada.

4. No obstante lo dispuesto en el párrafo 3 *supra*, una Zona Antártica Especialmente Administrada puede comprender una o varias Zonas Antárticas Especialmente Protegidas, a las que queda prohibido ingresar, salvo en conformidad con un permiso expedido según lo estipulado en el Artículo 7 *infra*.

ARTICULO 5

PLANES DE GESTION

1. Cualquier Parte, el Comité, el Comité Científico de Investigación Antártica o la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos pueden proponer que se designe una zona como Zona Antártica Especialmente Protegida o como Zona Antártica Especialmente Administrada, presentando un proyecto de Plan de Gestión a la Reunión Consultiva del Tratado Antártico.

La zona cuya designación se propone deberá tener un tamaño suficiente para proteger los valores para los cuales se requiere la protección o la gestión especial.

Los Planes de Gestión propuestos incluirán según proceda:

- (a) una descripción del valor o los valores que requieren una protección o administración especial;
- (b) una declaración de las finalidades y objetivos del Plan de Gestión destinados a proteger o administrar dichos valores;
- (c) las actividades de gestión que han de emprenderse para proteger los valores que requieren una protección o administración especial;
- (d) un período de designación, si procede;
- (e) una descripción de la zona que comprenda:
 - (i) las coordenadas geográficas, las indicaciones de límites y los rasgos naturales que delimitan la zona;
 - (ii) el acceso a la zona por tierra, por mar o por aire, inclusive los puntos marinos de aproximación o anclaje, las rutas para peatones y vehículos dentro de la zona, las rutas de navegación aéreas y las zonas de aterrizaje;
 - (iii) la ubicación de las estructuras, inclusive las estaciones científicas, los locales de investigación o de refugio, tanto en la zona como en sus inmediaciones; y
 - (iv) la ubicación en la zona o cerca de ella de otras Zonas Antárticas Especialmente Protegidas o de Zonas Antárticas Especialmente Administradas designadas de conformidad con el presente Anexo, u otras zonas protegidas designadas en conformidad con las medidas adoptadas en el marco de otros componentes del Sistema del Tratado Antártico.
- (f) la identificación de zonas dentro del área en que las actividades estarán prohibidas, limitadas o administradas con objeto de alcanzar los objetivos y finalidades mencionados en el inciso (b) *supra*;

(g) mapas y fotografías, que muestren claramente los límites del área con respecto a los rasgos circundantes y las características principales de la zona;

(h) documentación de apoyo;

(i) tratándose de una zona propuesta para designarse como Zona Antártica Especialmente Protegida, una exposición clara de las condiciones que justifiquen la expedición de un permiso por parte de la autoridad competente, con respecto a:

- (i) el acceso a la zona y los desplazamientos en su interior o sobre ella;
- (ii) las actividades que se llevan o que puedan llevar a cabo en la zona, teniendo en cuenta las restricciones de tiempo y lugar;
- (iii) la instalación, modificación o desmantelamiento de estructuras;
- (iv) la ubicación de campamentos;
- (v) las restricciones relativas a los materiales y organismos que puedan introducirse en la zona;
- (vi) la recolección de flora y fauna indígenas o los daños que puedan sufrir éstas;
- (vii) la toma o traslado de cualquier cosa que no haya sido traída a la zona por el titular del permiso;
- (viii) la eliminación de desechos;
- (ix) las medidas que pueden requerirse para garantizar que los objetivos y las finalidades se pueden seguir persiguiendo; y
- (x) los requisitos relativos a los informes que han de presentarse a la autoridad competente acerca de las visitas a la zona;

(j) con respecto a una zona propuesta para su designación como Zona Antártica Especialmente Administrada, un código de conducta relativo a:

- (i) el acceso a la zona y los desplazamientos en su interior o sobre ella;
- (ii) las actividades que se llevan o que pueden llevarse a cabo en la zona, teniendo en cuenta las restricciones de tiempo y lugar;
- (iii) la instalación, modificación o desmantelamiento de construcciones;
- (iv) la ubicación de campamentos;
- (v) la recolección de flora y fauna indígenas

o los daños que puedan sufrir éstas;
(vi) la toma o traslado de cualquier cosa que no haya sido traída a la zona por el visitante;
(vii) la eliminación de desechos; y
(viii) los requisitos relativos a los informes que han de presentarse a la autoridad competente acerca de las visitas a la zona;

(k) las disposiciones relativas a las circunstancias en que las Partes deberían procurar intercambiar información antes de que se emprendan las actividades propuestas.

ARTICULO 6

PROCEDIMIENTOS DE DESIGNACION

1. Los Planes de gestión se transmitirán al Comité, al Comité Científico de Investigación Antártica y, cuando proceda, a la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Al formular el dictamen que presentará a la Reunión Consultiva del Tratado Antártico, el Comité Científico de Investigación Antártica y, cuando proceda, por la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Ulteriormente, los Planes de Gestión podrán ser aprobados por las Partes Consultivas del Tratado Antártico en virtud de una medida adoptada durante una Reunión Consultiva del Tratado Antártico, de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. Si la medida no especifica lo contrario, se estimará que el Plan habrá quedado aprobado 90 días después de la clausura de la Reunión Consultiva del tratado Antártico en que se adoptó, a menos que una o más de las Partes Consultivas notifique al Depositario, dentro de ese plazo, que desea una prórroga del mismo o que no puede aprobar la medida.

2. En consideración a las disposiciones de los Artículos 4 y 5 del Protocolo, ninguna zona marina se designará como Zona Antártica Especialmente Protegida o como Zona Antártica Especialmente Administrada sin aprobación previa de la Comisión para la Conservación de Recursos Vivos Marinos Antárticos.

3. La designación de una Zona Antártica Especialmente Protegida o de una Zona Antártica Es-

pecialmente Administrada tendrá vigencia indefinidamente, a menos que el Plan de Gestión estipule otra cosa. El Plan de Gestión se revisará cada cinco años y se actualizará cuando se considere conveniente.

4. Los Planes de Gestión podrán enmendarse o revocarse, de conformidad con el párrafo 1 *supra*.

5. Una vez aprobados los Planes de Gestión, el Depositario los comunicará rápidamente a todas las Partes. El Depositario llevará un registro de todos los Planes de Gestión aprobados y en vigor.

ARTICULO 7

PERMISOS

1. Cada Parte designará una autoridad competente que expedirá los permisos que autoricen ingresar y emprender actividades en una Zona Antártica Especialmente Protegida en conformidad con las disposiciones del Plan de Gestión relativo a dicha zona. El permiso irá acompañado de los párrafos pertinentes del Plan de Gestión y especificará la extensión y la ubicación de la zona, las actividades autorizadas y cuándo, dónde y por quién están autorizadas las actividades o cualquier otra condición impuesta por el Plan de Gestión.

2. En caso de que una Zona Antártica Especialmente Protegida designada como tal por anteriores Reuniones Consultivas del Tratado Antártico carezca de Plan de Gestión, la autoridad competente podrá expedir un permiso para un propósito científico apremiante que no pueda conseguirse en otra parte y que no ponga en peligro el ecosistema natural de la zona.

3. Cada Parte exigirá que el titular de un permiso lleve consigo una copia de éste mientras se encuentre en la Zona Antártica Especialmente Protegida concernida.

ARTICULO 8

SITIOS Y MONUMENTOS HISTORICOS

1. Los sitios o monumentos de reconocido valor histórico que se hayan designado como Zonas

Antárticas Especialmente Protegidas o como Zonas Antárticas Especialmente Administradas, o que estén situados en tales zonas, deberán clasificarse como Sitios y Monumentos Históricos.

2. Cualquier Parte Consultiva del Tratado Antártico podrá proponer que un sitio o monumento de reconocido valor histórico que no se haya designado como Zona Antártica Especialmente Protegida o Zona Antártica Especialmente Administrada, o que no esté situado dentro de una de estas zonas, se clasifique como Sitio o Monumento Histórico. Esta propuesta de clasificación puede ser aprobada por las Partes Consultivas al Tratado Antártico, de conformidad con el Artículo IX (1) del Tratado Antártico. Si la medida no especifica lo contrario, se estimará que el Plan habrá quedado aprobado 90 días después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en que se adoptó, a menos que una o más Partes Consultivas notifique al Depositario, dentro de ese plazo, que desea una prórroga del mismo o que no puede aprobar la medida.

3. Los Sitios y Monumentos Históricos que hayan sido designados como tales en anteriores Reuniones Consultivas del Tratado Antártico se incluirán en la lista de Sitios y Monumentos Históricos mencionada en el presente artículo.

4. Los Sitios y Monumentos Históricos no deberán dañarse, trasladarse ni destruirse.

5. Se puede enmendar la lista de Sitios y Monumentos Históricos de conformidad con el párrafo 2 *supra*. El Depositario llevará una lista actualizada de los Sitios y Monumentos Históricos.

ARTICULO 9

INFORMACION Y PUBLICIDAD

1. Para garantizar que todas las personas que visitan o se proponen visitar la Antártida comprendan y acaten las disposiciones del presente Anexo, cada Parte preparará y distribuirá información sobre:

- (a) la ubicación de las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas y las Zonas Antárticas Especialmente Administradas;

- (b) las listas y los mapas de dichas zonas;

- (c) los Planes de Gestión, con la mención de las prohibiciones correspondientes a cada zona; y

- (d) la ubicación de los Sitios y Monumentos Históricos, con las correspondientes prohibiciones o restricciones.

2. Cada Parte verificará que la ubicación y, en lo posible, los límites de las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas, de las Zonas Antárticas Especialmente Administradas y de los Sitios y Monumentos Históricos figuren en los mapas topográficos, en las cartas hidrográficas y en otras publicaciones pertinentes.

3. Las Partes cooperarán para garantizar que, cuando proceda, se marquen visiblemente en el lugar los límites de las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas, de las Zonas Antárticas Especialmente Administradas y de los Sitios y Monumentos Históricos.

ARTICULO 10

INTERCAMBIO DE INFORMACION

Las Partes adoptarán disposiciones para:

- (a) reunir e intercambiar registros, en particular los registros de los permisos y los informes de las visitas e inspecciones efectuadas en las Zonas Antárticas Especialmente Protegidas y las Zonas Antárticas Especialmente Administradas;

- (b) obtener e intercambiar información sobre cualquier cambio o daño significativo registrado en cualquier Zona Antártica Especialmente Protegida, cualquier Zona Antártica Especialmente Administrada o cualquier Sitio o Monumento Histórico; y

- (c) preparar formularios normalizados para que las Partes comuniquen los registros e informaciones, de conformidad con el párrafo 2 *infra*.

2. Cada Parte informará a las demás antes de finales de noviembre de cada año, el número y la índole de permisos expedidos de conformidad con el presente Anexo durante el anterior período del 1° de julio al 30 de junio.

3. Toda Parte que lleve a cabo, financie o autorice actividades de investigación o de otro tipo en Zonas Antárticas Especialmente Protegidas o Zonas Antárticas Especialmente Administradas llevará un registro de éstas y, con motivo del intercambio anual de información previsto por el Tratado, proporcionará descripciones resumidas de las actividades llevadas a cabo por personas sujetas a su jurisdicción en dichas zonas durante el año transcurrido.

4. Cada Parte informará a las demás y al Comité, antes de finales de noviembre de cada año, de las medidas que ha adoptado para aplicar las disposiciones del presente Anexo, en particular las inspecciones de los sitios, y de las medidas que ha tomado para señalar a las autoridades competentes cualquier actividad que haya contravenido las disposiciones del Plan de gestión aprobado para una Zona Antártica.

ARTICULO 11

CASOS DE EMERGENCIA

1. Las restricciones establecidas y autorizadas por el presente Anexo no se aplicarán en casos de emergencia en los que está en juego la seguridad de vidas humanas o de buques, de aeronaves o equipos e instalaciones de gran valor o la protección del medio ambiente.

2. Las actividades realizadas en casos de emergencia se notificarán rápidamente a todas las Partes y al Comité.

ARTICULO 12

ENMIENDAS O MODIFICACIONES

1. El presente Anexo podrá enmendarse o modificarse por una medida adoptada en conformidad con el párrafo 1 del Artículo IX del Tratado Antártico. Si la medida no especifica lo contrario, se estimará que la enmienda o modificación habrá

sido aprobada, y entrará en vigor, un año después de la clausura de la Reunión Consultiva del Tratado Antártico en que se adoptó, a menos que una o más de las Partes Consultivas notifique al Depositario, dentro de ese plazo, que desea una prórroga del mismo o que no puede aprobar la medida.

2. Cualquier enmienda o modificación del presente Anexo que entre en vigor en conformidad con el párrafo 1 *supra*, entrará en vigor para cualquier otra Parte cuando el Depositario haya recibido la notificación de que dicha Parte la aprueba.

Capítulo 1

ASPECTOS NORMATIVOS DE LA NAVEGACION MARITIMA EN EL AREA DEL TRATADO ANTARTICO

A. E. Molinari

TEMARIO

Evolución de las diferentes cuestiones vinculadas a la navegación marítima , a través de los mecanismos de decisión del Sistema del Tratado Antártico

Un concepto amplio del área de aplicación del Tratado Antártico, indica que deberá entenderse por tal al espacio situado al sur del paralelo de 60° de latitud Sur.

En principio, entonces, todo buque con rumbo sur que atraviese la línea imaginaria del mencionado paralelo, estará ingresando a un espacio especialmente regulado debiendo atender, además de las normas vigentes en el país de su bandera, el régimen normativo establecido para el área por el Tratado Antártico.

La afirmación que precede es válida para aquellos buques de propiedad o al servicio de los Estados o particulares provenientes de países que son Partes del Tratado Antártico, aunque en la práctica se observa un aceptable reconocimiento de las normas vigentes por parte de buques de terceras banderas, en buena medida debido a las condiciones adversas que presentan para la navegación las aguas antárticas y de la probada eficacia del régimen establecido por el Tratado.

Asimismo, es conveniente recordar que en el texto de la Convención para la Reglamentación de las Actividades sobre Recursos Minerales Antárticos (Wellington, 1988), por primera vez se define el concepto de usos establecidos de la Antártida, comprensivo de aquellas actividades legítimas o permitidas que se pueden llevar a cabo en el área de aplicación del Tratado Antártico,

mencionando a la **navegación** (marítima) y **aeronavegación** conjuntamente con las operaciones logísticas, investigación científica, conservación y uso racional de los recursos vivos, el turismo y la preservación de los monumentos históricos, siempre que se realicen "en conformidad con el Sistema del Tratado Antártico". Si bien la convención sobre recursos minerales no llegó a entrar en vigencia y la enumeración citada no puede considerarse exhaustiva, adquiere validez desde el punto de vista interpretativo, permitiéndonos concluir que al navegar las aguas comprendidas dentro del área de aplicación del Tratado Antártico, observando las normas generadas por su sistema, se ejerce uno de los usos permitidos de la Antártida.

A partir de las afirmaciones básicas que anteceden, corresponde preguntarse cuál debe ser la modalidad de la navegación en dichas aguas. En otras palabras, qué debe entenderse por navegar en conformidad con el Sistema del Tratado Antártico.

El artículo VI del Tratado al expresar que el mismo no "perjudicará o afectará en modo alguno los derechos o el ejercicio de los derechos de cualquier Estado conforme al Derecho Internacional en lo relativo a la alta mar dentro de esa región", recoge la figura de alta mar enmarcada en el principio de libertad de los mares fuera de

jurisdicción estatal contenido en la Convención sobre la Alta Mar (Ginebra, 1958). En consecuencia, puede inferirse que los alcances de la expresión derecho de los Estados en la alta mar incluye la libertad de navegación establecida en la letra de la Convención de Ginebra, mantenida casi sin variantes años más tarde en la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

Sin embargo, el principio general de libertad de navegación en el espacio oceánico que circunda el continente antártico, reconocido por el Derecho Internacional y declarado en el propio Tratado Antártico, es limitado por restricciones específicas propias del status jurídico y político establecido desde la entrada en vigencia del Tratado, de los riesgos ciertos o potenciales que supone toda navegación en aguas cubiertas de hielo y la fragilidad del medio ambiente antártico. Algunas de esas restricciones ya están contenidas en el Tratado Antártico, otras han sido adoptadas con posterioridad por los países miembros.

En ese orden, el Tratado Antártico establece un sistema de inspecciones sobre las actividades que sus Estados Miembros desarrollan en la Antártida. Este mecanismo de control recíproco sustentado en el doble propósito de verificar el cumplimiento de los compromisos asumidos y otorgar transparencia al régimen internacional vigente, también se aplica a los buques que pueden ser inspeccionados tanto a bordo como a través de la observación aérea.

En la XIX Reunión Consultiva del Tratado Antártico (Seúl, 1995) se adoptó, en la Resolución 5 (1995), un modelo de lista de control para inspeccionar buques dentro del área del Tratado Antártico (ver Anexo I) con capítulos que requieren minuciosa información sobre características generales de la nave, tripulación y pasajeros, personal militar a bordo, sistema de propulsión, equipos de emergencia y comunicaciones, servicios médicos, disponibilidades de carga, tipos y cantidades de combustibles, capacidad de respuesta ante emergencias en navegación y para prevenir o minimizar impactos sobre el medio ambiente, entre otros aspectos cuya información debe ser facilitada en la medida de lo posible por la autoridad del buque.

El procedimiento de inspección se ajustará a las pautas generales contenidas en el Artículo VII del Tratado Antártico, destacándose en el caso de buques la siguiente modalidad:

i) Solamente podrán ser inspeccionados los buques que enarbolan la bandera de un Estado Parte del Tratado Antártico.

ii) La inspección a bordo se realizará en los puntos de embarque y desembarque de personal o carga en la Antártida.

iii) Las inspecciones que no se ajusten a los requisitos antes mencionados, incluyendo el caso de aquellos buques de terceras banderas charreados por Estados Partes del Tratado Antártico, sólo podrán llevarse a cabo con el consentimiento expreso del capitán del buque.

El último párrafo retoma las salvaguardas a los derechos de la alta mar dentro del área del Tratado, contenidas en el Artículo VI ya comentado.

Además de la figura de inspección descripta, en la letra del Tratado Antártico surgen otras imposiciones que pueden considerarse como limitaciones al principio general de libertad de navegación. Tal el caso de las prohibiciones de realizar maniobras militares y utilizar energía nuclear, entendiéndolas aplicables a buques, o bien, el compromiso de los Estados Partes de adelantar la información a todos los demás Estados Partes, sobre los buques que afectarán a sus expediciones e itinerarios programados.

Otro aspecto vinculado a la materia que analizamos es el relativo a la seguridad de la navegación en la Antártida. En ese sentido, las Partes Consultivas del Tratado han manifestado su preocupación a través de diversas recomendaciones (Recomendaciones XIV-10; XV-18 y XV-19), en las cuales proponen a sus Gobiernos mejorar o desarrollar servicios de información meteorológica y, especialmente, sobre hielo marino en el área del Tratado Antártico.

Esta iniciativa promueve la cooperación entre los Estados Partes con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) y el Comité Científico de Investigación Antártica (SCAR) para facilitar el intercambio de información en tiempo real de pronósticos meteorológicos, presencia de hielo marino, corrientes y condiciones del estado del mar, que posibiliten el óptimo trazado de rutas de navegación a partir de datos completos, oportunos y confiables.

La seguridad náutica también es considerada desde el punto de vista cartográfico, recurriéndose al asesoramiento calificado de la Organización

Hidrográfica Internacional (OHI). Los Estados Partes mediante la Recomendación XV-19 (París, 1989), solicitan la cooperación internacional entre aquellos países que realizan estudios hidrográficos y cartas náuticas en aguas antárticas "a fin de contribuir a la seguridad de la navegación, la protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y relacionados, y para fines científicos".

Uno de los fundamentos que movilizan el trabajo multilateral en este campo, es que las condiciones del hielo marino pueden conducir al desvío de los buques con respecto a las rutas conocidas, requiriendo una ampliación de las cartas para que abarquen las aguas contiguas a tales rutas.

Sin bien en la práctica a través de foros especializados se lograron progresos, normativamente el Sistema del Tratado Antártico no alcanzó a cubrir todos los aspectos que demanda la cuestión. Debe destacarse, sin embargo, que los Estados interesados contribuyen unilateralmente con legislación interna y organismos competentes en seguridad náutica, apoyando la navegación de sus buques en aguas antárticas.

En materia de protección medioambiental de la Antártida es donde la regulación normativa referida a buques se halla un poco más desarrollada. Uno de los instrumentos anexos al Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (Madrid, 1991) legisla sobre la prevención de la contaminación marina por buques, a los que define con criterio amplio como embarcaciones "de cualquier tipo que opere en el medio marino, incluidos los aliscafos, los aerodeslizadores, los sumergibles, las naves flotantes y las plataformas fijas o flotantes".

El mismo criterio se utiliza para determinar los sujetos a quienes se dirigen las medidas, ya que en principio su obligatoriedad no sólo comprende a los Estados Partes y a los buques con derecho a enarbolar su pabellón, sino también "a cualquier otro buque que participe en sus operaciones antárticas o las apoye mientras opere en el área del Tratado Antártico".

Este amplio alcance es bloqueado más adelante bajo el título inmunidad soberana, donde excluye de la aplicación de las medidas a los buques de guerra, unidades navales auxiliares o buques que "siendo propiedad de un Estado o estando a su servicio, sólo le presten en ese momento servicios

gubernamentales de carácter no comercial", con lo cual prácticamente la mayoría de las unidades que operan para los programas antárticos nacionales quedarían fuera de los alcances del instrumento, reduciéndose a una exhortación para que adopten las medidas necesarias a fin de que los buques de su propiedad o a su servicio actúen de manera compatible con el mismo.

El referido texto, expresa una directa vinculación con el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques y sus enmiendas (MARPOL 73/78) legislando sobre descarga de hidrocarburos petrolíferos, operación frecuente para abastecer las estaciones antárticas; eliminación de basura y aguas residuales desde buques, para la cual establece distancias a partir de la costa donde podrán realizarse vertimientos y una referencia general sobre el diseño, construcción, dotación y equipamiento que deberían tener los buques que navegan en el área del Tratado Antártico.

Este último aspecto reviste suma importancia, y exige mayor atención por parte de gobiernos, armadores y empresas navieras, ya que juega un papel determinante no sólo en materia de protección del medio ambiente, sino también en cuanto a la seguridad de la vida humana y la efectividad de los costosos esfuerzos logísticos que supone toda expedición antártica.

Tal preocupación vuelve a reflejarse en la Recomendación XVIII-1 (Kyoto, 1994) sobre turismo y actividades no gubernamentales donde los Estados Partes solicitan a los operadores u organizadores de viajes, que consideren el uso de buques apropiados para operar en Antártida.

Completamos así una parte del breve análisis sobre regulaciones referidas a la navegación marítima en el área de aplicación del Tratado Antártico, que se integran a la amplia y compleja estructura normativa sobre todos los usos posibles de la Antártida adoptada por el sistema de dicho Tratado desde su entrada en vigencia en el año 1961.

La República Argentina, signatario original del Tratado Antártico, incorporó a su legislación interna todos estos instrumentos y ha fijado como una de las prioridades de la política nacional antártica la seguridad de la navegación marítima, a la vez que promueve, en su condición de "Puerta de entrada a la Antártida" (Gateway to Antarctica), el empleo de los puertos y servicios

argentinos para apoyo de las actividades que buques de su bandera y de terceras banderas lleven a cabo en la Antártida.

Sin embargo, el proceso evolutivo de la regulación de la navegación marítima en el área de aplicación del Tratado Antártico no se agota en las instancias descriptas, ya que en el año 1996 la Organización Marítima Internacional (OMI) aprueba el primer proyecto de un **Código Internacional para Seguridad de Buques en Aguas Polares**, conocido también como **Código Polar**.

En dicho instrumento se pretende establecer un criterio uniforme para el diseño, equipamiento y operatividad de buques que naveguen en aguas circundantes al Polo Norte y al Polo Sur.

Las Partes del Tratado Antártico tomaron nota de la existencia del texto en cuestión, a través de un breve párrafo contenido en el Informe Final de la XXI Reunión Consultiva (Christchurch, 1997) y profundizaron el debate durante la XXII Reunión Consultiva (Tromso, 1998) a instancias de los documentos de trabajo “The Polar Code for Shipping” (XXII ATCM/WP13) y “The International Code of Safety for Ships Navigating in Polar Waters- The Antarctic Issues” (XXII ATCM/WP18) presentados por el Consejo de Administradores de Programas Antárticos Nacionales (COMNAP) y Noruega respectivamente.

En términos generales ambos documentos coinciden en la potencial utilidad de un cuerpo normativo que aborde en forma integral la problemática particular de la navegación en aguas antárticas; como así también señalan las diferentes condiciones de navegación existentes en las aguas polares según correspondan al Artico o a la Antártida. Tales diferencias deben considerarse al momento de legislar, con un criterio específico para cada caso y quedan claramente expresadas en el documento de Noruega donde se las identifica en tres grupos;

i) Técnicas:

- Los hielos en el Artico y en la Antártida son diferentes en textura y formación.
- El tránsito de buques en el área antártica es especializado (buques de investigación, turísticos y pesqueros) y en su gran mayoría operan solamente durante el verano.
- La OMI otorgó especial consideración a la Antártida en materia de contaminación por

hidrocarburos, líquidos nocivos y basura.

- Las importantes distancias que presenta la Antártida con relación a puertos y mecanismos de rescate en casos de emergencia.

ii) Legales y Políticas:

- La Antártida y sus aguas circundantes se hallan bajo un único régimen legal conocido como Sistema del Tratado Antártico, el cual debería ser apropiadamente considerado y reflejado en el Código Polar

iii) Medioambientales:

- El Código Polar debería armonizar con los regímenes medioambientales vigentes para la Antártida o bien, estos deberían ser incorporados de la mejor manera dentro del Código Polar.

De esta forma, un nuevo espacio de negociación queda abierto a partir de este ambicioso proyecto de codificación para la navegación en aguas polares que alcanzaría a todos los buques independientemente de sus banderas y cuya complejidad se refleja a lo largo de los 17 capítulos y 3 anexos que componen el texto de la última versión del proyecto de Código Polar (Documento OMI. DE 41/WP.7 -11/03/1998) el cual, según las estimaciones de la OMI, podría estar en condiciones de ser adoptado en el año 2001 (Ver Anexo II).

Mientras tanto las Partes Consultivas del Tratado Antártico adoptaron en la reunión de Tromso la Resolución 3(1998) en la cual hacen notar el desarrollo alcanzado por el proyecto de Código Internacional de Seguridad de Buques en Aguas Polares dentro del contexto de la OMI, reconocen los beneficios de contar con un instrumento de esa naturaleza, a la vez que advierten que el mismo debe reunir los requerimientos contenidos en el artículo 10 del Anexo IV del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente (diseño, construcción, dotación y equipamiento de los buques), para finalmente recomendar a sus Gobiernos que a través de sus autoridades marítimas nacionales contribuyan con el proyecto de Código Polar que lleva adelante la OMI, aportando su experiencia en materia de navegación en aguas antárticas.

Desde entonces, el debate y negociación en torno al futuro Código Polar, quedó instalado en las agendas de las próximas Reuniones Consultivas del Tratado Antártico dentro del punto referido a seguridad de las operaciones en la Antártida.

Anexo 1

Las Partes Consultivas del Tratado Antártico adoptaron una serie de listas de verificación, que pueden ser utilizadas como referencia por los equipos de observadores en inspecciones realizadas bajo la forma prevista en el Artículo VII del Tratado Antártico.

*Dichas listas no intentan ser exhaustivas y sólo deben considerarse como modelo. En la XIX Reunión Consultiva del Tratado Antártico (Seúl, 1995), se adoptó la resolución 5 (1995) que contiene una lista de verificación (Checklist B) para utilizarse en **inspecciones a buques dentro del área del Tratado Antártico**. La versión original en idioma inglés se transcribe a continuación:*

CHECKLIST B

VESSELS WITHIN THE ANTARCTIC TREATY AREA

Observers undertaking an inspection of a vessel in the Antarctic Treaty Area should bear in mind that:	vessel
i) only a vessel flying the flag of a Treaty Party can be inspected;	1.5 Ship type (general cargo, scientific research, etc.)
ii) an inspection can only be undertaken under the terms of Article VII (3) of the Antarctic Treaty which states that inspections can only be carried out at points of discharging or embarking cargoes or personnel in Antarctica, and;	1.6 Date launched, if know
iii) Article VI of the Antarctic Treaty safeguards High Sea rights under international law within the Antarctic Treaty Area.	1.7 Primary activity of vessel at time of inspection (scientific research, logistic support, tourism, etc.)
	1.8 Planned itinerary
	1.9 Expected length of annual operating period in the Antarctic
	1.10 Area of operation in the Antarctic in past year
Inspections which are not in accord with paras (i) and (ii) above, including inspections of vessels chartered by Treaty Parties, can only be carried out with the explicit consent of the master of the vessel.	1.11 International logistic cooperation
	1.12 Presence of mandatory documentation (eg, IMO, inspection reports)

1. GENERAL INFORMATION

- 1.1 Name of ship visited
- 1.2 Radio call sign
- 1.3 State and/or Port of Registration
- 1.4 Owner, manager and/or charterer of

2. INSPECTION DETAILS

- 2.1 Date
- 2.2 Time of visit
- 2.3 Location of visit
- 2.4 Duration of visit

2.5	Last inspection (nation(s), date)	5.	PHYSICAL DESCRIPTION OF VESSEL
2.6	Persons conducting inspection	5.1	Basic dimensions (gross tonnage, length, beam, draught, etc.)
3.	PERSONNEL	5.2	Marine classification, including ice strengthening classification
3.1	Name of captain	6.	NAVIGATION AIDS
3.2	Name of expedition leader or person in charge	6.1	Navigation aids and equipment (radar, sonar, depth sounding equipment, weather facsimile receiver, weather/ice satellite picture facilities, Global Position System (GPS) or similar)
3.3	Total number of personnel on board - crew (eg, captain, officers, crew and catering staff) - staff (eg, scientists, expedition or tour staff, helicopter pilots) - passengers (eg, members of the expedition that are not crew or staff)	6.2	Back-up or emergency equipment carried
3.4	Maximum accommodation capacity of vessel	6.3	Availability and currency of hydrographic charts
3.5	Previous Antarctic experience of captain and deck officers	6.4	Availability and currency of Antarctic Pilot reference material
3.6	Previous Antarctic experience of other crew and staff	7.	COMMUNICATIONS
3.7	Training of crew, staff and passengers (safety, life-boat drills, emergency response, etc.)	7.1	Communication facilities
4.	SCIENTIFIC RESEARCH	7.2	Presence of emergency beacons (EPIRBS, etc.)
4.1	Principal scientific programmes undertaken by the vessel	8.	TRANSPORT
4.2	Dedicated scientific facilities on the vessel	8.1	Type and number of small craft (landing craft, inflatables, survey launches, etc.)
4.3	Number of research cruises planned during the season	8.2	Total capacity of lifeboats and liferafts. Whether lifeboats are motorised, open or enclosed, and covered by a relevant survey certificate
4.4	Number or nationality of scientists	8.3	Type and number of helicopters
4.5	Advance notice, use and control of radio-isotopes	8.4	Number of helicopter movements per Antarctic season

9. VESSEL FACILITIES-GENERAL CARGO	and generators
9.1 General cargo - types, amount	11.2 Subsidiary propulsion (bow and/or stern thrusters, etc.)
9.2 Presence and use of Cargo Record Book	11.3 Daily fuel consumption of engines and power generation (tonnes)
9.3 Cargo handling equipment	11.4 Filtering and monitoring of engine emissions (method)
9.4 Frequency and method of resupply to shore stations	
10. VESSEL FACILITIES-FUEL BUNKERS AND CARGO	12. VESSEL FACILITIES - MEDICAL
10.1 Fuel bunkers-types, amount and use of fuel (marine gas oil, petrol, etc.)	12.1 Medical facilities (eg, numbers of patient beds)
10.2 Fuel cargo-types, amount (aviation fuel, etc.)	12.2 Medical personnel
10.3 Types and capacity of fuel tanks. Use of double-bottomed tanks	13. VESSEL FACILITIES - HAZARDOUS SUBSTANCES
10.4 Deck storage of fuel	13.1 Responsibility for management of hazardous substances
10.5 Prevention and protection against leaks and spills	13.2 Types and quantities of hazardous substances being transported or used on board ship
10.6 Monitoring of fuel pumping systems and storage tanks (method)	13.3 Storage and monitoring arrangements
10.7 Transfer of bulk fuel (include transfer method)	13.4 Protection against leaks and spills
10.8 Responsibility for fuel management	14. FIREARMS / EXPLOSIVES
10.9 Processing of oily water (oily water separator, direct to storage tanks, etc.)	14.1 Number, type and purpose of firearms and ammunition
10.10 Capacity to retain on board all oily waste whilst in the Treaty Area	14.2 Amount, type and purpose of explosives
10.11 Presence and use of Oil Record Book	14.3 Storage of explosives and method of disposal
11. VESSEL FACILITIES - ENGINES AND POWER GENERATION	15. MILITARY SUPPORT ACTIVITIES
11.1 Number, type and capacity of engines	15.1 Describe any military support to the vessel (eg, personnel)

15.2	Details of military equipment held on the vessel	18.	ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT
16.	ANTARCTIC TREATY SYSTEM LEGISLATION	18.1	Awareness of captain (and deck officers), and chief scientist and/or expedition leader of EIA
16.1	Availability of Antarctic Treaty System documentation of the vessel	18.2	EIAs prepared for activities currently being undertaken (eg, research cruise)
16.2	Understanding and application of the provisions of the Antarctic Treaty and related agreements	18.3	Environmental monitoring of activities undertaken by the vessel (eg, monitoring of seismic surveys)
17.	EMERGENCY RESPONSE CAPABILITY	19.	CONSERVATION OF FLORA AND FAUNA
17.1	<i>General</i>	19.1	Methods of making crew, staff and passengers aware of prohibited activities and guidelines relating to the conservation of Antarctic flora and fauna
	a) Search and rescue capability	19.2	Vessel guidelines regarding the use of aircraft, small boats and ship's personnel close to concentrations of wildlife
	b) Incidents in the current Antarctic season resulting in damage to the vessel or impact on the Antarctic environment	19.3	Details of any native mammals, birds or invertebrates that have been killed, injured, captured, handled or disturbed during the past year. Methods used to kill, capture and or handle animals. Issue of permits and reasons for their issue
	c) Method of reporting incidents	19.4	Harmful interference with animals and plants due to vessel activities. Issue or permits and reasons for their issue
17.2	<i>Medical</i>	19.5	Whether non-indigenous animals or plants carried on board the vessel (dogs, birds, ornamental plants, etc.)
	a) Evacuation plan for medical emergencies	19.6	Actions taken to avoid accidental introduction of non-indigenous species (animals, plants, microorganisms)
	b) Ship's capacity to mobilise in support of medical emergencies elsewhere	20.	WASTE MANAGEMENT
17.3	<i>Fire</i>	20.1	Waste management plan for the separation, reduction, collection, storage
	a) Fire emergency plan		
	b) Fire fighting equipment		
	c) Training of personnel for fire fighting		
	d) Fire fighting exercises (frequency)		
17.4	<i>Pollution (oil and chemical spills)</i>		
	a) Shipboard oil pollution contingency plan		
	b) Spill response materials and equipment available on board		
	c) Training of personnel to deal with spills		
	d) Spill response exercises (frequency)		
	e) Ship's capacity to mobilise in support of spill response elsewhere		

	and disposal of wastes	20.10	Type of sewage treatment. Disposal of sludge. Presence and currency of sewage record book
20.2	Responsibility for waste management on the vessel	20.11	Recycling of wastes
20.3	Availability of an up to date waste management report	20.12	Whether contractual arrangements have been made for the use of Port Reception facilities
20.4	Training of crew, staff and passengers in waste minimisation and management and the need to minimise the impact of ship-board wastes on the environment	21.	MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS
20.5	Publicly displayed notices concerning waste management practices on board	21.1	Responsibility for ensuring compliance with management plans for protected areas
20.6	Current waste disposal methods:	21.2	Current management plans and maps of relevant protected areas held on the vessel
	a) Radioactive materials	21.3	Entry by crew, staff or passengers to protected areas during the current Antarctic season. Issue of permits and reasons for their issue
	b) Electrical batteries	21.4	Problems with crew, staff or passengers not observing the restrictions of protected areas (eg, lack of supervision)
	c) Fuel (both liquid and solid) and lubricants	21.4	Problems with crew, staff or passengers not observing the restrictions of protected areas (eg, lack of supervision)
	d) Wastes containing harmful levels of heavy metals or acutely toxic or harmful persistent compounds	21.5	Monitoring or management of protected areas
	e) Poly-vinyl chloride (PVC), polyurethane foam, polystyrene foam, rubber	22.	TOURIST AND NON - GOVERNMENTAL ACTIVITIES
	f) Other plastics	22.1	Advance notification provided as required under the Antarctic Treaty
	g) Treated wood	22.2	Number of tourist or non-governmental expedition cruises already undertaken or planned by the vessel in the current Antarctic season
	h) Fuel drums	22.3	Location, date, number and nationality of research stations visited
	i) Other solid, non combustible wastes		
	j) Organic wastes		
	- Residues of carcasses of imported animals		
	- Laboratory cultures of micro-organisms and plant pathogens		
	- Introduced avian products		
	- Other organic wastes (food wastes, etc.)		
	k) Sewage and domestic liquid wastes		
	l) Waste produced by field parties		
20.7	Adequate storage space on board to retain all wastes on board whilst in the Treaty Area		
20.8	Equipment for waste management (compactors, shredders, comminuters, etc.)		
20.9	Type of incineration. Disposal of ash. Control and monitoring of emissions		

- 22.4 Location, date and number of wildlife or other sites visited
- 22.5 Total number of tourists or expedition personnel carried
- 22.6 Number of tourists ashore at any one time
- 22.7 Normal ratio of staff to tourists during visits ashore
- 22.8 Procedures used to facilitate and control tourist and non-governmental activities, in implementation of Recommendation XVIII-1
- 22.9 Indications of environmental impact of crew, staff and passengers during visits ashore
- 22.10 Affiliation of tour organiser, ship owner or operator to any tourism association (eg, International Association of Antarctic Tour Operators)

Anexo 2

CONTENIDO DEL PROYECTO DE CODIGO INTERNACIONAL PARA SEGURIDAD DE BUQUES EN AGUAS POLARES

(Traducción no oficial extraída del Documento OMI DE 41/WP. 7 - 11 de marzo 1998, original en idioma inglés).

-Preámbulo

-Guía para el Código

Capítulo 1 - General

PARTE A: NORMAS DE CONSTRUCCION

Capítulo 2 - Estructuras.

Capítulo 3 - Subdivisión y Estabilidad.

Capítulo 4 - Comodidades y medidas de escape de emergencia.

Capítulo 5 - Sistema de Control.

Capítulo 6 - Sistema de fondeo y sistema de remolque.

Capítulo 7 - Máquina principal.

Capítulo 8 - Máquinas auxiliares.

Capítulo 9 - Instalaciones eléctricas.

PARTE B: EQUIPAMIENTO

Capítulo 10 - Lucha contra incendios.

Capítulo 11 - Equipamiento para salvaguardia de la vida humana y superviven-

cia.

Capítulo 12 - Equipos de navegación.

Capítulo 13 - Comunicaciones.

PARTE C: ASUNTOS OPERACIONALES

Capítulo 14 - Standars operacionales.

Capítulo 15 - Tripulación.

Capítulo 16 - Equipamiento de emergencia.

Capítulo 17 - Protección del medio ambiente y control de averías.

ANEXOS:

Anexo 1 - Documento de compromiso.

Anexo 2 - Aparatos de respiración.

Anexo 3 - Facilidades para la salvaguardia de la vida humana y equipo de superviven-
cia.

Capítulo 2

CONVENIO DE MARPOL

Luis Vila

TEMARIO

2.1 Los cambios en la sociedad

2.2 La contaminación

2.3 La contaminación por buques

2.4 La legislación nacional

2.5 Los convenios internacionales

2.5.1 El Convenio Marpol 73/78

2.5.2 El Protocolo de Madrid

2.5.3 El Convenio OPRC 90

2.6 El Plan de Contingencia

2.6.1 Grupo de respuesta

2.6.2 Comunicaciones

2.6.3 Documentación de los hechos

2.6.4 Costos

2.6.5 Relaciones con la comunidad

2.1 Los cambios en la sociedad

Durante las últimas décadas se han incrementado los cambios en la sociedad, con una notable influencia de las fuentes energéticas, la electrónica, la telemática, las comunicaciones, el fax, el módem y la televisión por cable.

Todo ello ha posibilitado que aquella información que hace unos años demoraba mucho tiempo en ser conocida por regiones distantes del lugar en que había ocurrido, ahora sea conocida rápidamente. El ejemplo quizás más claro sea la Guerra del Golfo transmitida por televisión en directo a todo el mundo.

Esta transformación de la sociedad que ha permitido la globalización de la información, ha

traído aparejado cambios en todos los aspectos.

Uno de ellos es el interés de la comunidad en los aspectos ambientales, la preservación de los recursos naturales y la prevención de la contaminación.

Lo que antes era conocido sólo por algunos científicos y profesionales, hoy en día es sabido por toda la sociedad y es así como los problemas ambientales globales, como la merma de la biodiversidad, la escasez de agua dulce, el agujero de ozono, el efecto invernadero, el manejo de residuos tóxicos y peligrosos, la lluvia ácida, la contaminación del mar, la desertificación, la deforestación, etc. pasan a ser tema cotidiano en cualquier lugar del mundo.

El más claro ejemplo del cambio de la sociedad

mundial está dado por este hecho verídico: cuando se realizó la Primera Cumbre de la Tierra en 1972 en Estocolmo, asistieron sólo dos Jefes de Estado, el del país anfitrión y la Primera Ministro de la India, la Sra. Indira Gandhi, pero cuando se realizó la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, más conocida como la Cumbre de Río, en 1992, asistieron 114 Jefes de Estado.

Estos cambios de la sociedad pueden observarse, por ejemplo, a nivel de las actividades del Poder Ejecutivo que ha creado la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano.

A nivel del Poder Legislativo, se puede observar el dictado de diversas leyes, entre las que se destacan las que aprueban el Convenio MARPOL, el Protocolo de Madrid, el Convenio de Basilea sobre transporte transfronterizo de residuos peligrosos, la Ley Nacional de Residuos Peligrosos y el Convenio de Cooperación.

A nivel del Poder Judicial, podemos observar en forma cotidiana la intervención de Magistrados que inician causas por contaminación de las aguas, por vertido de desechos peligrosos o por la venta de alimentos en mal estado.

Este proceso de cambio en las funciones del Estado, es a su vez acompañado por nuevas modalidades de alimentación -han aparecido productos orgánicos- y de vestimenta (se ha producido una retracción en el uso de pieles).

No se puede dejar de destacar que todo este proceso de la sociedad ha sido fuertemente sostenido por las organizaciones no gubernamentales (ONG's), las cuales -con diversidad de criterios y procedimientos- alientan a la comunidad a incrementar su participación en la toma de decisiones de aquellos aspectos que pueden llegar a cambiar o a incidir en el sistema medio ambiental.

2.2 La contaminación

La explosión demográfica de este siglo, el mayor consumo de bienes per capita, el incremento en el uso de nuevos productos químicos, el avance de la urbanización y la consecuente baja de la población en zonas rurales, el incremento de la desertificación y de las zonas de sembradíos en detrimento de zonas boscosas, la búsqueda incesante de nuevas fuentes

alternativas de energía, ha llevado a la sociedad actual a producir un sinnúmero de situaciones contaminantes.

Es así como se observa la contaminación del aire por efecto de la lluvia ácida, como producto de la emisión de residuos gaseosos de innumerables industrias, por causa de la emisión de gases de escape de los autos, por ruido emitido por industrias y por la vida cotidiana.

En el plano terrestre vamos a encontrar contaminantes por el uso de herbicidas y biocidas como así también de fertilizantes usados en las actividades agrícola-ganaderas, metales pesados que fueron parte de procesos industriales y que por no contar con plantas de tratamiento adecuadas son vertidos en cualquier parte, etc.

Y en el agua vamos a encontrar una suma de todos ellos, más los desperdicios que provienen de los buques. Tarde o temprano, los contaminantes en el aire precipitarán en forma de lluvia y llegarán a tierra, escurrirán superficialmente y se incorporarán a un curso de agua, que luego irá a parar al mar.

También en el mar se pueden encontrar desechos industriales que han sido vertidos en forma intencional en alta mar, al amparo del Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, conocido como el Convenio de Londres de 1972.

Todo lo expresado en los párrafos de este punto no debe tomarse como exclusivo ni excluyente y son sólo algunos ejemplos de las muy variadas formas de contaminar el ambiente y de degradar los recursos naturales.

2.3 La contaminación por buques

Entrando ya en los aspectos que más nos interesan en este curso, se puede afirmar -tal como lo demuestran las estadísticas y los estudios realizados por la Organización Marítima Internacional y por "The International Tanker Owners Pollution Federation Ltd." (ver Anexo A) que la mayor proporción de ingreso de contaminantes al mar se produce por las actividades terrestres, siendo mucho menor el ingreso de contaminantes producidos por buques y por plataformas de explotación petrolera.

Habiendo realizado esta aclaración, se puede

ahora indicar que los buques y las plataformas contaminan ya sea en forma cotidiana, en virtud de sus operaciones rutinarias, o en forma esporádica producto de un accidente o siniestro.

Al contrario de lo que la inmensa mayoría de la gente piensa, la contaminación rutinaria de los buques es mucho mayor que la accidental, ya que miles de buques en todos los mares del mundo están descargando residuos oleosos o químicos, aguas sucias y basuras todos los días del año.

Pese a ello, la atención de la comunidad se concentra en los grandes desastres, tales como el Torrey Canyon, el Amoco Cádiz, el Metula o el Exxon Valdez, por sólo nombrar algunos de ellos.

La Organización Marítima Internacional (OMI) es la agencia especializada del sistema de las Naciones Unidas que tiene a su cargo la emisión de normas internacionales sobre seguridad marítima y protección del medio marino y, en virtud de ello, ha promovido -entre muchos otros- sendos convenios internacionales, uno para prevenir la contaminación del mar por buques por sus actividades rutinarias y el otro sobre cooperación internacional en caso de derrames de hidrocarburos producto de algún siniestro marítimo.

2.4 La legislación nacional

En el plano nacional, la actual Ley de Ministerios (t.o. 1992) prevé que compete al Ministerio de Defensa actuar en los hechos técnicos vinculados con la navegación marítima.

A su vez, por mandato de varias leyes, se le asignan a la Armada Argentina y a la Prefectura Naval Argentina diversas competencias en los aspectos de seguridad marítima y de protección del medio marino. Es así como ha sido asignada al Servicio de Hidrografía Naval la competencia sobre la investigación científica del mar Argentino, como así también todas las normas correspondientes a la seguridad de la navegación.

En particular, los convenios internacionales de la OMI que se vinculan con estos temas y que se desarrollarán más adelante, han sido aprobados por las siguientes leyes:

- Convenio internacional para prevenir la contaminación del mar por buques (1973), enmendado por el Protocolo de 1978

(MARPOL 73/78) aprobado por la Ley N° 24.089.

- Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en caso de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos de 1969 aprobado por la Ley N° 23.456.
- Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (OPRC 90) aprobado por la Ley N° 24.292.

A su vez el Protocolo de Madrid al Tratado Antártico sobre Medio Ambiente ha sido aprobado por la Ley N° 24.216 y es por ello que se puede afirmar que nuestro país cuenta con un sólido respaldo jurídico para la protección del medio marino, tanto en el mar Argentino como en el Antártico.

2.5 Los convenios internacionales

En este punto se efectuarán algunos comentarios orientativos, a modo de guía, sobre los convenios internacionales de la OMI vinculados con este tema, pero debe interpretarse que desde ningún punto de vista es un estudio pormenorizado ni exhaustivo, debiendo dirigirse a los convenios en sí mismos si se desea contar con un panorama completo y abarcativo.

2.5.1 El Convenio MARPOL 73/78

El MARPOL 73/78 está dividido en el cuerpo del Convenio que establece las normas jurídicas que lo regulan y en 5 anexos, que tratan sobre las descargas de residuos oleosos, de residuos químicos a granel, de sustancias químicas embaladas, de aguas sucias y de basuras.

En lo que atañe a este manual, sólo se tratarán los Anexos I, II, IV y V, al presentarse en forma esquemática -como agregados al apunte en el Anexo B- comentarios sobre tales anexos, con especial indicación de las restricciones operativas para las descargas y de las reglas que establecen al Antártico como una Zona Especial, en la cual las normas para descargas son mucho más estrictas que en mar abierto.

Debe tenerse presente que el MARPOL 73/78 es aplicable a los buques mercantes y que por el principio de inmunidad soberana, los buques de guerra y los buques al servicio del Estado con fines no comerciales están exceptuados del cumplimiento de estas normas. No obstante ello, existe un código ético por el cual tales buques se comprometen a cumplir en la medida de lo posible las normas del citado Convenio.

2.5.2 El Protocolo de Madrid

Las Partes Contratantes del Tratado Antártico el 21 de junio de 1991 acordaron el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, mediante el cual ***"Las Partes se comprometen a la protección global del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, y mediante el presente Protocolo designan a la Antártida como reserva natural, consagrada a la paz y a la ciencia"***.

El Protocolo consta de 27 artículos en los cuales se establecen los principios medioambientales, las relaciones y la compatibilidad con otras normas del Tratado Antártico, la cooperación, la prohibición de la exploración minera, la evaluación de impacto sobre el medio ambiente, la creación del Comité de Protección del Medio Ambiente y sus funciones, las pautas sobre el cumplimiento del Protocolo, las inspecciones, las acciones de respuesta por emergencias, la responsabilidad de las Partes y las pautas legales que incluye este tipo de normas internacionales.

A su vez, el Protocolo tiene un Apéndice sobre Arbitraje y cuatro Anexos que tratan los siguientes temas específicos:

- Anexo I: Evaluación del Impacto sobre el Medio Ambiente;
- Anexo II: Conservación de la Flora y Fauna Antárticas;
- Anexo III: Eliminación y Tratamiento de Residuos; y
- Anexo IV: Prevención de la Contaminación Marina.

El Anexo I establece la necesidad de efectuar dos evaluaciones de impacto ambiental, una inicial y otra global, con el fin de determinar si las

actividades que se desarrollan en la Antártida provocan menos que un impacto menor o transitorio, o más que un impacto menor o transitorio.

El Anexo II, tal como su nombre lo indica, apunta a la protección de la flora y la fauna nativa ya que establece la prohibición de la captura o la interferencia perjudicial de tales especies. También se prohíbe la introducción de especies no autóctonas, con el fin de mantener el ambiente lo más prístino posible, estando sólo autorizadas las plantas domésticas y los animales y plantas de laboratorio.

El Anexo III pretende la reducción o eliminación de los residuos, mediante su traslado al país de origen o a otro país donde medien acuerdos previos.

En particular establece la obligatoriedad de remover los materiales radioactivos, las baterías eléctricas, los combustibles, los residuos que contengan metales pesados o componentes tóxicos o peligrosos, el PVC, la espuma de poliuretano y de poliestireno, los residuos plásticos, los bidones y tambores y otros residuos sólidos.

Los residuos de animales importados, de cultivos de laboratorio y de productos avícolas deben ser removidos o incinerados o tratados en autoclave.

A su vez, las aguas residuales y los residuos líquidos domésticos pueden descargarse directamente al mar si hay capacidad de dilución y rápida dispersión; en aquellas estaciones donde habiten 30 o más personas deberán ser tratadas previamente como mínimo con maceración.

El Anexo IV que trata sobre Prevención de la Contaminación Marina, resulta ser el de mayor interés para este curso.

No obstante ello, resulta necesario aclarar que las normas que establece este Anexo son idénticas a las que determina el Convenio MARPOL 73/78, ya que sería impensable aceptar que dos organismos internacionales pudieran imponer normas diferentes para ser cumplidas por el mismo sujeto en el mismo ámbito.

Tal como se indicó precedentemente, en este caso también es aplicable la cláusula de inmunidad soberana a los buques de guerra, a las unidades navales auxiliares y a los buques propiedad del Estado o su servicio que presten servicios no comerciales. Independientemente de

esto, cada Parte se cuidará de adoptar las medidas oportunas para garantizar que, dentro de lo razonable y practicable, tales buques actúen en consonancia con el propósito y la finalidad de este Anexo.

2.5.3 El Convenio OPRC 90

Cuando se produjo el siniestro del "Exxon Valdez" en Alaska en marzo de 1989, la comunidad internacional asistió con asombro ante el espectáculo que brindaba la nación más desarrollada del mundo al no encontrar el camino que le permitiera hacer frente a dicho accidente en forma rápida y eficaz. En la OMI y con el propio patrocinio de los Estados Unidos, rápidamente se estableció la necesidad de contar con un convenio de cooperación internacional en casos de grandes derrames de hidrocarburos. Es así como nació el OPRC 90, que prevé la cooperación entre todos los países adheridos a dicho convenio, el cual también es aplicable al Antártico.

2.6 El Plan de Contingencia

El éxito en la lucha contra un derrame de petróleo, se asienta en tres aspectos bien diferenciados: el Plan de Contingencia, un Grupo de Respuesta adiestrado y el equipamiento adecuado. Si uno de los tres falla, la respuesta al derrame nunca será exitosa.

De los tres aspectos mencionados, el más importante es el Plan de Contingencia, ya que el mismo -si está bien estructurado- suele contener un Plan de Adiestramiento y un listado pormenorizado del equipamiento necesario que estará a disposición del Grupo de Respuesta.

En el Plan de Contingencia debe establecerse, entre otros aspectos:

- la organización adoptada, en la cual pueden estar incluidos tanto los organismos del Estado como las empresas privadas;
- la situación imperante, en la cual tiene que determinarse qué tipo de productos se transporta, en qué volumen, entre qué puertos o cargaderos y cómo se transporta, ya sea en viaje directo o con alijos; también deben considerarse las diferencias existentes en cada

zona y en cada estación del año;

- si existen acuerdos nacionales o internacionales que permitan afrontar con mayor probabilidad de éxito un siniestro;
- las pautas de ejecución para los Planes Locales, los Planes Zonales y para el Plan Nacional;
- los objetivos del Plan de Contingencia, entre los cuales debe priorizarse la protección de la vida humana y la preservación de la calidad de las aguas a fin de posibilitar su uso legítimo;
- las fases de una contingencia, debiendo tener presente que no siempre es necesario movilizar gran cantidad de equipos y de personal, ya que puede producirse un derrame que no requiera la adopción de ninguna medida operativa y sólo deba monitorearse la zona afectada;
- las etapas en que se divide una contingencia, con las sucesivas autoridades que intervienen en el plano nacional y, llegado el caso, en el plano internacional;
- las áreas críticas, que son aquellas en las cuales convergen un alto valor económico, recursos de alta sensibilidad ecológica y una alta densidad de tráfico de buques que transporten hidrocarburos;
- las pautas para el uso de dispersantes y otros productos químicos, recordando que su uso debe provocar un daño menor que el daño que produciría el hidrocarburo si no fuera dispersado;
- establecer un sistema de alerta; y
- fijar los canales y sistemas de comunicaciones.

2.6.1 Grupo de Respuesta

El organigrama que se agrega como Anexo C, presenta una estructura tipo que es de carácter orientador y que debe ser adecuada a las necesidades y circunstancias de cada derrame. El Grupo de Respuesta que se convoque deberá ser

acorde con el tipo de hidrocarburo derramado, su volumen, la zona afectada, la época del año y los recursos naturales y/o socio-económicos en juego.

2.6.2 Comunicaciones

Existen diferentes equipamientos que permiten establecer ligazón entre los buques, a éstos con las aeronaves en zona y a ambos con la costa y/o la central de operaciones. La tecnología moderna permite comunicaciones telefónicas con equipos satelitales, como así también equipos convencionales (VHF o BLU). Debe establecerse a priori un plan de comunicaciones que determine los canales a utilizar y los corresponsales.

2.6.3 Documentación de los hechos

Detrás de todo derrame debe realizarse una investigación interna y en caso de afectar a terceros, con seguridad habrá una causa judicial en la cual se establecerán responsabilidades y se determinarán indemnizaciones; es por ello que el OCE debe documentar todos los hechos y registrar todas las acciones desarrolladas.

2.6.4 Costos

Sin lugar a dudas que toda acción emprendida durante la ejecución de un Plan de Contingencia por un derrame de hidrocarburos implica costos que deben ser afrontados en forma inmediata por la autoridad que interviene, ya sea ésta pública o privada, independientemente que exista algún sistema de compensación por los gastos incurridos. En caso de que exista un sistema de compensación internacional, conviene que se acuerde con el representante de dicho sistema todos los gastos de envergadura, con el fin de lograr un rápido recupero de los mismos.

2.6.5 Relaciones con la Comunidad

Las relaciones con la comunidad son muy importantes y para ello el mejor método es mantener la imagen de la institución brindando información veraz y actualizada para todos los públicos.

La eventual ocurrencia de un accidente o de un

siniestro que posibilite un derrame de hidrocarburos en el mar, y en particular en el Antártico, con seguridad motivará una reacción rápida y por momentos incontrolada de la opinión pública.

La magnitud del derrame, sus posibles consecuencias y la forma en cómo la institución encare la crisis harán que la difusión tenga alcance mundial, nacional o zonal.

Las instituciones más expuestas a las crisis forman "Comités de Crisis" que se entrenan, determinan líneas de acción y ejecutan políticas perfectamente establecidas.

Toda crisis tiene una faceta comunicacional en la cual se reflejan dos aspectos primordiales: la coordinación y la celeridad. El Comité de Crisis antes de que transcurran 24 horas ya debe haber logrado establecer los canales y las prioridades de comunicación, en particular con los medios de comunicación social y con las autoridades; luego vendrá la información al público interno.

No hay duda de que la creación de escenarios hipotéticos de crisis con el planteo de situaciones posibles permite a los responsables de las relaciones con la comunidad estar bien adiestrados y un paso adelante de los acontecimientos.

Es probable que cada institución tenga una forma distinta de encarar una crisis; ello no es malo, lo que con seguridad traerá efectos no deseados es no tener ninguna estrategia prefijada, ya que ello implicará desorganización y falencias en el mensaje que se emite.

Los medios de comunicación social, a veces por sensacionalismo, por desconocimiento de temas específicos como éste o por falta de información adecuada, pueden inducir a que se propalen versiones distorsionadas, normalmente de fuentes oficiosas que generan mayor intranquilidad en la población.

Todo esto es posible debido a la ansiedad de la población por conocer el origen, el alcance y las consecuencias posteriores de un hecho que los afecta o puede llegar a afectarlos en mayor o menor medida.

La función de generar a priori en la opinión pública un actitud positiva, sobre temas de difícil comprensión y de impredecible evolución, es sumamente ardua y de escasa repercusión tanto en los medios de comunicación social como en el público; el común denominador del público se

interesa por el problema cuando lo afecta directa o indirectamente, en pocas palabras cuando es "noticia" y no antes.

Esta situación que resulta muy difícil de revertir anticipadamente, obliga a prever que en la orgánica del Equipo de Respuesta exista un puesto de Jefe de Relaciones Públicas, el cual tendrá a su cargo la tarea de brindar información y proyectar una imagen a los diferentes públicos.

Plan Nacional de Contingencia

Organización

- Estatales
- Privados

Situación

- Qué se transporta?
- Cuánto?
- A dónde?
- Cómo?

Ejecución

- Plan Local
- Plan Zonal
- Plan Nacional

Objetivos

- Preservar la calidad de las aguas a fin de posibilitar su uso legítimo.

Fases

- Avistaje y notificación
- Evaluación e inicio de la acción
- Control de la mancha y recuperación de las zonas afectadas

Etapas	Acción	Alerta
1	causante	autoridad local
2	autoridad local	autoridad zonal
3	autoridad zonal	autoridad nacional
4	autoridad nacional	cooperación internacional
5	autoridad nacional más cooperación internacional	

El plan Nacional de Contingencia debe:

- Establecer las Areas críticas.
- Fijar las pautas para el uso de dispersantes, gelificantes y aglutinantes.
- Fijar los canales y sistemas de comunicaciones.

Grupo Asesor

- Incendio
- Ecología
- Toxicología
- Productos químicos
- Asuntos legales y Reclamos
- Relaciones públicas
- Seguros
- Meteorología
- Hidráulica

Tratado Antártico Protocolo de Madrid

- Ley 24.216 del 19 de mayo de 1993
- Principios medioambientales
- Cooperación
- Prohibición de actividad minera
- Evaluación del impacto ambiental
- Comité protección medio ambiente
- Inspecciones por observadores
- Respuesta por emergencias
- Responsabilidad por daños
- No se permiten reservas

Tratado Antártico Protocolo de Madrid

- Apéndice: Arbitraje
- Anexo I: Evaluación de impacto ambiental
- Anexo II: Conservación de flora y fauna
- Anexo III: Eliminación y tratamiento de residuos
- Anexo IV: Prevención de la contaminación marina

Anexo III

Material a retirar:

- Material radioactivo
- Baterías eléctricas
- Combustibles
- Metales pesados
- PVC, gomaespuma, lubricantes, maderas tratadas y productos aditivos
- Residuos plásticos
- Bidones y tambores para combustibles
- Residuos sólidos no combustibles

Clasificación de residuos:

- Líquidos domésticos
- Otros líquidos químicos, combustibles y lubricantes
- Sólidos para incinerar
- Otros sólidos
- Radioactivos

Material a retirar o tratar por incineración, autoclave o esterilización:

- Despojos de animales importados
- Cultivos de laboratorio

- Productos avícolas introducidos

Incineración: sistema cerrado a partir de 1998/99.

Anexo IV

Descargas prohibidas:

- Mezclas oleosas
- Sustancias nocivas líquidas
- Basuras (excepto comida triturada a 12 millas de la costa o de plataforma de hielo)
- Aguas residuales: excepto que afecte las operaciones, debe descargarse a 12 millas de la costa o de plataforma de hielo, a régimen moderado y a velocidad mayor a 4 nudos; **no** se aplica a buques con menos de 10 tripulantes
- Capacidad de retención de buques e instalaciones de recepción
- Inmunidad soberana
- Planes de contingencia

Marpol 73/78

Anexo I-Regla 9

Buque no petrolero mayor 400 TRB y buque petrolero (sentinas)

- Efluente menor a 15 PPM
- No estar en zona especial
- Estar navegando
- Sistema de control de descargas

Buque petrolero:

- RID menor a 30 litros por milla y total descargado menor a 1/15.000 o 1/30.000 del total de residuos
- Más de 50 millas de la costa
- En navegación
- Sistema de control de descargas y tanque de decantación
- No estar en zona especial

Anexo I-Regla 10

- Zonas especiales
- Buque petrolero y **no** petrolero mayor o igual a 400 TRB
- **No** pueden descargar
- Buque **no** petrolero menor de 400 TRB
- Descarga menor a 15 PPM

Zonas especiales:

- Mar Mediterráneo
- Mar Báltico
- Mar Negro
- Mar Rojo
- Zona de los golfos
- Golfo de Adén
- Antártico

Zona especial del Antártico:

- Estará prohibida toda descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas procedentes de cualquier buque.

Anexo II-Regla 1

Zonas especiales:

- Mar Báltico
- Mar Negro
- Antártico

Anexo II-Regla 5

Sustancias nocivas líquidas

- Categoría A: riesgos a la vida
- Categoría B: moderadamente tóxicas

- Categoría C: ligeramente tóxicas
- Categoría D: no tóxicas

Zonas especiales:

- La descarga en el mar de sustancias nocivas líquidas o mezclas que contengan dichas sustancias estará prohibida en la zona del Antártico.

Anexo IV-Regla 8

Aguas sucias sin tratar

- En navegación a más de 4 nudos
- A más de 12 millas de la costa

Aguas sucias desmenuzadas y desinfectadas

- En navegación a más de 4 nudos
- A más de 4 millas de la costa

Anexo V-Regla 4

- A más de 3 millas las basuras desmenuzadas
- A más de 12 millas las basuras sin desmenuzar
- A más de 25 millas maderas y embalajes flotantes
- Plásticos: **no** se pueden descargar

Anexo V-Regla 5

Zonas especiales:

No se puede descargar:

- Plástico
- Papel
- Trapos

- Vidrios y loza
- Metales
- Tablas y forros de estiba
- Materiales de embalaje

Se puede descargar restos de comida triturada a más de 12 millas de la costa o de plataforma de hielo

Zonas especiales:

- Mar Mediterráneo
- Mar Báltico
- Mar Negro
- Mar Rojo
- Zona de los golfos
- Mar del Norte
- Antártico
- Gran Caribe

Capítulo 3

GEOLOGIA ANTÁRTICA

Rodolfo Del Valle
Sergio A. Marensi

TEMARIO:

- 3.1 Introducción
 - 3.2 Los últimos 30 años de las Ciencias de la Tierra en la Antártida
 - 3.3 Un extenso supercontinente
 - 3.4 La tectónica de placas y la Antártida
 - 3.5 Una zona aparentemente libre de sismos
 - 3.6 Estructura de la corteza antártica
 - 3.7 Un continente diferente
 - 3.8 La plataforma continental
 - 3.9 Datos sísmicos
 - 3.10 Los satélites y las Ciencias de la Tierra
 - 3.11 Recursos mineros de la Antártida
 - 3.12 Otros recursos
-

3.1 Introducción

La investigación geocientífica actual de la Antártida está principalmente dirigida al análisis de los problemas específicos de las Ciencias de la Tierra. Estos problemas incluyen la determinación y definición de:

- la composición, estructura y evolución geológica de la Antártida;
- la relación geológica entre la Antártida Oriental y Occidental;
- la relación geológica y paleontológica con₃₋₁ otros continentes y con las cuencas oceánicas circundantes;
- la historia del desarrollo de la actual glaciación y sus consecuencias;
- los procesos geológicos en un ambiente continental polar;
- la importancia de la Antártida respecto de la Tierra;
- la existencia de potenciales recursos minerales e hidrocarburos en la región antártica.

Los afloramientos rocosos ocupan sólo una pequeña porción (alrededor del 2%) de la superficie de la Antártida y su ocurrencia está gobernada por los procesos accidentales de la preservación geológica. La investigación geológica en diferentes áreas de la Antártida incluye distintos conceptos, intereses y técnicas. Por ejemplo, la geología de la Península Antártica (donde las rocas son geológicamente más jóvenes) no tiene mucho en común con la de Tierra de Enderby (donde afloran rocas muy antiguas).

La geofísica es una ciencia de los continentes en forma más global. Sus métodos se utilizan para estudiar las propiedades físicas de la Tierra e inferir su estructura y desarrollo. Por ello la geofísica tiene un importante rol como apoyo para incrementar nuestro conocimiento de la geología antártica en general y para resolver problemas geológicos específicos. Las técnicas específicas permiten caracterizar ciertos aspectos de la geología de subsuperficie sin la necesidad de recurrir a métodos directos de muestreo que son más costosos, como la perforación.

3.2 Los últimos 30 años de las Ciencias de la Tierra en la Antártida

A mediados de los años '50, el conocimiento de la composición, estructura y evolución geológica de la Antártida era rudimentaria y predominaban los programas de reconocimiento de grandes estructuras, algunos de los cuales terminaban en el descubrimiento de cadenas montañosas enteras. Ahora, en los '90, sólo unos pocos afloramientos no han sido estudiados y la mayoría de los programas geológicos se refieren al estudio detallado o semi-detallado de problemas específicos. Aún cuando gran parte de la geología antártica está ahora interesada en investigaciones detalladas, el reconocimiento es aún la técnica apropiada para los programas relacionados con las partes del continente cubiertos por hielo y para los márgenes continentales offshore. Es poco probable que se incremente el reconocimiento geológico directo del área continental cubierta por hielo en los próximos años, por lo que la geología de estas áreas debe inferirse, en términos generales, a partir de los datos geofísicos. Se esperan avances sustanciales en el conocimiento de los márgenes

continentales antárticos, lo que se considera la frontera máxima en la investigación de las ciencias de la Tierra en la Antártida.

El progreso general de las ciencias de la Tierra desde el reconocimiento a la investigación, ha sido acompañado por descubrimientos y avances específicos que incluyen:

- Determinación de la Antártida como parte central en la configuración de masas continentales en el hemisferio Sur durante, al menos, el Fanerozoico, ésto es, los últimos 600 millones de años de la historia del planeta;
- Identificación de semejanzas (y diferencias) geológicas entre Antártida y otras masas continentales adyacentes al momento, y el reconocimiento de la importancia de la Antártida en los estudios de la flora y fauna fósil del hemisferio Sur;
- Confirmación de las diferencias geológicas fundamentales entre la Antártida Oriental y Occidental;
- Determinación de la composición, estructura y evolución geológica de las partes aflorantes del escudo metamórfico de la Antártida oriental;
- Identificación de la península Antártica como el foco de procesos geológicos continuos y prolongados resultantes de los movimientos relativos entre la placa del océano Pacífico y la actual Antártida;
- Descripción y estudio de elementos geológicos únicos tales como el Complejo Napier en Tierra Enderby, las rocas ricas en carbón del Supergrupo Bacon en las Montañas Transantárticas, la gran intrusión ígnea básica (Intrusión Dufek) en las Montañas Pensacola y las rocas volcánicas e intrusivas oscuras básicas de gran extensión y uniforme composición de las Montañas Transantárticas;
- Reconocimiento y descripción del desarrollo, historia, complejidad, y variación de la glaciación antártica en tiempos geológicos comparativamente recientes y de su profunda influencia en el clima, oceanografía y nivel del mar del resto del mundo;

- La elucidación de procesos glaciológicos y los procesos sedimentológicos asociados en el ambiente continental glacial polar antártico y sus mares adyacentes;
- Definición de la topografía por debajo del hielo de grandes áreas del continente antártico y reconocimiento de las diferencias topográficas, geofísicas y glaciológicas entre la Antártida Oriental y Occidental;
- Descripción de los volcanes antárticos y determinación del significado de los fenómenos volcánicos;
- Reconocimiento de que la cubierta de hielo antártica es un rico almacén de meteoritos;
- Baja sismicidad de la Antártida.

3.3 Un extenso supercontinente

Una cierta cantidad de geólogos que trabajaron en la Antártida durante el comienzo del siglo xx, reconocieron la similitud geológica entre la Antártida y Africa del Sur, Sudamérica, Australia e India. El descubrimiento del helecho fósil *Glossopteris* en Antártida, fue considerado como un aval para la hipótesis de que esas masas continentales habían estado alguna vez unidas en un extenso supercontinente llamado Gondwana. La flora de *Glossopteris* ya era conocida para el Carbonífero (300 millones de años atrás) de Africa, Australia, Sudamérica e India y la primera hipótesis fue que estas masas de tierra habían estado unidas por puentes terrestres que luego desaparecieron. Cuando se sugirió que los ahora continentes separados se habían apartado unos de otros, el concepto de los puentes se desterró.

El supercontinente Gondwana pudo ser reconstruido desandando las trayectorias de los distintos continentes. Cuando se lo logró, se dio en llamar a la Antártida Oriental la piedra fundamental del Gondwana, dada su forma cuasi-circular, con los otros continentes alrededor de ella. Desde hace aproximadamente 160 millones de años este supercontinente se resquebrajó y comenzó a apartarse de la Antártida y entre sí hasta

llegar a sus posiciones actuales. Antártida, la pieza clave, permaneció -aparentemente- estacionaria.

3.4 La tectónica de placas y la Antártida

La tectónica de placas es un concepto teórico moderno que intenta explicar ciertos mecanismos como la deriva continental, la subducción y el vulcanismo y ha conformado la base para un mayor entendimiento de la estructura y el mecanismo de formación de la superficie terrestre actual. La tectónica de placas aporta una explicación al desmembramiento del supercontinente Gondwana y por ello a la formación del continente antártico.

La Antártida pertenece a una única placa litosférica donde la Antártida Oriental posee sólo límites continentales pasivos, encontrándose únicamente márgenes activos actuales hacia fuera del arco de Scottia al nordeste de la península Antártica. Gracias a mediciones marinas geomagnéticas y por extrapolación, se pudo asignar una edad a gran parte del fondo marino que rodea a Antártida y también reconstruir el desarrollo del margen Antártico y del Océano Austral durante la ruptura de Gondwana. Sin embargo, intentar "reconstruir" Gondwana se torna dificultoso debido al problema de superposición entre la península Antártica y Sudamérica durante el desmembramiento del supercontinente. Obviamente ambas masas continentales no pudieron estar en el mismo lugar al mismo tiempo. Para superar este problema los geólogos especulan con que la Antártida Occidental está formada por un número de fragmentos (terrane) que se han movido relativamente unos respecto de otros. Estos deben haber rotado y movido lateralmente lo que crea aún mayores complicaciones a la historia. Algunos modelos de placas tectónicas sugieren también un proceso de rifting entre la Antártida Oriental y Occidental durante el Terciario inferior (alrededor de 60 millones de años atrás) y posiblemente una convergencia a lo largo de la línea de la actual Cordillera Transantártica.

La tectónica de placas de la región Antártica da la ubicación temporal de la apertura de pasos marinos entre las masas continentales. Estos pasos están relacionados con el comienzo de sistemas de corrientes oceánicas mayores; por ejemplo, la apertura del pasaje de Drake entre la pe-

nínsula Antártica y Sudamérica comenzó hace 29 millones de años al igual que aquel entre la Tierra de Victoria del Norte y Tasmania. Esto permitió el eventual desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica. Por todo esto la tectónica de placas es relevante para la paleogeografía, paleoceanografía y paleoclima de la región.

3.5 Una zona aparentemente libre de sismos

El continente antártico es el mayor área aparentemente libre de terremotos del planeta y sólo unos pocos movimientos han sido localizados allí por la Red de Sismografía Standarizada Mundial (RSSM). Más de 10 estaciones sismológicas han estado operando en Antártida desde el Año Geofísico Internacional (AGI), y los pocos temblores registrados por ellas se atribuyen al adelgazamiento o al fracturamiento de la cubierta de hielo. Pequeños terremotos, probablemente de origen volcánico se asocian a los volcanes activos de Monte Erebus, en isla Ross, y a la isla Decepción cerca de la península Antártica.

La RSSM puede detectar casi todos los terremotos del mundo con una magnitud mayor que 5 en la escala de Richter. Sólo 3 de ese tipo de terremotos han sido detectados en Antártida, uno en 1952, otro de magnitud 4.9 en 1974, ambos localizados en la Tierra de Victoria y cercanos a un glaciar importante. El tercer terremoto, en 1985, ocurrió en la Tierra Dronning Maud. Los sismólogos sugieren que, aún cuando el sismo de 1974 tuvo características similares a los generados por procesos geológicos normales, pudo haber sido causado por movimientos dentro del hielo. El evento de 1985, por el contrario, se atribuyó a procesos tectónicos normales por lo que permanece como el único temblor antártico incuestionable.

3.6 Estructura de la corteza antártica

La estructura de la corteza antártica era virtualmente desconocida 30 años atrás, antes del AGI. Los estudios durante el AGI focalizaron su atención sobre la dispersión de las ondas sísmicas de superficie de sismos distantes entre sí, detectados en estaciones sismográficas en Antártida. Estos demostraron que el espesor de la corteza

terrestre por debajo de la Antártida no es uniforme y que fluctúa entre espesores típicos de zonas de escudos continentales como los de América del Norte y Europa, hasta intermedios o más delgados que lo normal, tal vez como los de ambientes de rift continental como el del Africa oriental. Por ello se propuso que la Antártida puede dividirse en dos áreas: una con una corteza más espesa (Antártida Oriental) que yace mayormente en el hemisferio oriental y un área más pequeña (Antártida Occidental) con una corteza más delgada e irregular. Los estudios de gravedad durante fines de los años '50 y comienzo de los '60 confirmaron esta división.

A partir de los estudios del AGI, mediciones adicionales, especialmente de refracción y reflexión sísmica, han permitido definir la estructura de la corteza con mayor detalle en varias localidades. Estos experimentos de profundidad se han llevado a cabo aguas afuera del extremo norte de la península Antártica, en el sur y este del mar de Weddell y en la Tierra Dronning Maud, Enderby Land y la región Amery Ice Shelf y Mc Murdo Sound. Ellos confirman que bajo la Antártida Oriental hay una corteza espesa (40 km) y una delgada (25 km) bajo la depresión del mar de Ross y del mar de Weddell.

3.7 Un continente diferente

La Antártida es un continente diferente ya que está casi completamente cubierto de hielo, esencialmente libre de terremotos y por haber tenido aparentemente una posición fija durante los últimos 200 millones de años (aún cuando la flora y la fauna eran de tipo de clima templado durante gran parte de ese tiempo). Otras características geológicas distintivas de la región incluyen: la fragmentación de la corteza de la Antártida Occidental, la Intrusión Dufek en la montañas de Pensacola, la concentración local de meteoritos en la cubierta de hielo, el Complejo Metamórfico Napier en la Tierra Enderby y otros cuerpos geológicos como las rocas sedimentarias del Supergrupo Beacon y las rocas ígneas del Grupo Ferrar que intruyen y cubren las rocas Beacon.

La contribución de la investigación de las Ciencias de la Tierra en la geología global de Antártida debe medirse en términos de dichos rasgos especiales. La glaciación antártica provee

oportunidades únicas para estudiar los efectos, la dinámica y los procesos de la glaciación a escala continental, como la que soportó gran parte del norte de Europa y Norte América sólo unas pocas decenas de miles de años atrás. También provee una guía para interpretar rocas producidas en distintos lugares del planeta durante eras glaciales en tiempos geológicos pasados, así como vislumbrar la historia climática y oceanográfica de la Tierra de tiempos geológicamente recientes. Por otro lado, la carencia de sismos en la Antártida, es enigmática debiéndose tal vez a la posición polar del continente, a la relativamente inmovilidad relativa comparada con otros continentes, o como consecuencia de la sobrecarga de la corteza por el hielo.

Las rocas de la Antártida Occidental registran una larga historia de procesos tectónicos complejos que incluyen subducción, colisión de trincheras y dorsales y fragmentación cortical. Es posible que esta región provea una perspectiva diferente para algunos conceptos fundamentales de los procesos geológicos de la corteza terrestre.

La Intrusión Dufek crea, más que responde, problemas geológicos, pero es importante tratar de entender por qué y cómo masas de rocas ígneas de tal envergadura pueden emplazarse en la corteza y luego extender esa problemática a los procesos terrestres de mayor escala. Aparentemente la intrusión es parte de una intrusión de gran escala que constituyen las doleritas de Ferrar, Tasmania y Karroo (Sudáfrica).

El descubrimiento de concentraciones de meteoritos en la cubierta de hielo antártico ha tenido un profundo impacto en los estudios geológicos planetarios y de meteoritos. Esto se debe a que estos meteoritos han sufrido poca meteorización y también a que las colecciones de diferentes tipos de meteoritos pueden reflejar abundancias cósmicas más precisas que colecciones de otros continentes. Mientras que sólo se habían reportado cuatro meteoritos en Antártida hasta 1969, al momento se han recogido más de 6000 fragmentos de los cuales la mayoría pertenece a esas áreas.

Así como los meteoritos permiten analizar los procesos y eventos extraterrestres, las rocas del Complejo Napier de la Tierra Enderby proveyeron información sobre los procesos que tuvieron lugar a gran profundidad dentro de la corteza terrestre, bajo condiciones inusuales, de tiempos

tempranos de la historia del planeta. Los estudios de estas rocas darán información sobre el desarrollo de la corteza terrestre de unos 600 millones de años después de la edad estimada de formación de la Tierra y ello contribuye, junto con otros hallazgos en otras partes del planeta, a un mejor entendimiento de la historia de la Tierra y sus procesos.

Los estudios específicos del Supergrupo Beacon y del Grupo Ferrar contribuyen también al entendimiento de la historia de la Tierra y sus procesos aunque en distintos estadios de la evolución del planeta. Por ejemplo el Supergrupo Beacon ha aportado rocas y fósiles, incluyendo vertebrados, que evidencian que la Antártida, Australia, India, Sudáfrica y otros continentes australes compartieron alguna vez condiciones climáticas similares. El Grupo Ferrar junto con rocas similares del sur de Africa, Sud América y Australia, testifican de la producción y emplazamiento de grandes volúmenes de roca fundida de composición uniforme sobre un importante área. Esta actividad ígnea tuvo lugar concomitantemente con el comienzo de la fracturación de Gondwana. El estudio detallado de las rocas del Grupo Ferrar contribuirán al entendimiento de la geoquímica y de los procesos magmáticos de la corteza y del manto terrestre.

3.8 La plataforma continental

El borde de la plataforma continental de Antártida se encuentra a una profundidad inusual (500 m) y gran parte de ella se halla cubierta por hielo. Los márgenes continentales antárticos son mayormente pasivos o tipo rift con escasa sedimentación al presente. La investigación de la estructura de los márgenes y la razón por la cual éstos se hallan a tanta profundidad, ayudaría a clarificar nuestros conocimientos sobre la formación de márgenes continentales, plataformas y plateaux marginales en Antártida y en otros sitios. En particular interesan los datos sobre la transición corteza continental-oceánica y sobre el estiramiento, adelgazamiento y ruptura de la corteza. La Antártida es un sitio ideal para esos estudios debido a la relativamente fina cubierta de sedimentos sobre sus márgenes pasivos que hacen más fácil el uso de la estratigrafía sísmica para interpretar el desarrollo del margen a lo largo del

tiempo.

3.9 Datos sísmicos

Los métodos sísmicos multicanal (reflexión y refracción) son muy útiles en áreas marinas y terrestres para el estudio de la geología de subsuelo. Sin embargo, su uso en zonas con hielo es limitado, especialmente cuando el hielo es más espeso que 200 metros. Los problemas surgen de la alta reflectividad de la interface tierra-hielo y de la alta velocidad sísmica del hielo que a su vez limita la efectividad de los métodos de refracción sísmica. No obstante, se considera que la técnica sísmica será muy importante para estudiar la geología subglaciaria lo que será de especial valor para la Antártida. Se estima que varias partes del interior de la Antártida están sustentadas por cuencas sedimentarias, lo que podría corroborarse con buenos datos sísmicos. Los datos sísmicos y aeromagnéticos de alta calidad podrían también utilizarse para estudios detallados de los puntos de perforación a través de la capa de hielo para investigaciones glaciológicas y geológicas.

3.10 Los satélites y las Ciencias de la Tierra

A partir de los resultados aportados por MAGSAT se han realizado estudios de anomalías geomagnéticas de gran longitud de onda, pero se requieren datos de mayor resolución espacial y observaciones de órbitas de mayor latitud (polar). La altimetría satelital, que detecta perturbaciones de la superficie marina, puede utilizarse para investigar la estructura de los márgenes continentales cuando el hielo prohíbe los estudios realizados a partir de un barco (ERS). También provee considerables detalles del geoide. Las misiones de satélites gravitatorios contribuirán también al estudio de la forma de la Tierra.

3.11 Recursos mineros de la Antártida

Como se dijo anteriormente, las investigaciones de las Ciencias de la Tierra en Antártida apuntan principalmente a problemas científicos; ésta es la razón por la cual los científicos hacen su trabajo bajo condiciones difíciles y a veces ries-

gosas. Sin embargo un derivado de la investigación es la información que debe considerarse cuando se analiza el potencial de recursos que posee la Antártida. Para evaluar el potencial petrolero y minero de la Antártida, es vital considerar la información geológica y geofísica.

El desarrollo del continente antártico, especialmente en relación a los anteriormente continentes amalgamados, permite especular con la probabilidad de existencia de recursos. La ubicación de zonas con recursos económicos en los que fueron continentes adyacentes, puede utilizarse para intentar predecir donde encontrar zonas similares en Antártida. Aún más, la historia del desmembramiento del Gondwana proveerá información sobre el desarrollo geológico del margen continental durante y después de la ruptura de Gondwana y así sobre los potenciales recursos mineros y petroleros.

El petróleo se encuentra en rocas sedimentarias. En el continente antártico, la mayoría de las escasas rocas sedimentarias que afloran, no son propicias para contener hidrocarburos debido a su composición o porque están demasiado deformadas, o porque han sufrido demasiado recalentamiento durante su enterramiento o porque son poco potentes. Las plataformas continentales son más promisorias, al menos porque son más accesibles, aunque algunas de las áreas más probables por la presencia de cuencas sedimentarias están cubiertas de hielo. Se han identificado, por métodos sísmicos multicanal, espesas secuencias sedimentarias en varias localidades a lo largo de los márgenes antárticos incluyendo las plataformas continentales del mar de Ross, el mar de Weddell y la bahía Prydz y se estima la presencia de al menos siete cuencas principales en la zona antártica.

En el mar de Weddell y en el mar de Ross las secuencias de rocas sedimentarias pueden alcanzar espesores de más de 10 kilómetros. Empero, el primer área está caracterizada por ser la de mayor cantidad de pack ice de la Antártida. Por el contrario, el mar de Ross, al norte de la barrera de hielo de Ross, renueva su hielo casi todos los años. Esta información se ha utilizado para hacer una primera evaluación de los posibles recursos por analogía con otras cuencas sedimentarias más conocidas y, más recientemente, estimando el potencial de recursos a partir de datos geofísicos y geomagnéticos. Estos datos son escasos y se

necesita mucho mayor trabajo antes de que se puedan brindar datos fehacientes sobre los recursos. Además, la experiencia indica que las conclusiones a las que se pueden arribar careciéndose de datos de perforaciones son simplemente especulativas e inciertas. A esto se agrega que la situación económica mundial actual hace que la exploración y explotación en la Antártida sea una posibilidad muy remota. Pueden surgir una serie de obstáculos políticos, legales, técnicos y ambientales pero sin duda el mayor obstáculo es y por largo tiempo será, económico.

3.12 Otros recursos

A lo largo de gran parte de la cordillera Transantártica se encuentra carbón de edad pérmica (unos 250 millones de años). Este se caracteriza por ser delgado, lenticular y discontinuo con un alto contenido de ceniza y humedad. El grado es mayor donde el carbón ha sido "cocido" por la intrusión de la dolerita. Se necesitaría mucha energía para recuperar ese carbón, por lo que se lo debe considerar como un recurso no económico desde el punto de vista del dinero y de la energía. En la zona del lago Beaver, en la cordillera de Príncipe Carlos, hay carbón pérmico de mejor calidad (aunque baja aún).

En Antártida hay depósitos de hierro, especialmente en la Antártida oriental, donde se registran depósitos de hierro bandeado desde Enderby Land hasta Wilkes Land, con la mayor concentración en la cordillera Príncipe Carlos en la Tierra Mc Robertson. En el Monte Ruker, se hallaron formaciones de hierro bandeado de hasta 70 m de espesor intercalados con rocas metamórficas. Los estudios geofísicos indican que los cuerpos ferrosos se extienden por varias decenas de kilómetros por debajo de la cubierta de hielo.

Se ha encontrado también cobre, aunque en poca concentración, en la península Antártica, la que se vincula con la mineralización en Sudamérica. Hay, sin embargo ciertas diferencias, incluyendo que la mineralización de cobre en los Andes no se extiende a los Andes Australes.

En las remotas montañas Pensacola hay afloramientos de la Intrusión Dufek, un gran complejo ígneo básico. Estos cuerpos son sólo una pequeña parte de la intrusión que, según datos de radio-eco sondas se extiende sobre una extensa

área de hasta 50000 kilómetros cuadrados.

Los geólogos compararon la estructura y composición de la Intrusión Dufek (de 170 millones de años de antigüedad) con la del Complejo Bushveld de Sudáfrica (2100 millones de años). Esto aumentó la especulación de que la Intrusión Dufek posea depósitos de metales del grupo del platino y del cromo. Sin embargo la diferencia de edad de ambos cuerpos impone una gran duda sobre estas especulaciones, como también lo hacen los datos geoquímicos que se poseen. Se necesitan más estudios para poder arribar a una conclusión; los datos al presente no son muy alentadores.

No es dable encontrar en Antártida muchos de los depósitos de minerales que son importantes en otros lugares del mundo. Los depósitos residuales, como los de bauxita, pueden haberse destruido por la glaciación, como pudo haber ocurrido también con depósitos de enriquecimiento meteórico, arenas de playa ricas en minerales pesados, etcétera.

Se reportaron nódulos de manganeso y encrustaciones en distintas localidades del sector Pacífico de los océanos australes. Generalmente los nódulos de manganeso aparecen lejos del continente, en las profundidades marinas. Algunos informes sugieren que los contenidos de cobre, cobalto y níquel de los nódulos del arco del océano Pacífico dependen de la latitud. Aquellos de la región ecuatorial contienen más metales asociados que los de regiones polares.

El hielo, desde varios puntos de vista técnicos es un mineral. No hay duda que el agua en la forma de hielo sería muy bienvenida en muchos países áridos. La producción anual estimada de témpanos en Antártida es del orden de los 1000 kilómetros cúbicos. El problema es cómo llevar este recurso desde donde está hasta donde podría utilizarse. El informe del SCAR "Posibles Efectos Ambientales de la Explotación Minera en Antártida" indica: *"la idea de utilizar los témpanos antárticos ha sido muy estudiada y aún intentada, de alguna manera. Teóricamente, los témpanos podrían ser llevados flotando hasta cualquier punto siempre que halla profundidades no menores de 200 metros. Todos los estudios de factibilidad de los últimos años han concluido que la operación de remolque de témpanos no es descabellada aunque ningún témpano podría sobrevivir al viaje a latitudes bajas si no se lo protege empero hacerlo al sur de Australia tampoco sería des-*

cabellado".

Es poco probable que, en los próximos años, se pueda explotar algún recurso mineral metálico o no-metálico, a menos que las condiciones económicas y políticas mundiales cambien drásticamente.

GEOLOGIA DE LA PENINSULA ANTARTICA

- 1) ESCALA DE TIEMPO GEOLOGICO (Fig.1)
- 2) ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA (Fig. 2)
Núcleo, Manto y Corteza. Corteza Oceánica y Continental.
- 3) TECTONICA DE PLACAS
Deriva Continental. Teoría de Alfred Wegener: Relaciones entre América del Sur y Africa (Fig.3).
Supercontinentes: Pangea, Pantalasa, Gondwana y Lawrentia (Fig.4).
La península Antártica dentro del Gondwana (Fig.5).
Principales tipos de límites de placas: a) Convergentes, b) Divergentes y c) Transformantes.
 - a) Adelgazamiento litosférico. Rifts y Centros de expansión oceánicos. Ciclo de Wilson. Nacimiento de océano Atlántico y del Mar de Weddell ((Fig. 6a).
 - b) Fallas de rumbo. Fallas transformantes. Sistema de rift transantártico (Figs. 6a, 7).
 - c) Subducción. Fajas orogénicas. Cordillera de los Andes. Montes Transantárticos (Figs. 6b, 6c).
- 4) LA PLACA ANTARTICA
 - a) Antártida Oriental (Gran Antártida): el cratón. Cuencas sedimentarias (Fig.8).
 - b) Antártida Occidental (Pequeña Antártida): el cinturón orogénico. El Arco Magmático. Cuencas sedimentarias de antearco y retroarco (Fig.9).
- 5) GEOLOGIA DE LA ANTARTIDA OCCIDENTAL
Principales bloques corticales. Isla Thurston, Tierra de Marie Byrd, península Antártica (Fig.10).
- 6) EVOLUCION GEOTECTONICA DE LA PENINSULA ANTARTICA
 - a) El basamento metamórfico: grupo Trinity Peninsula.
 - b) El arco magmático: las raíces plutónicas (Suite Intrusiva Andina). Vulcanismo: Grupo Volcánico Antarctic Peninsula.
 - c) Cuencas Sedimentarias Mesozoicas-Cenozoicas: la Cuenca de James Ross.
 - d) Ultima fase de extensión: el estrecho de Bransfield.

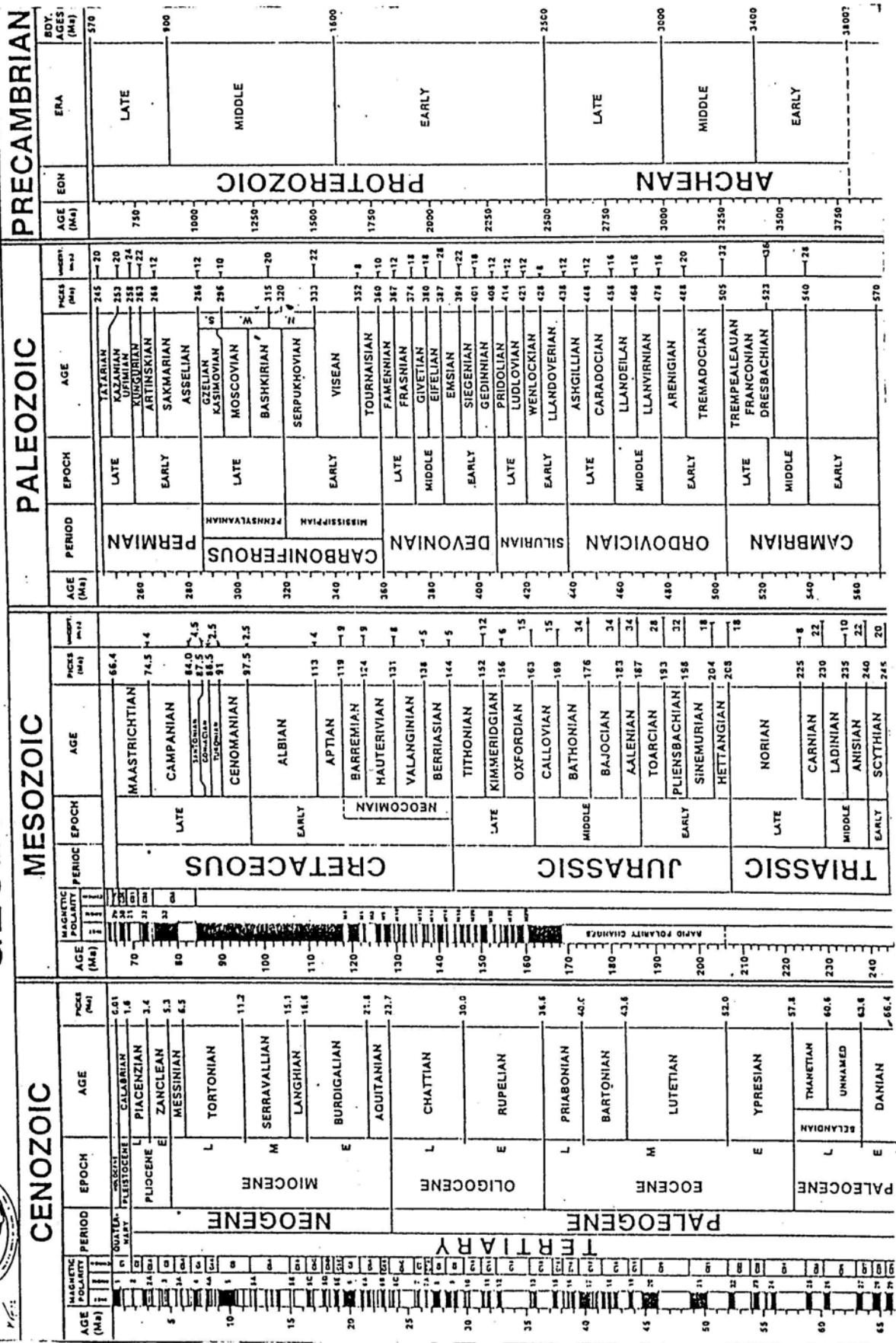


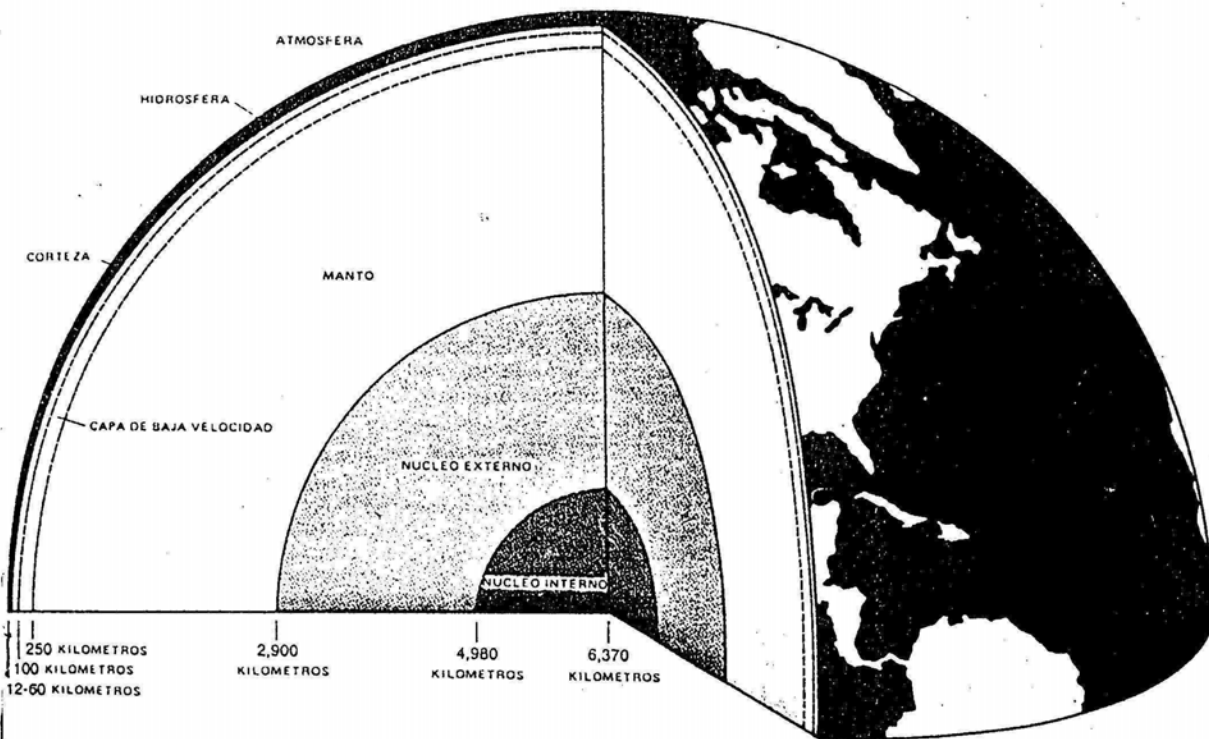
GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA

DECADE OF NORTH AMERICAN GEOLOGY GEOLOGIC TIME SCALE



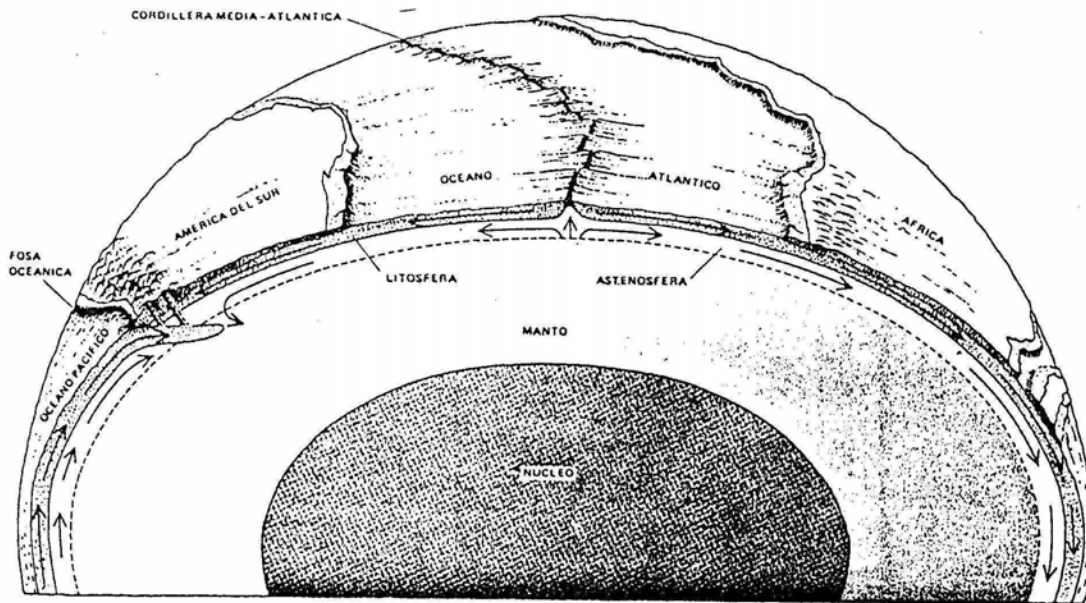
0414 G





CONFIGURACION DE LA TIERRA, considerando sólo su estructura en capas, sin tener en cuenta los procesos activos que tienen lugar en su interior. Las rocas de la corteza, delgada, están frías y rígidas. Las rocas del manto, que están a elevadas temperaturas, son capaces de mo-

verse lentamente. Las evidencias de las ondas sísmicas nos indican que el núcleo externo se encuentra constituido por metales en estado de fusión. La hidrosfera la componen las aguas superficiales y atmosféricas.



LA DINAMICA DE LA TIERRA, representada en sección transversal, y según se desprende de la teoría de la Tectónica de Placas. Las placas litosféricas, formadas por la corteza y parte del manto superior, se desplazan lateralmente sobre la astenosfera, capa del manto a mayor temperatura y quizás parcialmente fundida. El material de la astenosfera asciende fundido por debajo de las crestas de las cordilleras oceánicas, produciendo emisiones lávicas

que al solidificar dan lugar a nueva corteza oceánica. Las placas litosféricas divergen allí donde se genera esta nueva corteza a partir del material ascendente. El crecimiento de la litosfera por este nuevo material emanado se ve compensado por la destrucción de una cantidad equivalente de litosfera allí donde las placas convergen y se hunden en el manto. Estos bordes de placas convergentes están asociados con fosas oceánicas y línea de volcanes.

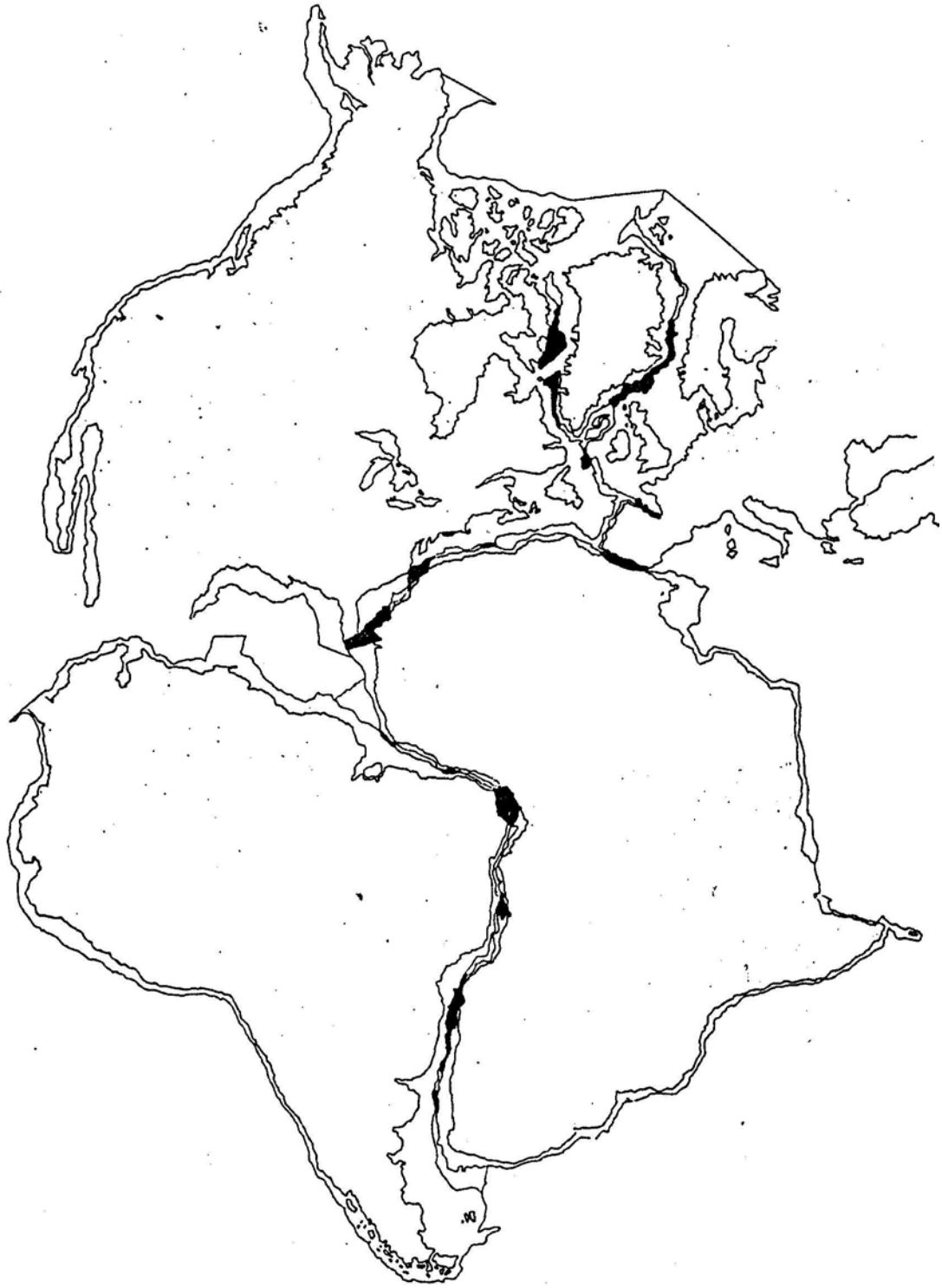


FIG. 3

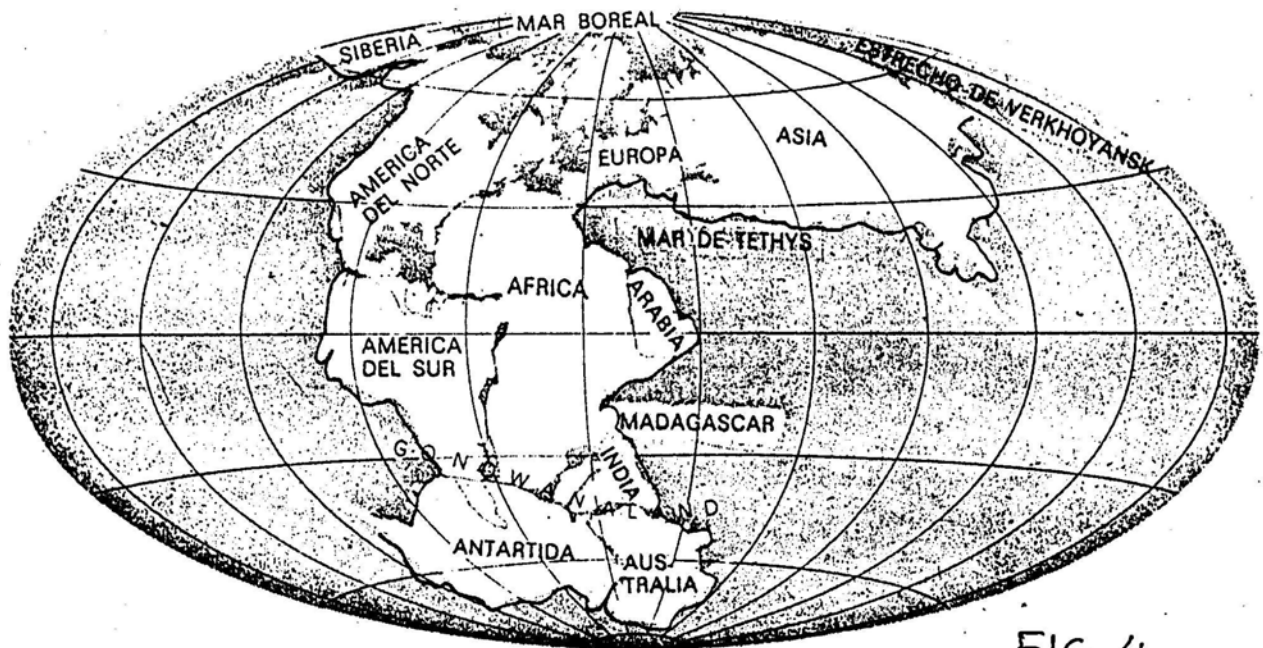
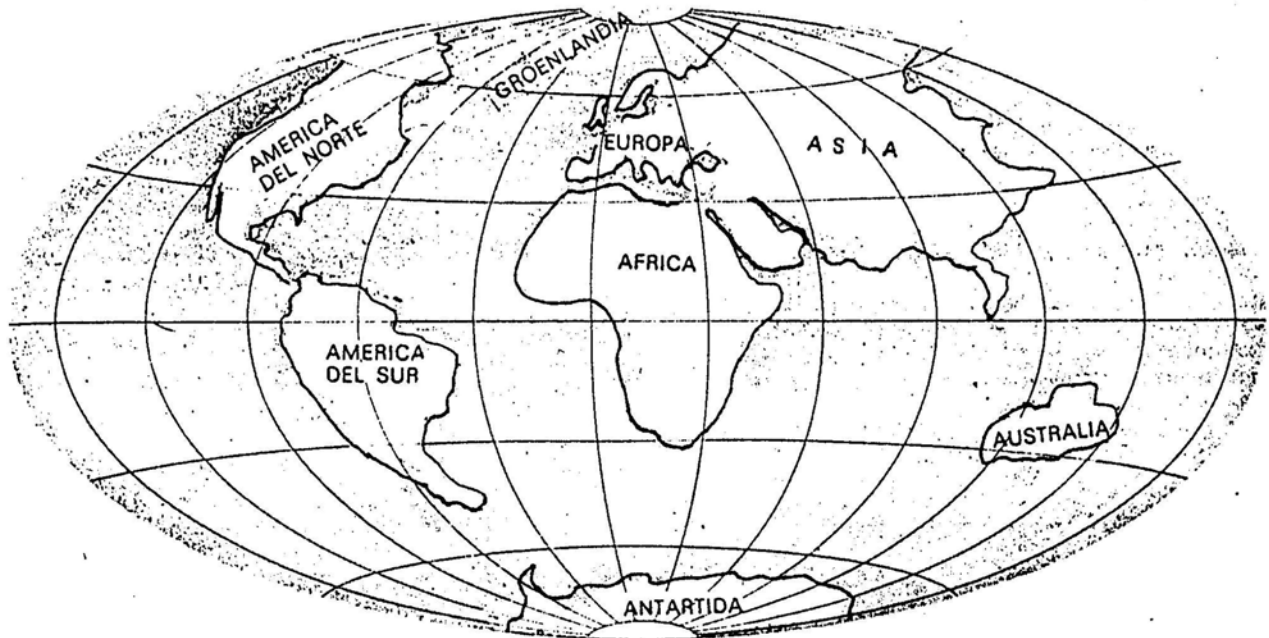


FIG. 4

EL UNICO SUPERCONTINENTE que se supone existió hace 150 millones de años tendría una configuración como el mapa de la parte inferior. El mapa actual es el supe-

rior. En ambos, la distorsión de los continentes se debe al tipo de proyección empleada.

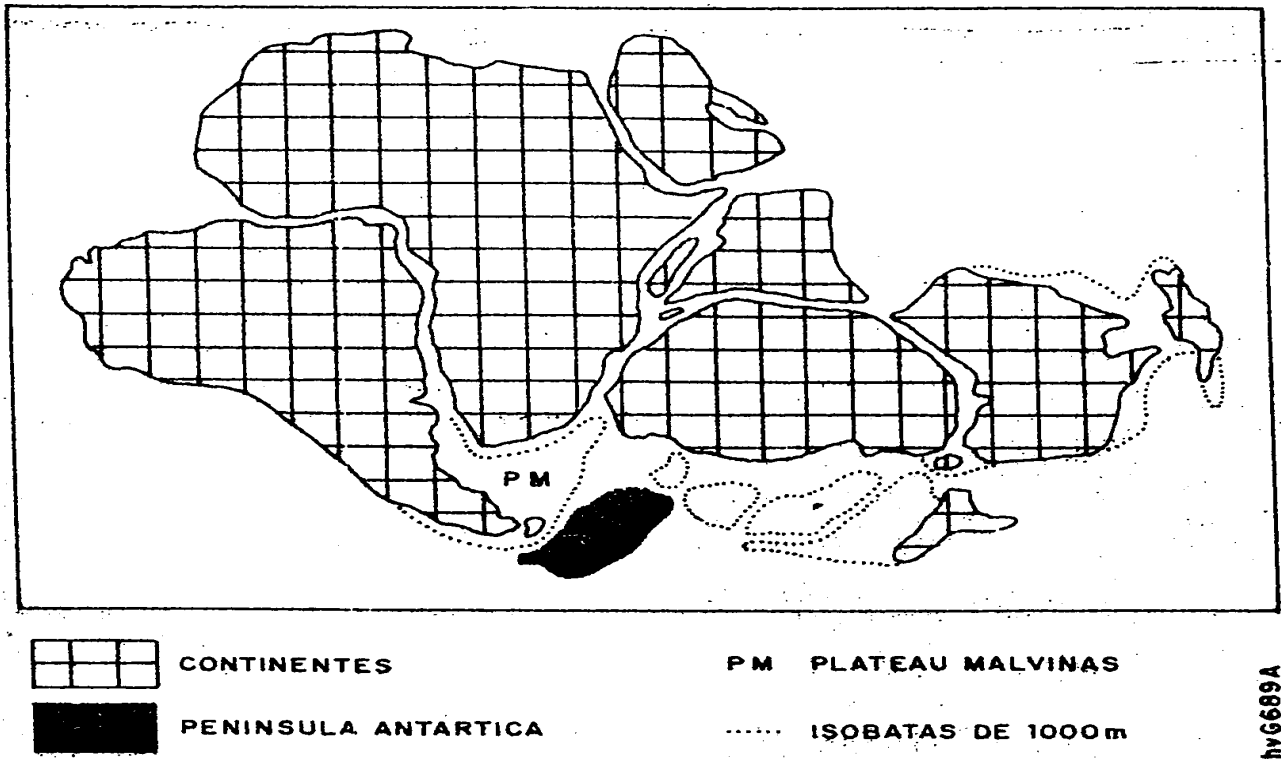
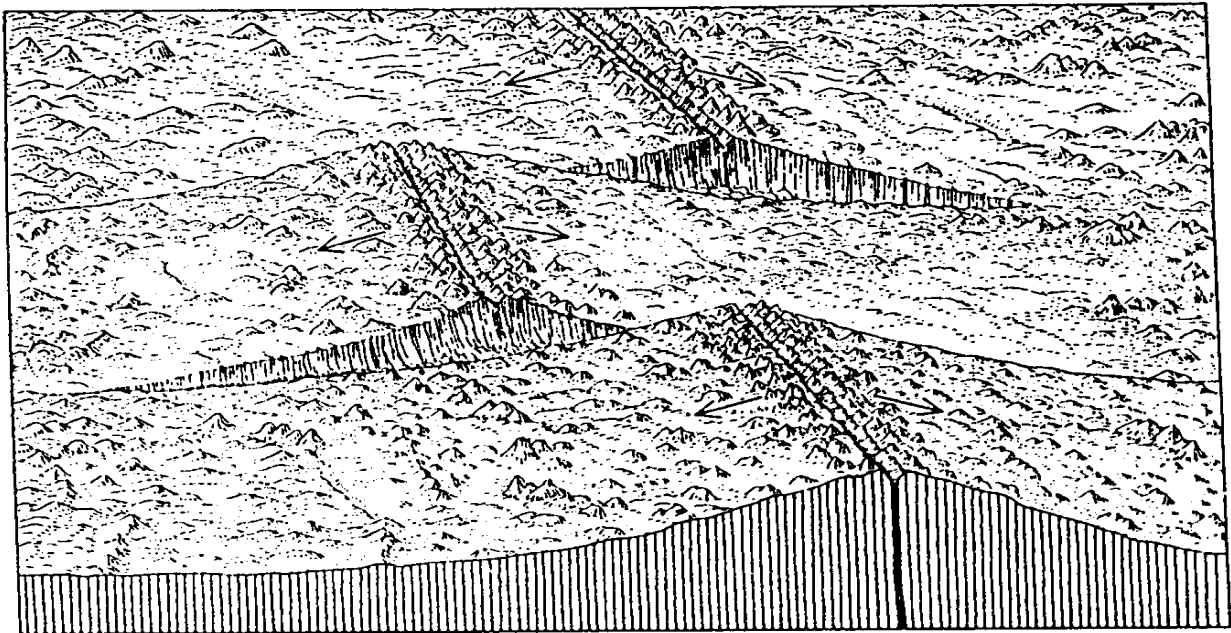
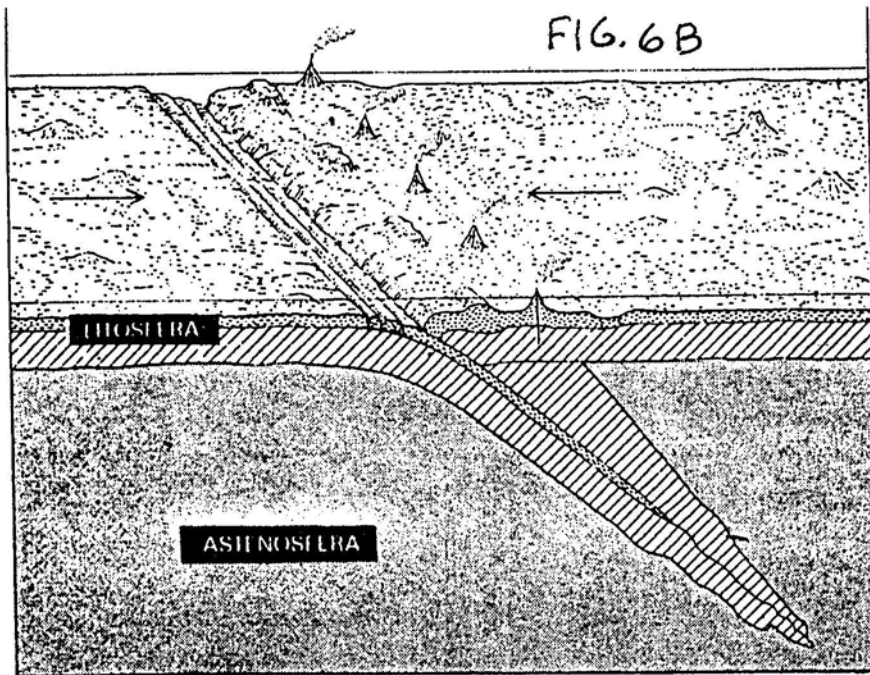


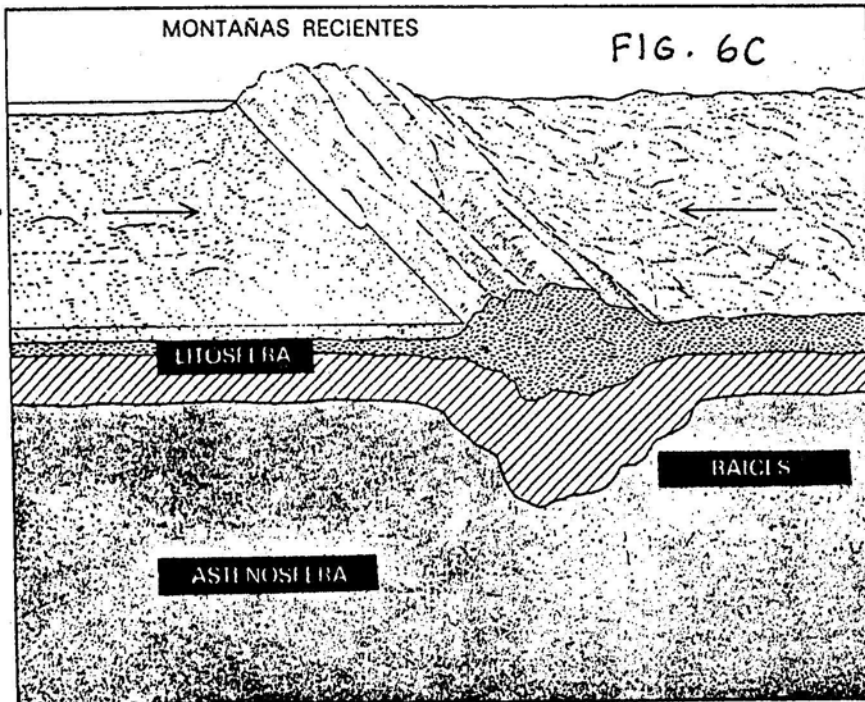
FIG. 5. ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO DEL CONTINENTE DE GONDWANA, MOSTRANDO LA UBICACION AUSTRAL DE LA REGION DEL MAR DE WEDDELL (según Macdonald et al., 1988).



LAS FALLAS DE TRANSFORMACION aparecen entre dos segmentos de cordillera desplazados. Mientras la cordillera continua creciendo se producen terremotos y erupciones volcánicas en los bordes de las placas debido a que las fuerzas que dan lugar a las placas, originadas en el centro de expansión bajo la cordillera, las desplazan en direcciones opuestas. Sin embargo, esta intensa actividad sísmica disminuye en los flancos de las cordilleras centro-occánicas.



FORMACION DE UNA FOSA donde el borde externo de una placa, que se desplaza a partir de un centro de expansión fijo, choca con otra placa. Esto se debe a que la velocidad combinada de las dos es mayor de 6 centímetros por año y el impacto no puede absorberse por plegamiento. En vez de hundirse una placa debajo de la otra (en la litosfera) se destruye en la astenosfera (una zona caliente) por un adelgazamiento progresivo. El choque produce volcanes, islas y grandes profundidades, al igual que sucedió en la fosa de Tonga. A los lados de una fosa existen grietas que se han producido por el plegamiento de la corteza.



FORMACION DE UNA CORDILLERA cuando los bordes externos de dos placas entran en colisión a una velocidad menor de 6 centímetros por año. En vez de chocar catastróficamente, de tal forma que una placa se introduzca por debajo de la otra, ambas placas se pliegan, originando una nueva cordillera de montañas entre ambas. La cordillera está formada por material cortical que se ha plegado hacia arriba por efecto de la presión ejercida por las dos placas (y también hacia abajo para formar las raíces de las montañas). Tales cordilleras las podemos identificar porque contienen radiolaritas y otros materiales típicos del fondo oceánico.

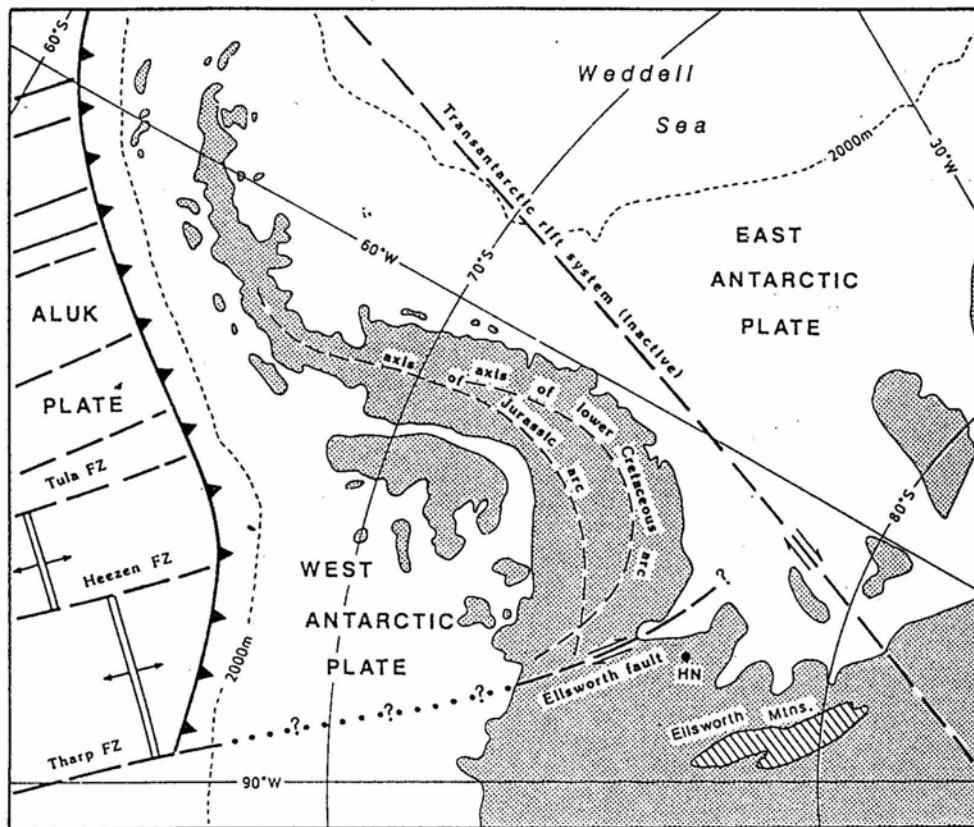
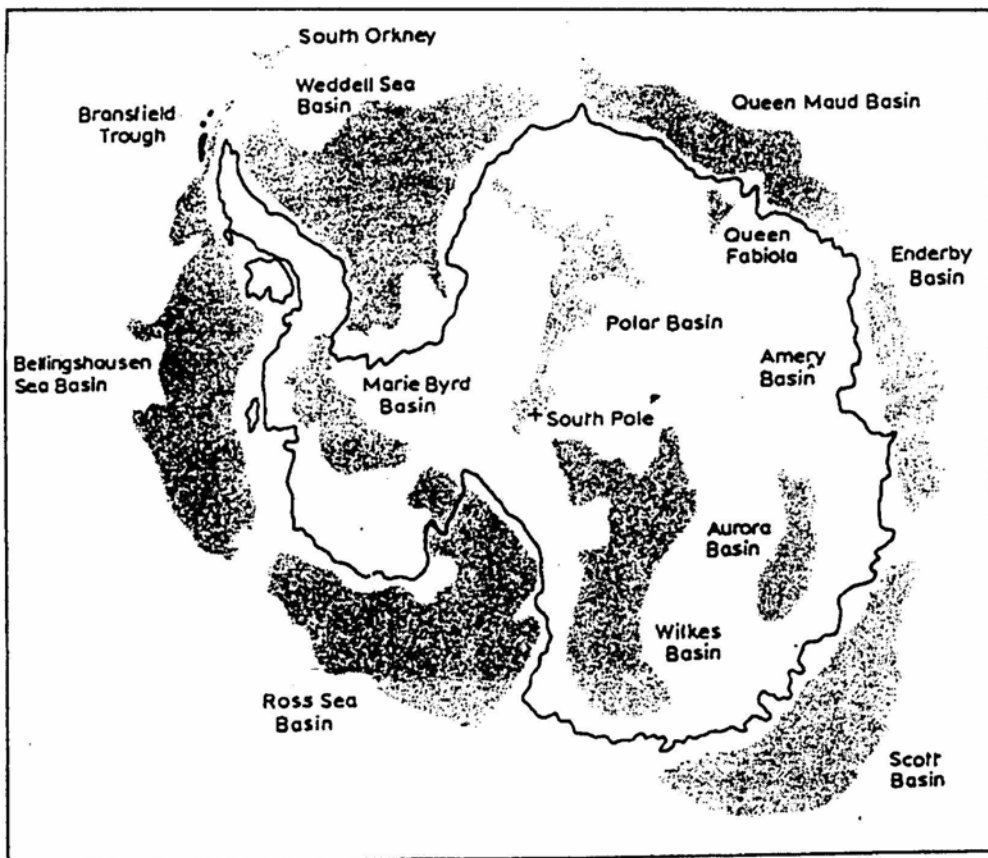
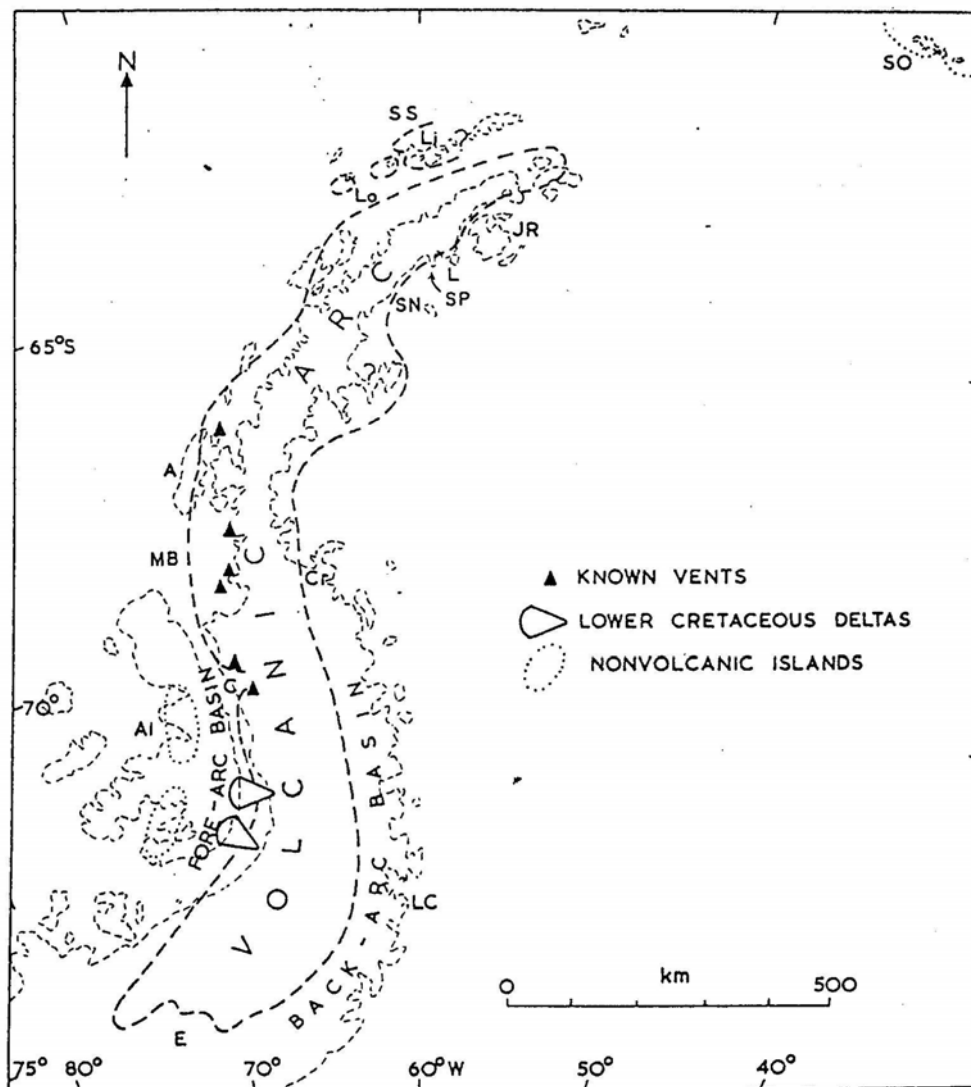


Fig. 7 Schematic map showing inferred tectonic elements of the southern Antarctic Peninsula region at the close of the Cretaceous Period. Outline of modern shoreline, 2000 m depth contour (pecked line; after LaBrècque, 1986), and positions of Haag Nunataks (HN) and Ellsworth Mountains are shown for reference. Line with teeth, trench; double line with arrows, spreading centre; FZ, fracture zone.

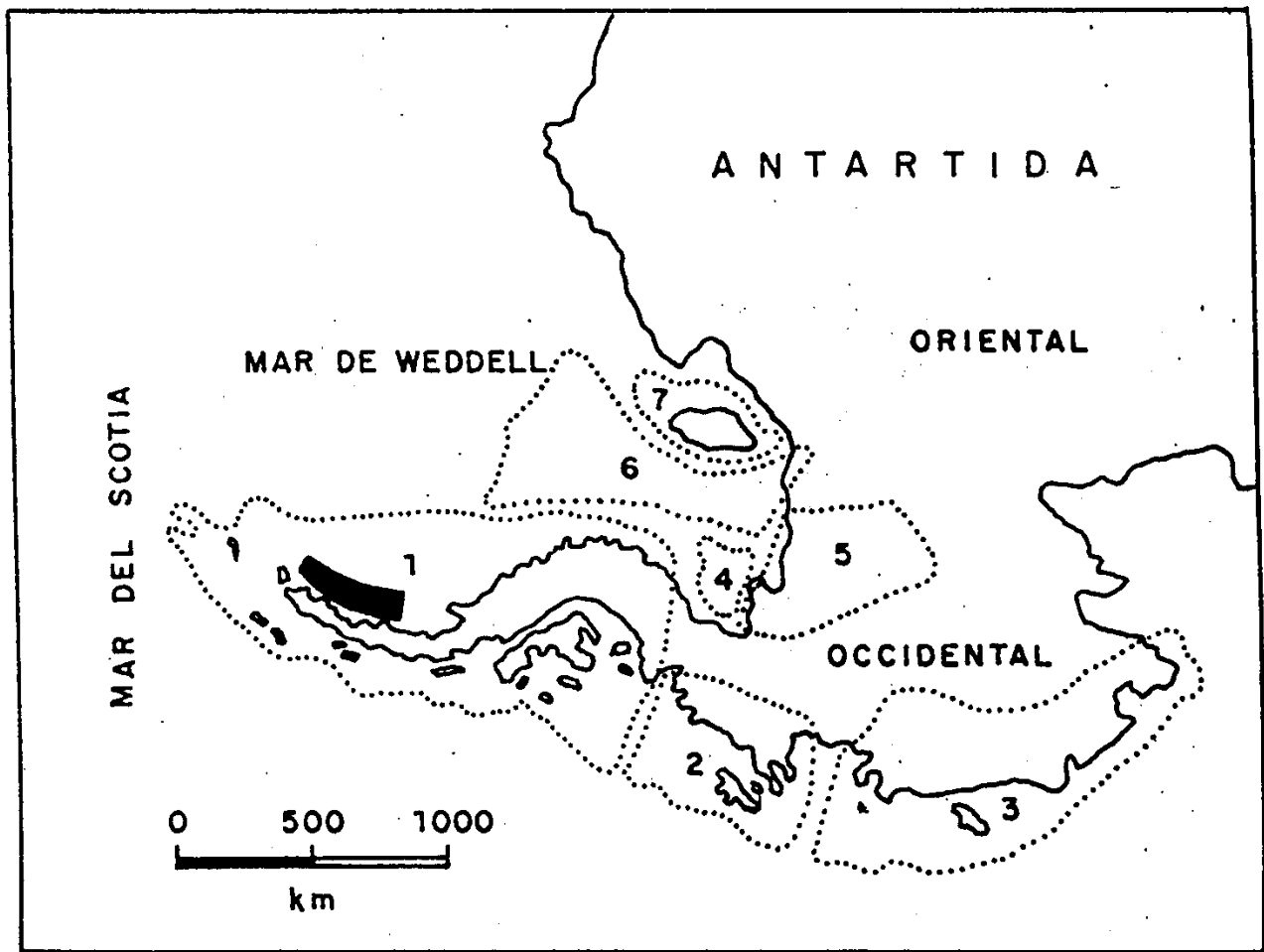




Tentative and generalized paleogeographic reconstruction of the Antarctic Peninsula area in Late Jurassic-Early Cretaceous time. A late Cenozoic extensional trough in Bransfield Strait (between the South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula) has been closed by approximately 50 km. No allowance has been made for any bending that the peninsula may have undergone. Geographic coordinates relate to the area's present position.

A: Adelaide Island. AI: Alexander Island. C: Carse Point. Cr: Crabeater Point. E: eastern Ellsworth Land. JR: James Ross Island. L: Longing Gap. LC: Lassiter Coast. Li: Livingston Island. Lo: Low Island. MB: Marguerite Bay. SN: Seal Nunataks. SO: South Orkney Islands. SP: Sobral Peninsula. SS: South Shetland Islands. Partly after Suárez (1976).

FIG. 9



..... BORDE MICROPLACA

■ AREA ESTUDIADA

MICROPLACAS:

- 1. PENINSULA ANTARTICA
- 2. THURSTON
- 3. MARIE BYRD LAND
- 4. HAAG
- 5. ELLSWORTH
- 6. FILCHNER (BARRERA)
- 7. BERKNER

hvg389A

FIG. 10 MICROPLACAS DE LA ANTARTIDA DEL OESTE.
(Modificado De Wit et al., 1988).

Capítulo 4

OCEANOGRAFIA ANTARTICA

Alejandro Bianchi

TEMARIO:

- 4.1 **Introducción general**
 - 4.2 **Circulación inducida por el viento y circulación termohalina**
 - 4.3 **El océano austral; regionalización para su estudio**
 - 4.4 **Circulación y masas de agua en la zona antártica**
 - 4.5 **Componentes de la marea**
 - 4.6 **Régimen de marea**
-

4.1 Introducción

Los océanos cubren dos tercios de la superficie terrestre y la mayor parte de la población mundial está radicada en regiones costeras, directamente expuestas a los efectos físicos, químicos y climáticos del medio ambiente marino, así como a su variabilidad natural o antropogénica.

El principal objetivo de la oceanografía es obtener una clara y sistemática descripción de los océanos, suficientemente cuantitativa como para predecir su comportamiento en el futuro con cierta certeza. Existen distintas ramas de la oceanografía, fundamentalmente cuatro: la oceanografía física, la biológica, la química y la geológica. Obviamente todas estas disciplinas están fuertemente relacionados entre sí, pero centraremos el enfoque de esta exposición en los aspectos físicos del océano en las regiones antárticas.

Se tratará entonces de describir la distribución de las propiedades físicas del agua de mar en la zona de estudio, en base a ello clasificar las masas de agua que allí existen y caracterizar la circulación oceánica superficial y profunda.

4.2 Circulación inducida por el viento y circulación termohalina

El viento es la principal fuente de energía en la capa superficial del océano y transmite movimiento al mismo por fricción en superficie que luego terminará afectando la circulación de una importante capa superior (los primeros cientos de metros).

Llamaremos entonces a esta circulación como inducida por el viento.

Es una circulación sobre todo horizontal, al contrario de la circulación termohalina. Así se forman las corrientes marinas, que afectadas por la rotación de la tierra por la fuerza de Coriolis, se desplazan hacia la izquierda de la dirección del viento en el hemisferio sud y hacia la derecha en el hemisferio norte.

La densidad del agua de mar está determinada por la temperatura, la salinidad y la presión. En general, la presión responde fundamentalmente a la profundidad de acuerdo a la ecuación hidrostática. Consecuentemente, la distribución general de los campos de densidad estará determinada por la

distribución de los campos de temperatura y salinidad. Llamaremos entonces circulación termohalina a la que se deduce de la distribución vertical y horizontal de los campos térmicos y halinos o de salinidad. El mar, en general, recibe calor en la “tapa” en las regiones intertropicales, y cede calor a la atmósfera en zonas de altas latitudes. El calentamiento en bajas latitudes hace a las aguas superficiales menos densas y, consecuentemente, estables en su posición en la columna de agua. En cambio, el enfriamiento en altas latitudes en las masas de agua superiores, las hace más densas y consecuentemente provoca el hundimiento por convección de las mismas. Existe otro mecanismo por el cual se forman las frías aguas abisales que luego se derraman por los fondos de las cuencas oceánicas. Al formarse hielo marino, éste retiene una mínima proporción de la sal del agua que le dio origen. La consecuente liberación de sal a las ya muy frías aguas circundantes, densifica las mismas y genera un poderoso mecanismo convector. A grandes rasgos, éste es uno de los procesos responsables de la formación de Agua de Fondo Antártica (en el mar de Weddell y mar de Ross).

4.3 El océano austral; regionalización para su estudio

Se denomina océano austral a la región oceánica al norte del continente antártico, que al no tener una barrera continental que lo limite hacia el norte comunica a los tres océanos entre sí libremente. Analizando las aguas superficiales, se observa que hacia el norte del continente aparece un tenue aumento de temperatura hasta una zona donde abruptamente se produce un aumento de entre 2 y 3°C. Esta es la Zona del Frente Polar Antártico (ZFPA). Esta zona es alrededor de los 50°S de latitud en los océanos Atlántico e Indico y alrededor de los 60°S en el Pacífico. La región comprendida entre la Antártida y la ZFPA es conocida como Zona Antártica. Al norte de la misma y hasta otro frente conocido como Convergencia Subtropical (en promedio, alrededor del paralelo 40°S), se encuentra la región Subantártica (ver figura n° 1). Las aguas superficiales de la Zona Antártica tienen temperaturas que oscilan entre los -2 y 4 °C, según la latitud y la época del año.

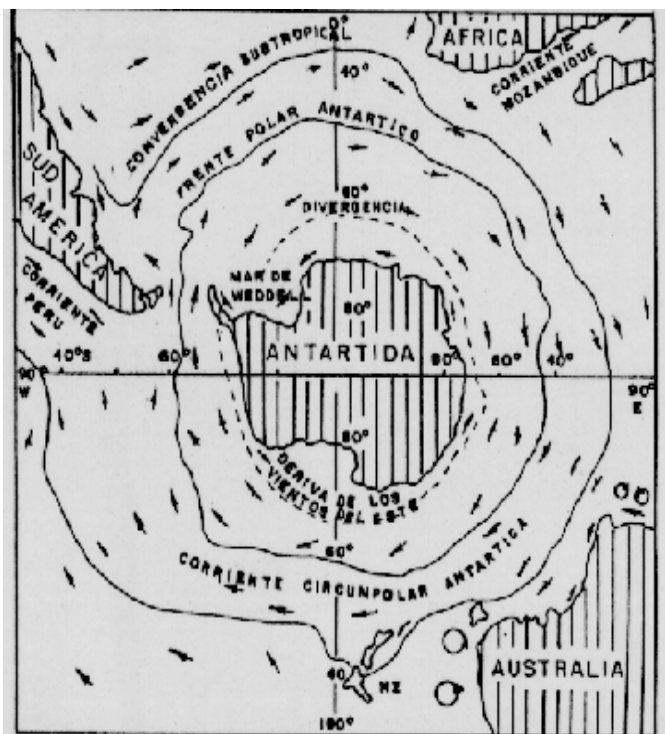


FIG.:1 - CIRCULACION Y POSICIONES MEDIAS DE LA ZFPA Y LA CONVERGENCIA SUBTROPICAL

La ZFPA no es una línea en el océano, tiene naturaleza meandrosa, su ubicación geográfica es altamente variable y dentro de la misma existen marcados saltos de temperatura asociados a corrientes zonales fuertes hacia el oeste. Fríos meandros de aguas antárticas suelen estrangularse y formar “eddies” o torbellinos ciclónicos que se desplazan en la región. Se especula que las inestabilidades y la variabilidad están asociados con transportes meridionales de calor hacia los polos que devuelven parte del calor que es cedido por el océano a la atmósfera en la región antártica.

4.4 Circulación y masas de agua en el océano Austral

La particular geografía del océano Austral lo transforman en el único lugar donde las corrientes completan la circunvalación del globo. En una estrecha franja costera alrededor del continente antártico existe un flujo hacia el oeste conocido como Deriva de los vientos del Este (East Wind Drift). Mar adentro, el flujo superficial y profun-

do es dominado por la Corriente Circumpolar Antártica (CCA) que fluye hacia el este producida por los fuertes vientos del oeste (nótese que los vientos se denominan por la dirección de la cual vienen y las corrientes por la dirección hacia la cual se dirigen). El estrechamiento en el flujo provocado por el pasaje de Drake entre la península Antártica y Tierra del Fuego en el extremo austral de Sudamérica, sumado a la influencia de la fuerza de Coriolis, forman la corriente del Perú (o Humboldt) sobre el Pacífico y la corriente de Malvinas, a la desembocadura del Drake sobre las islas que le dan su nombre, continuando hacia el norte sobre el talud continental. Las velocidades superficiales de la CCA, rara vez exceden los 15 cm/s, pero debido a su profundidad y a la extensión sobre la cual corre, transporta en promedio unos 125 millones de m³/s. Esa cifra la transforma en la mayor corriente del mundo, con un transporte superior a la muy conocida corriente del Golfo.

Las masas de agua de la región y su circulación están esquematizadas en la figura n° 2.

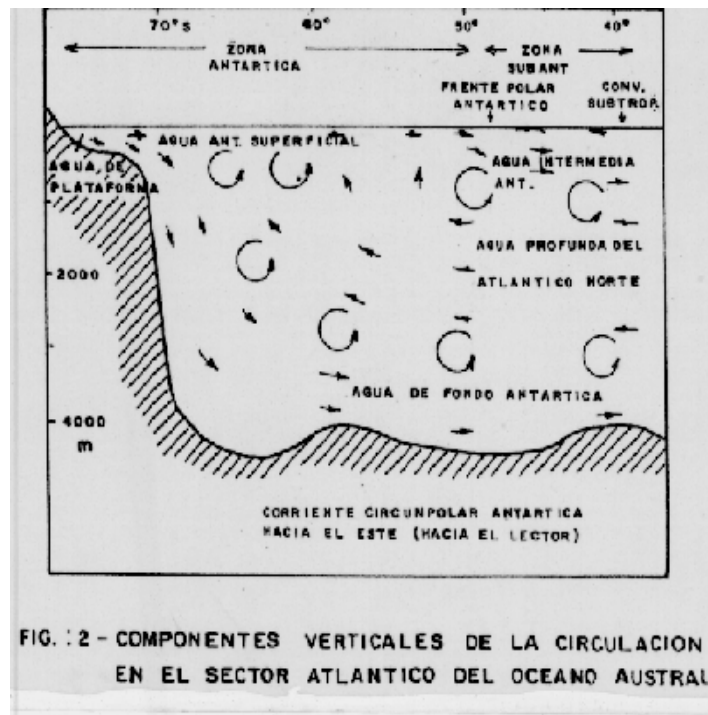


FIG. 2 - COMPONENTES VERTICALES DE LA CIRCULACION EN EL SECTOR ATLANTICO DEL OCEANO AUSTRAL.

Las masas de aguas cercanas al continente tienen las características típicas de las muy altas latitudes. Al sur de la ZFPA, en los primeros 100-250 metros, se halla el Agua Superficial Antártica (ASA), cuyas propiedades se ven dominadas por la fusión del hielo en el verano y por el intenso enfriamiento en el invierno, con una salinidad menor de 34.5 y temperaturas cercanas al punto de congelamiento del agua de mar (-1.9° C). Debajo de esa capa se encuentra el Agua Circumpolar (AC), que ocupa la columna de agua hasta los 4000 metros y cuyas temperaturas en los primeros metros varían entre 1.5 y 2.5° C, hasta 0.5° C en los últimos metros. Su salinidad es mayor de 34.7, lo cual explica que, siendo relativamente más cálida que el ASA, sea más densa que ésta. La densidad del agua de mar es una función altamente no lineal de la temperatura y salinidad. En particular, a temperaturas muy bajas como las de los mares antárticos, pequeños cambios en salinidad afectan fuertemente la densidad.

Por debajo del AC se encuentra el Agua de Fondo Antártica (AFA), una masa de agua que se esparce por el fondo de los océanos alcanzando, por ejemplo en el Atlántico, los 25° N de latitud. Esta masa de agua se forma por mezcla de AC y

Agua de Plataforma (AP) del mar de Weddell y mar de Ross. El AP tiene temperatura cercana al punto de congelamiento (-2.0° C) y salinidad de 34.4 - 34.8. Consecuentemente, es de las más densas del mundo. La formación de estas aguas ha sido tema de mucha discusión.

Es importante conocer mejor los procesos de formación y conversión de masas de agua, ya que éstas, una vez formadas, circulan por los fondos oceánicos del resto del mundo. Pequeñas alteraciones de las condiciones iniciales en estas regiones podrían alterar gravemente la compleja y delicada maquinaria de la circulación termohalina interrumpiendo el circuito de las corrientes permanentes y afectando el clima en general. De allí, la importancia de estos procesos, así como los flujos de calor y de agua dulce en el océano, determinantes de los posibles cambios globales a escala planetaria.

4.5 Componentes de marea

Cualquier medición instantánea del nivel del mar puede ser considerada como la suma de tres factores componentes:

$$\text{Nivel de marea observada} = \text{Nivel medio del mar} + \text{Marea astronómica} + \text{Ondas de tormenta}$$

Cada uno de estos términos puede definirse de la siguiente manera:

Nivel medio del mar (NMM): es la media aritmética basada generalmente en valores horarios, tomados durante un período adecuado, correspondiendo en el espectro a la zona de frecuencia nula.

Marea astronómica: en este término no solo se consideran las contribuciones lunisolares que surgen del desarrollo del potencial generador de la marea, sino también las combinaciones lineales de las principales ondas que determinan las componentes de aguas someras. Correspondiendo en el espectro, fundamentalmente a la banda de 2 a 24 horas.

Ondas de tormenta: son modificaciones del nivel del agua producidas por cambios bruscos de presión atmosférica y por el efecto de arrastre del

viento, con periodicidades que superan el día.

Las teorías básicas en el estudio de la marea astronómica son dos.

La **Teoría Estática o de Equilibrio** presentada por I. Newton en la segunda mitad del siglo XVIII, considera las siguientes hipótesis:

- Las aguas cubren totalmente la superficie de la tierra.
- Sobre las aguas actúan solamente la fuerza generadora de marea y la atracción de la gravedad.
- Las aguas forman una superficie equipotencial.
- No se tienen en cuenta la fricción y la inercia. Es importante notar que en la definición de

fuerza de marea, según esta teoría, se desprecia totalmente la fuerza centrífuga producida por la rotación diaria de la tierra en torno de su eje.

La segunda teoría básica en el estudio de la marea astronómica es la de **Laplace**, conocida como **Teoría Dinámica**. Está basada en tres principios fundamentales:

- Al actuar una fuerza periódica sobre el mar, el movimiento de éste es también periódico y del mismo período que dicha fuerza.
- Debido a la inercia de la masa líquida y a la topografía del lugar que se oponen a la inmediata reacción de las aguas atraídas gravitacionalmente por la luna y el sol, existe una diferencia de fase constante entre el movimiento del mar y cada uno de los valores periódicos de las fuerzas que las producen.
- La amplitud del movimiento del mar es proporcional a la fuerza que la produce.

La concepción del movimiento del mar establecida por Laplace, y el desarrollo de la fuerza generadora de marea realizado por Newton, resultaron ser la base del análisis armónico y la predicción de marea.

El análisis armónico posibilita el conocimiento de un conjunto de ondas periódicas (componentes), originadas por una serie de astros ficticios que surgen de descomponer a la acción gravitacional de la Luna y el Sol sobre la Tierra. La suma de los efectos de estas lunas y soles ficticios resulta equivalente a la marea astronómica debida a la acción de los astros reales.

Cada componente de marea posee una constante armónica amplitud y una constante armónica época (fase) propias de cada puerto e inalterables hasta que se obtengan mejores mediciones y se realicen nuevos análisis armónicos. La predicción de marea permite anticipar qué alturas pueden esperarse en diferentes lugares.

Otra aplicación de las constantes armónicas es la construcción de cartas cotidales e isoamplitudes, que permiten el estudio de la dinámica de marea.

4.6 Régimen de marea

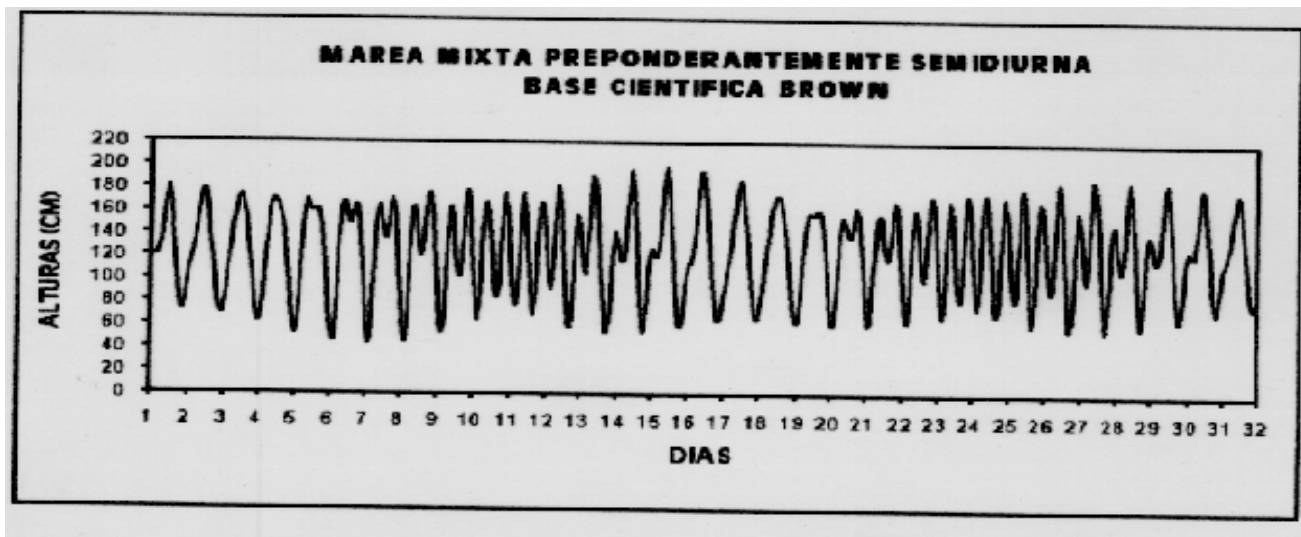
La marea astronómica puede clasificarse en cuatro tipos diferentes, según el criterio de Courtier (1938), que tiene en cuenta la relación de las amplitudes de las componentes diurnas y semidiurnas principales.

- Semidiurna
- Mixta preponderantemente semidiurna (o semidiurna con desigualdades diurnas)
- Mixta (o mixta preponderantemente diurna)
- Diurna

En la costa argentina y en el sector antártico argentino, la marea se puede clasificar en los dos primeros grupos. Desde el Río de la Plata hasta Quequén, la marea es mixta preponderantemente semidiurna. Desde Quequén hasta el Beagle, la marea es semidiurna. Desde el Beagle hasta el sector antártico argentino, la marea es mixta preponderantemente semidiurna. A medida que crece la latitud, aumenta la amplitud de las componentes diurnas frente a las semidiurnas, acentuando el carácter de marea mixta.

Finalmente, en el sector antártico argentino, las amplitudes máximas de marea, oscilan dentro del rango 1,35/2,91 metros. Las amplitudes medias varían entre 0,59 y 1,52 metros. En ambos casos, los valores corresponden a isla Neny (bahía Margarita) para el límite inferior y a bahía Esperanza para el límite superior.

En la figura siguiente se muestra como ejemplo típico de marea en la Antártida, un mes de alturas horarias correspondientes a la base científica Brown.



Capítulo 5

HIELO TERRESTRE

Pedro Skvarca

TEMARIO

- 5.1 **Barreras de hielo**
 - 5.1.1 Aspectos generales
 - 5.2 **Barrera de hielo Filchner-Ronne**
 - 5.3 **Barrera de hielo Larsen**
-

5.1 Barreras de hielo

Por definición un “glaciar” es toda masa de nieve, firn (neviza) y hielo que se mueve y deforma continuamente por su propio peso, o sea a causa de la gravedad. En términos simples se podría decir que toda la Antártida es un solo glaciar, cuya extensión es diez veces mayor al conjunto de glaciares del resto del mundo. Sin embargo, desde el punto de vista glaciológico, por su forma, dimensiones, etc., las masas de hielo de la Antártida se clasifican en distintos tipos de “glaciares”, cuyas principales formas son: sabanas de hielo, barreras de hielo, colinas de hielo, calotas de hielo, piedemontes de hielo, glaciares efluentes y glaciares de valle.

Se denomina “barrera de hielo” a toda sabana de hielo flotante, adosada a una costa. Las barreras pueden estar completamente encastradas o confinadas en grandes bahías, excepto en sus frentes, lo cual les permite fluir libremente al menos en una dirección.

5.1.1 Aspectos generales

Las barreras de hielo son sabanas de hielo que fluyen por su propio peso, casi sin fricción, o sea libremente sobre el mar. Por lo tanto se hallan afectadas por la acción de las mareas a pesar de sus grandes extensiones. La superficie de las barreras es casi horizontal, si bien presenta a veces suaves ondulaciones. Aparecen en su superficie otros rasgos, tales como sastruguis, bandas de hielo perturbado, líneas de flujo y grietas de distintas dimensiones y formas. Estos rasgos físicos son originados por la acción del viento, aportes de corrientes de hielo y glaciares que alimentan las barreras, distintos tipos de flujo, presencia de colinas de hielo y la configuración de sus límites de confinamiento. Las barreras de hielo bordean casi la mitad (44%) de la línea costera antártica, o sea una longitud de 14.110 km alrededor del Continente Antártico. En la Antártida existen cerca de sesenta barreras de hielo, conocidas por sus respectivos topónimos. En la figura 1 se indican las de mayor extensión: Ross, Filchner-Ronne, Larsen, Amery, Shackleton, etc.

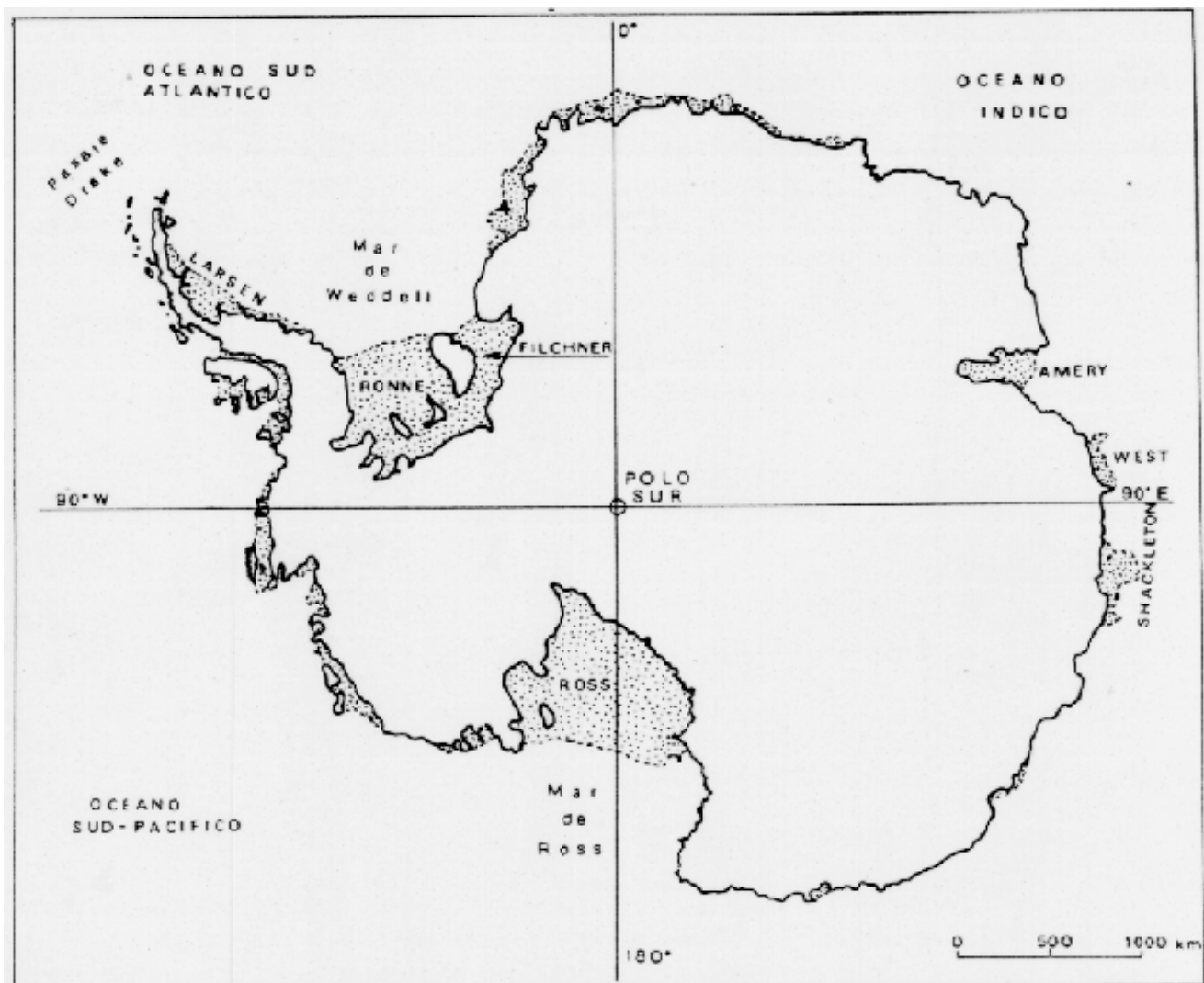


Figura 1: Mapa del continente Antártico con barreras de hielo indicadas en punteado.

En sus frentes, las barreras presentan cortes verticales de forma acantilada, que oscilan entre los 2 y los 50 metros de altura sobre el nivel del mar, si bien la obra muerta de 30 metros es la más común. Los espesores aumentan desde aproximadamente 200 metros en la zona frontal (margen que da al mar) hacia el margen interior o línea de flotación, donde alcanzan valores que superan los 1500 metros (figura 4a). La unión de las barreras con el margen continental (margen interior, donde el hielo flotante comienza a apoyar sobre roca) se caracteriza por un aumento suave de pendiente y grietas. Puesto que las barreras suben y bajan por el efecto de las mareas, se producen rajaduras en la zona o línea de apoyo que reciben el nombre de “grietas de marea”.

Como el resto de los glaciares antárticos, las barreras de hielo también se hallan formadas por nieve, neviza y hielo. La Figura 2 muestra cinco perfiles de densidad obtenidos mediante perforaciones en distintas barreras. Las partes superiores se componen de nieve compacta y neviza, que son permeables al aire y al agua. Por ello se observa una fuerte tasa de densificación al inicio, que decrece luego de los 60 metros, a medida que la densidad se aproxima gradualmente a la del hielo puro (0.917 g/cm^3), que es impermeable. La profundidad a la cual ocurre la transición de neviza (firn) a hielo varía según el lugar, pues depende de la temperatura media anual y de la tasa de acumulación nival de cada sitio. Esta “transición” ocurre entre los 40 y los 60 metros de profundidad (entre 0.80 y 0.85 g/cm^3).

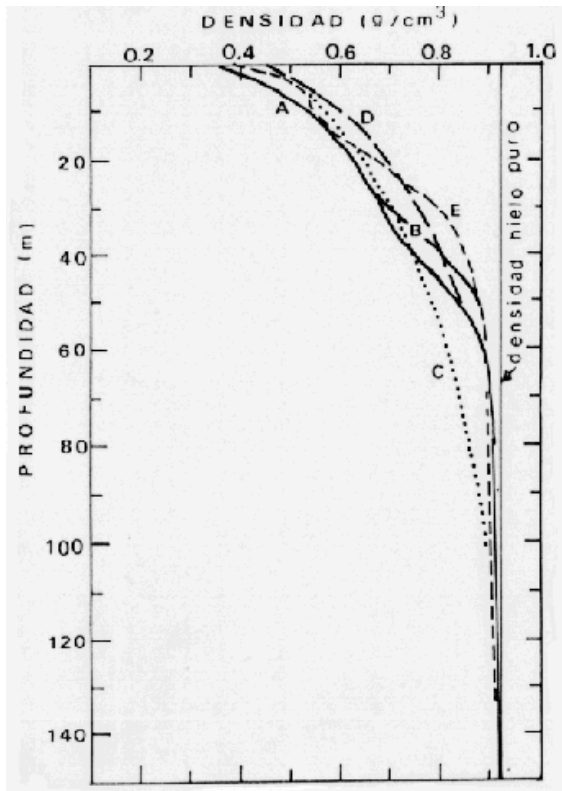


Figura 2

Perfiles densidad-profundidad en distintas barreras de hielo de la Antártida ⁽⁴⁾.

- A: Little America V.
- B: Filchner (base Ellsworth).
- C: Maudheim.
- D: base Roi Boudin.
- E: Amery.

Las barreras de hielo subsisten principalmente por la acumulación de nieve en su superficie, por aporte de glaciares y corrientes de hielo provenientes de la sabana de hielo y por congelación del agua de mar en sus bases. La acumulación por precipitación atmosférica disminuye gradualmente desde el frente hacia el “margen interior” (figura 4a).

La principal pérdida de masa de las barreras de hielo se debe fundamentalmente a los procesos de desprendimiento o “calving” de témpanos en sus frentes. Las barreras antárticas son productoras de grandes témpanos tabulares. Entre 1000 y 2000 km³ de hielo se desprende anualmente de la costa antártica; la mayor parte corresponde a témpanos desprendidos de las barreras. En menor grado las barreras pierden masa por fusión en sus bases, nieve volada al mar, evaporación y fusión superficial. Esta última es especialmente importante en las barreras de hielo de la península Antártica, que se hallan situadas en un ambiente polar menos riguroso y por ende sometidas a elevadas temperaturas durante los veranos.

Hay zonas en las barreras cuyo hielo está apoyado sobre roca. Estas partes, comúnmente con forma de domo circular o elíptico, reciben el nombre de “colinas de hielo”. Las colinas son fácilmente identificables por estar rodeadas de

gran cantidad de grietas, originadas por diferentes velocidades de flujo. En general el hielo de barrera se mueve a una velocidad mucho mayor y en distinta dirección que el hielo apoyado.

Las perforaciones realizadas a través de las barreras de hielo permiten conocer como varía la temperatura con la profundidad. La temperatura superficial, cercana a la temperatura media anual de cada barrera, aumenta progresivamente hacia abajo, hasta alcanzar la temperatura del punto de congelación del agua salada en la interfase hielo-mar. Solamente los estratos superiores de nieve (-12 metros) se hallan afectados durante todo el año por las fluctuaciones de temperatura ambiental.

5.2 Barrera de hielo Filchner-Ronne

Las barreras de hielo Filchner y Ronne (figura 3) se juntan al sur de la isla Berkner para formar, dado su gran espesor, la mayor masa de hielo flotante en el mundo. Isla Berkner es a su vez la “colina de hielo” más grande del mundo, con 46.200 km². Restando todo el hielo apoyado sobre roca, la parte flotante de la barrera Filchner-Ronne tiene 458.000 km².

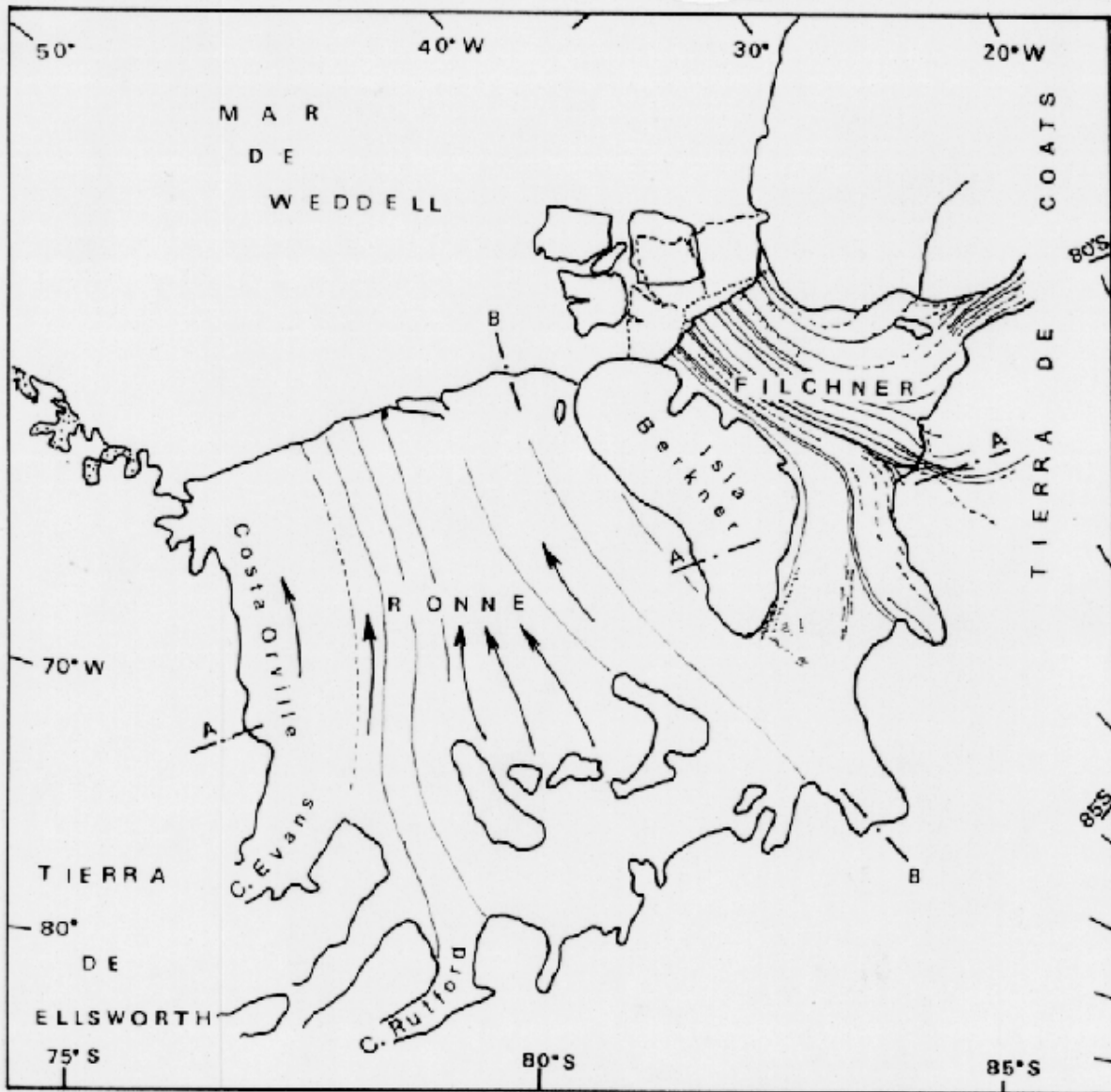


Figura 3: Mapa de la barrera de hielo Filchner-Ronne. En la barrera de hielo Filchner se indican en detalle las líneas de flujo de hielo, según detectadas en imágenes Landsat realizadas.

En la barrera Ronne las flechas indican el aporte de distintas corrientes de hielo (Evans, Rufford, etc.) que aportan el hielo desde la sábana Antártica occidental.

En 1983 el Grupo de Trabajo de Glaciología del Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR) estableció el Programa Barrera de Hielo Filchner-Ronne (FRISP), con el propósito de mejorar el conocimiento glaciológico sobre esta barrera de hielo. Desde entonces, Alemania, Noruega, Reino Unido y Rusia llevan a cabo importantes investigaciones glaciológico-geofísicas de terreno en combinación con estudios de modelos numéricos de la barrera Filchner-Ronne y sistemas oceanográficos asociados con el mar de Weddell Sur.

Por otra parte, el mosaico basado en imágenes Landsat realizadas digitalmente, ha permitido

identificar mejor el límite sur de esta barrera de hielo, revelando también con un detalle sin precedentes muchos rasgos superficiales antes desconocidos. Se han mapeado bandas de flujo de hielo a lo largo de más de 800 km, en forma ininterrumpida desde su origen en las corrientes de hielo del sur, hasta el frente. En la figura 3, se muestran estas bandas, que en el caso de la barrera Filchner señalan con gran detalle el aporte de tributarios menores provenientes del sur y de la Tierra de Coats, por intermedio de angostas bandas y líneas de flujo claramente identificables.

Los perfiles de las Figuras 4a (longitudinal) y 4b (transversal) de Filchner-Ronne se han

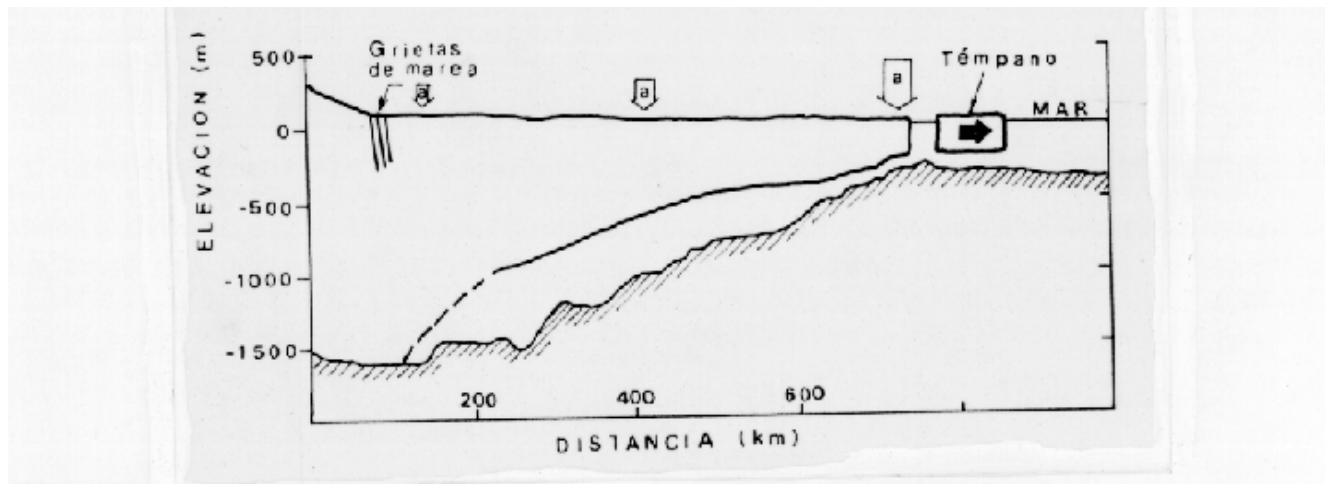


Figura 4a: Corte longitudinal (B-B en fig. 3) de la barrera Ronne, desde su "margen continental" o "margen interior" hasta el frente.

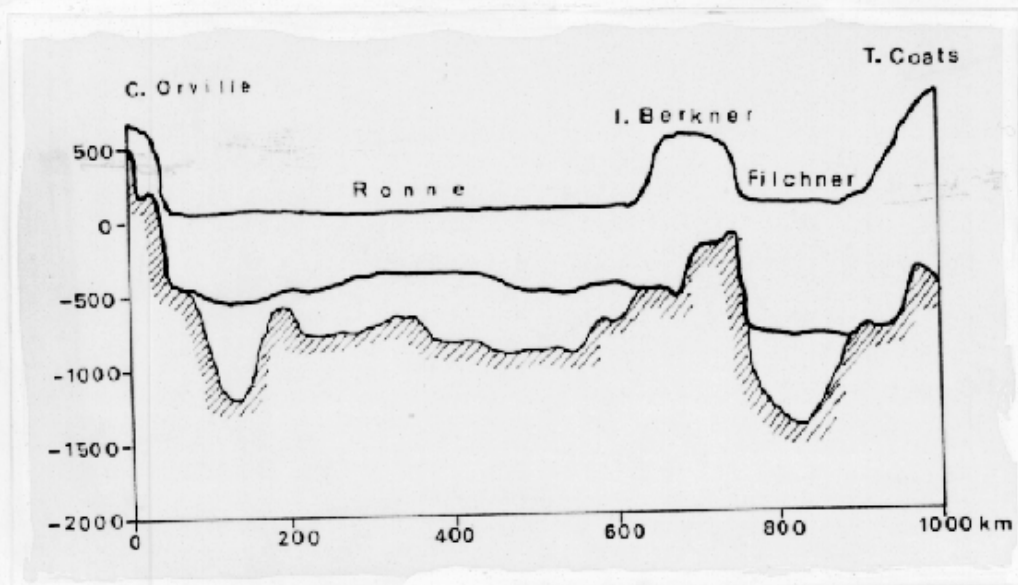


Figura 4b: Corte transversal (A-A en fig. 3) de la barrera Ronne-Filchner, entre la costa Orville y la tierra de Coats.

obtenido recopilando datos de sondajes sísmicos, relevamientos realizados con sondeo radio-ecoico aerotransportado (sobre I. Berkner) y mediciones con sonar desde buque. Puesto que el sonar no puede penetrar el hielo y el radar de hielo no penetra la capa de agua debajo de la barrera, el único método confiable para obtener el fondo marino a través de las barreras es el sondaje sísmico.

Hasta 1986 la "Gran Grieta", ubicada a unos 70 km al sur del frente, entre la isla Berkner y la Tierra de Coats, constituía un rasgo muy

distintivo de la barrera Filchner. A partir de esta "Grieta", de 115 km de largo y 11 km de ancho máximo, se produjo a mediados de 1986 uno de los desprendimientos más significativos (aproximadamente 13000 km²), que se hayan registrado en la Antártida en tiempos recientes. Este desprendimiento dio origen a tres témpanos tabulares gigantes o "islas de hielo", que quedaron varados dado su gran espesor frente a la isla Berkner, en la zona de los "Bajos de Belgrano". El mayor de ellos logra liberarse en 1990 e inicia su deriva hacia el norte, a lo largo de

la costa occidental de la península Antártica. Este desprendimiento permitió al A.R.A IRIZAR realizar la navegación histórica por las aguas más australes del mar de Weddell, alcanzando los 78°21'S a los 37°36'W, el 27 de enero de 1988.

5.3 Barrera de hielo Larsen

La Barrera de hielo Larsen, con 63.000 km² de área, es por su extensión la tercer plataforma de hielo flotante en la Antártida y la mayor de la península Antártica. Bordea toda la costa oeste de la península, desde el cabo Fiske (74°15') hasta los nunataks Foca (65°), su límite norte extremo actual, luego del evento de desintegración ocurrido a comienzos de 1995.

El mapa glaciológico de la figura 5 se basa en el análisis e interpretación del mosaico confeccionado con imágenes Landsat TM en banda 4, la cual permite visualizar y detectar con mayor definición los rasgos físicos superficiales. Es la primera vez que se produce un mapa glaciomórfico de esta barrera de hielo, que indica con detalle en toda su extensión muchos rasgos superficiales nuevos.

El análisis de imágenes satelitales permitió mejorar también la posición del margen interior (línea de apoyo) de esta barrera. En general es posible detectar el límite entre el hielo apoyado sobre roca y el comienzo de flotación de la masa de hielo, debido a cambios de pendiente en dichas zonas.

La posición del frente de la barrera en el año 1975 fue obtenida a partir del mosaico de fotografías satelitales Kate-200 del satélite Kosmos. Este mosaico, co-registrado analógicamente al mosaico Landsat TM, permitió cuantifi-

car estimativamente los cambios significativos ocurridos entre 1975 y 1986-89 a lo largo de los 600 km del frente. Se detecta una drástica disminución en el área de la barrera de Larsen entre el cabo Longing e isla Ewing durante el período considerado, estimada en unos 9300 km².

El sector norte de esta barrera se hallaba ubicado cerca del límite climático extremo para subsistencia de las barreras de hielo, siendo por lo tanto muy sensible y vulnerable tanto al calentamiento atmosférico como oceánico. La península Antártica ha experimentado desde 1970 un aumento de temperatura del aire superior a 1° C.

Los dos extraordinarios eventos ocurridos a comienzos de 1995, es decir la total desintegración de la barrera Larsen al norte de los nunataks Foca y el témpano tabular desprendido entre la isla Robertson y península Jason, agregan aproximadamente 4.000 km² más al decaimiento continuo de la Barrera de hielo Larsen. Los datos de campaña de campo, llevada a cabo en octubre-noviembre 1994 en el sector desaparecido, junto con imágenes radar del satélite ERS-1, documentan con detalle sin precedentes el reciente retroceso y colapso del sector norte de la Barrera de Hielo Larsen. La información que brinda el Radar de Apertura Sintética (SAR) del ERS-1 es de particular importancia para estudiar la dinámica glaciaria en regiones climáticamente sensibles como la península Antártica. El análisis de este conjunto único de datos contribuirá sin duda alguna a comprender mejor la dinámica y estabilidad de las barreras de hielo, ubicadas en zonas de tendencia progresiva al calentamiento atmosférico.

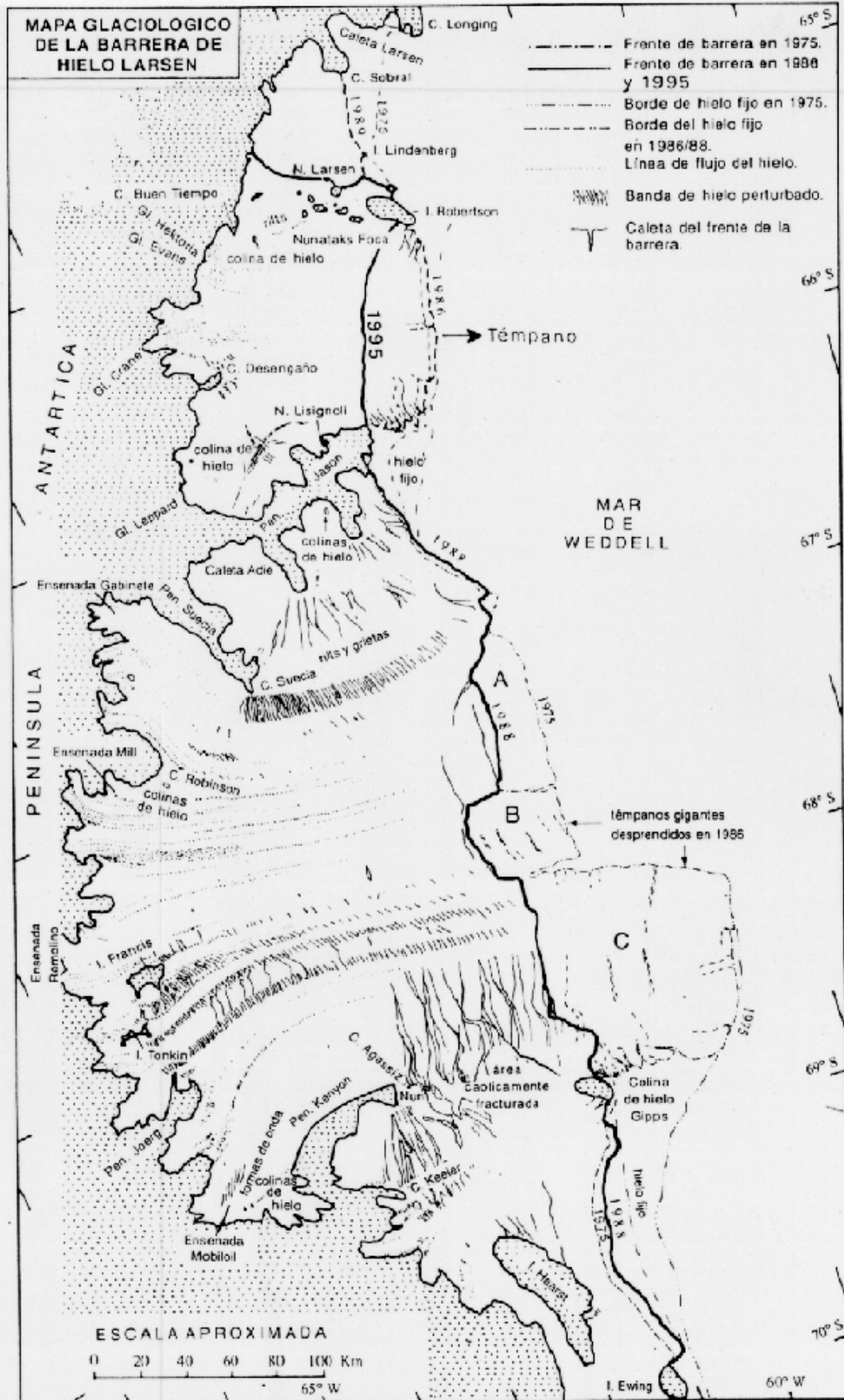


Figura 5. Mapa glaciológico de la Barrera de hielo Larsen con posición actualizada de su frente en el extremo norte, luego de los eventos de desintegración y desprendimiento ocurridos a principios de 1995.

Descripción de figuras

Figura 1: Mapa del continente Antártico con barreras de hielo indicadas en punteado.

Figura 2: Perfiles densidad-profundidad en distintas barreras de hielo de la Antártida ⁽⁴⁾.

A: Little América V.

B: Filchner (Base Ellsworth).

C: Maudheim.

D: Base Roi Boudin.

E: Amery.

Figura 3: Mapa de la barrera de hielo Filchner-Ronne. En la barrera de hielo Filchner se indican en detalle las líneas de flujo de hielo, según detectadas en imágenes Landsat realizadas.

En la barrera Ronne las flechas indican el aporte de distintas corrientes de hielo (Evans, Ruthford, etc.) que aportan el hielo desde la sábana Antártica occidental ⁽³⁾.

Figura 4a: Corte longitudinal (B-B en fig.3) de la barrera Ronne, desde su “margen continental” o “margen interior” hasta el frente.

Figura 4b: Corte transversal (A-A en fig.3) de la barrera Ronne-Filchner, entre la costa Orville y la tierra de Coats ⁽¹⁾.

Figura 5: Mapa glaciológico de la Barrera de hielo Larsen con posición actualizada de su frente en el extremo norte, luego de los eventos de desintegración y desprendimiento ocurridos a principios de 1995 ⁽²⁾.

BIBLIOGRAFIA

Armstrong, T., B. Roberts and C. Swithinbank. **“Illustrated glossary of snow and ice”**. Scott Polar Research Institute. Special Publication N°4, Cambridge. 1973.

Barkov, N. I. **“Ice Shelves of Antarctica”**. Editor E. S. Korotkevich, A. A. BALKEMA, Rotterdam. 1985.

Hatterton, T. **“La Antártida”**. Ediciones Omega S.A., Barcelona, 1972.

Institut für Angewandte Geodäsie (IFAG), Frankfurt am Main. **“Map of subglacial and scabed topography 1: 2 000 000 Filchner–Ronne-Schelfeis/Weddell Sea, Antarktis”**. 1994.

Rott, H., P. Skvarca and T. Nagler. **“Recent changes of Larsen Ice Shelf, Antarctic Peninsula, unveiled by ERS-1”**. Publicación SELPER, Vol. 11 N° 1-2. 1995.

Rott, H., P. Skvarca and T. Nagler. **“Rapid Collapse of Northern Larsen Ice Shelf, Antarctica”**. SCIENCE, Vol. 271. 1996.

Skvarca, P. **“Fast recession of the northern Larsen Ice Shelf monitored by space images”**. Annals of Glaciology, Vol. 17. 1993.

Skvarca, P. **“Changes and surface features of the Larsen Ice Shelf, Antarctica, derived from Landsat and Kosmos mosaics”**. Annals of Glaciology, Vol. 20. 1994.

Skvarca, P. **“Mapa glaciológico de la Barrera de Hielo Larsen, península Antártica”**. Terceras Jornadas de Comunicaciones sobre Investigaciones Antárticas, Buenos Aires, Octubre 1994.

Swithinbank, C. **“Satellite Image Atlas of Glaciers of the world”**. Antarctica. US Geol. Surv. Prof. Pub. 1386-B. 1988.

Swithinbank, C., K. Brunk and J. Sievers. **“A glaciological map of Filchner-Ronne Ice Shelf, Antarctica”**. Annals of Glaciology, Vol. 11. 1988.

Weeks, W. F. and M. Mellor. **“Some elements of iceberg technology”**. CRREL REPORT 78-2. 1978.

Capítulo 6

FAUNA ANTARTICA Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS MARINOS VIVOS

Enrique R. Marschoff

TEMARIO

- 6.1 Introducción
 - 6.2 El ecosistema marino antártico
 - 6.3 Factores ambientales
 - 6.4 Fitoplancton
 - 6.5 Zooplancton
 - 6.6 Comunidades bentónicas y demersales
 - 6.7 Ballenas
 - 6.8 Focas
 - 6.7.1 Focas pelágicas
 - a) Foca cangrejera
 - b) Foca leopardo
 - 6.7.2 Focas de posible captura terrestre
 - a) Foca peletera
 - b) Foca leopardo
 - 6.9 Aves
 - 6.10 Explotación de los recursos renovables
-

6.1 Introducción

Prácticamente toda la vida en la Antártida se desarrolla en relación con los ambientes marinos. Los ecosistemas terrestres están limitados a fajas costeras de escasa extensión y sus componentes dependen en gran medida de los aportes provenientes del mar.

Nos limitaremos aquí a los fenómenos que ocurren en el mar o directamente asociados con ellos y dedicaremos una especial atención a aque-

llos relacionados con la progresiva inserción del hombre en los ecosistemas marinos antárticos.

6.2 El ecosistema marino antártico

Los fenómenos biológicos que tienen lugar en el océano obtienen su energía a partir de la radiación solar. Los distintos mecanismos de transferencia de energía entre las distintas especies que componen el ecosistema son conocidos como la

red o trama trófica, característica de cada región biogeográfica (sin descartar que, por supuesto, existen interrelaciones entre las distintas regiones).

Prácticamente todos los organismos marinos tienen una fase planctónica; en algunos casos, ésta es muy corta (fase de dispersión) y en otros comprende el ciclo de vida completo. Esto hace que el estudio de los fenómenos globales asociados con el plancton y, en general, con las comunidades pelágicas, permita una diferenciación útil en términos biogeográficos. A su vez, es coincidente con la que resulta del análisis basado en las relaciones tróficas.

6.3 Factores ambientales

La cantidad de energía radiante entregada al agua de mar está gobernada por la que incide sobre la superficie y la que penetra, proceso este último muy influenciado por la cobertura de hielo. La radiación incidente tiene características altamente estacionales, debidas a la alta latitud de la región y a la cobertura de nubes.

En general el hielo tiene varios efectos bien conocidos sobre el ambiente marino:

- 1) Al formarse provoca una mayor concentración de sales;
- 2) Cuando se derrite provoca una disminución en la salinidad del agua que lo rodea;
- 3) Constituye un importante obstáculo para la penetración de la luz, lo que determina un descenso en la productividad primaria en las áreas cubiertas por el pack. La absorción de luz por parte del hielo, provoca una disminución del 80% en la cantidad de luz que atraviesa una capa de un metro de espesor; y
- 4) Reduce la turbulencia debida al viento en la capa superficial.

Más recientemente se han demostrado los efectos que tiene el hielo como sustrato de procesos biológicos y como agente de dispersión y mantenimiento de formas de resistencia de productores primarios (fitoplancton). Surge de aquí la importancia de la presencia y el origen del hielo en la iniciación del ciclo de alta productividad estival.

La superficie cubierta y la distribución del

hielo en el mar varían a lo largo del año y de año en año. A partir del uso regular de imágenes satelitales comenzó a ser posible la investigación sistemática de los movimientos y distribución estacionales del hielo. El pack no encuentra en el antártico límites en su extensión hacia el ecuador durante el invierno, con lo que sus variaciones estacionales son mucho mayores que en el hemisferio norte.

La velocidad de crecimiento del hielo es menor que la de decrecimiento a lo largo de su ciclo (el período de crecimiento es de aproximadamente 7 meses) y sigue aproximadamente a la variación de temperatura con una diferencia de aproximadamente 2 meses. Las mayores diferencias entre estaciones se encuentran entre los 10° y 70° Oeste y las menores entre los 80° y 150° Este.

El ciclo del hielo está también asociado a la conformación de las tierras emergidas y a la circulación oceánica. La variabilidad estacional es alta en el mar de Weddell, donde existe un gran transporte hacia el norte y baja en los mares de Amundsen y Bellingshausen. La máxima extensión hacia el norte se da en asociación con la península Antártica (entre los 30° y 20° oeste).

La circumpolaridad de la circulación de las masas de agua en el océano austral es el principal factor determinante de la existencia de zonas frontales circumpolares asociadas a este sistema de corrientes. Se ha demostrado, prácticamente desde los comienzos de la investigación biológica en Antártida, la influencia que estos frentes tienen sobre la biogeografía, inicialmente en peces, para luego extenderse a prácticamente todas las especies marinas conocidas, que en mayor o menor medida resultan influenciadas por las mismas.

6.4 Fitoplancton

El proceso de fotosíntesis y asimilación por parte de las algas antárticas no está, como sería de esperar, limitado por la radiación solar, salvo en las regiones permanentemente cubiertas por hielo o en épocas de muy baja irradiación. La disponibilidad de nutrientes o micronutrientes es el principal factor limitante del crecimiento de las algas fitoplanctónicas.

A su vez, la distribución de nutrientes está correlacionada con la posición de las zonas frontales y las áreas de surgencia que resultan de las

circulaciones ciclónicas vinculadas al relieve. Las máximas concentraciones de silicatos y fosfatos se encuentran cerca del margen continental. Sin embargo, la simple concentración de nutrientes no parece ser el factor limitante de la producción primaria. Las concentraciones de nutrientes que normalmente se encuentran al sur de la convergencia antártica serían suficientes para mantener una biomasa de por lo menos 25 mg/m^3 de clorofila, mientras que la concentración promedio es de alrededor de $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Se han propuesto diversas hipótesis para explicar esta diferencia, pero hasta el presente se desconoce la causa, que probablemente se deba a una compleja interacción entre disponibilidad de ciertos nutrientes y micronutrientes (silicatos, hierro, etc.) y la variación anual del borde de hielo.

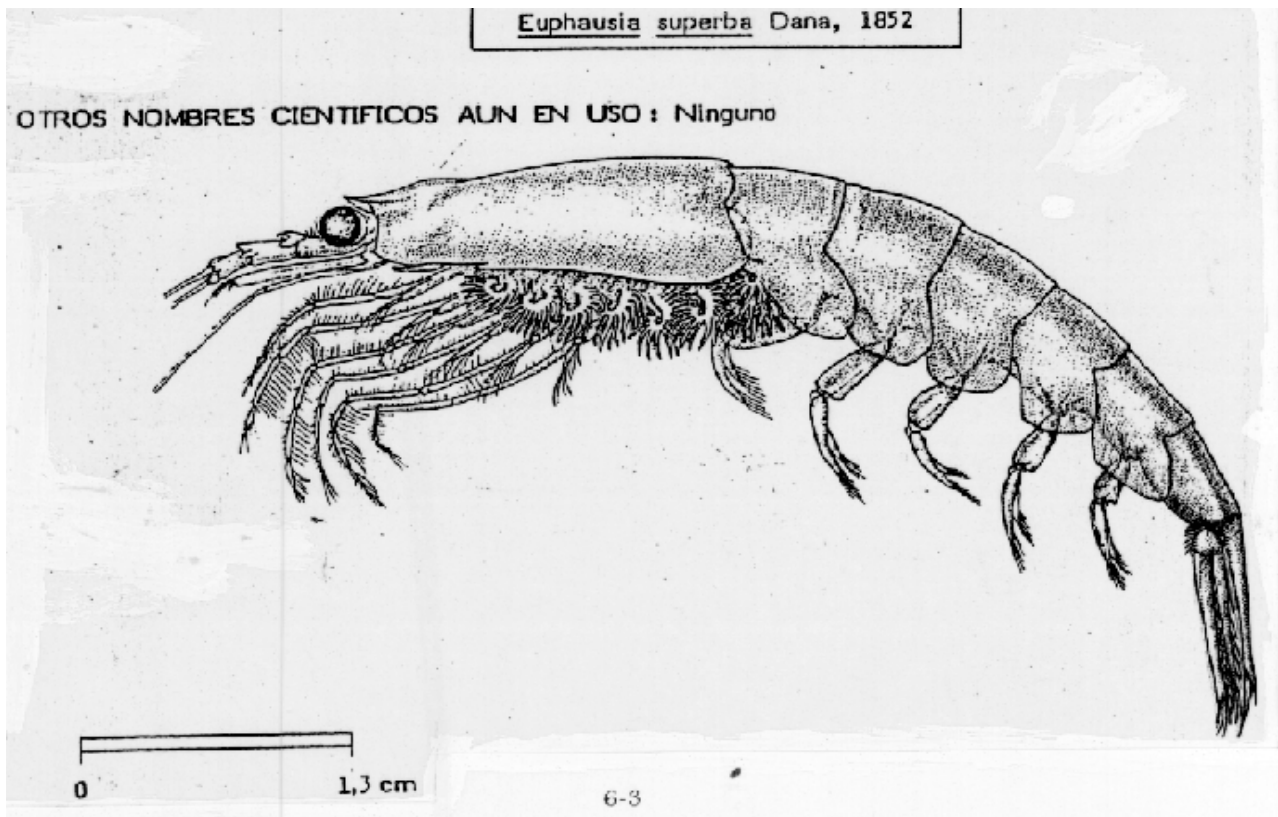
Localmente, la composición y abundancia de las distintas formas fitoplanctónicas dependen de la evolución que haya sufrido una determinada masa de agua en un proceso de sucesión a lo largo del cual se van alternando especies de fitoplancton y sus consumidores mientras se van agotando los nutrientes disponibles.

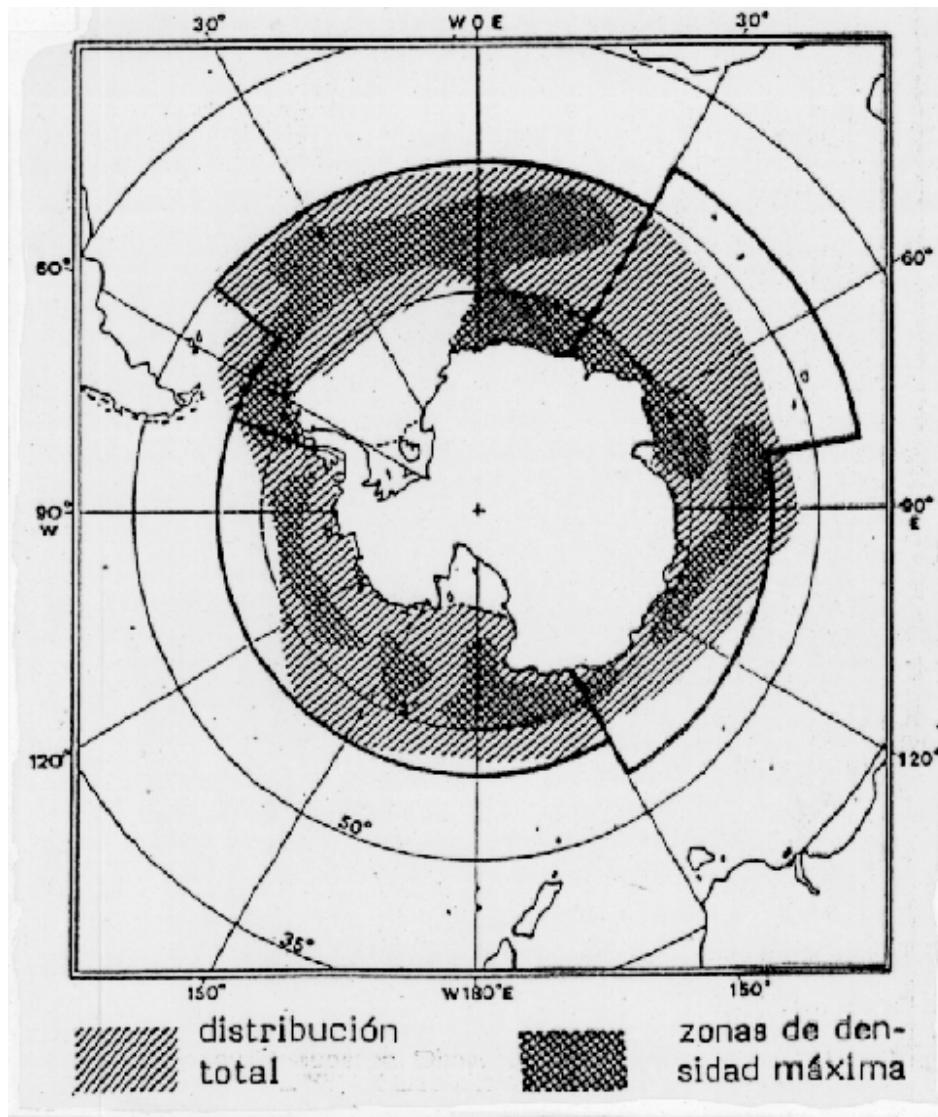
En la actualidad se estudian intensamente los efectos que resultan del incremento en radiación ultravioleta, consecuencia del bien conocido agujero de ozono. Estos abarcan desde modificaciones morfológicas hasta el reemplazo de algunas especies por otras más resistentes y modificaciones en la sucesión de especies en regiones costeras.

La distribución vertical es más regular. La clorofila a es prácticamente inexistente por debajo de los 250 metros exhibiendo un máximo en los 50 metros aproximadamente. Sin embargo este esquema puede verse muy modificado en zonas costeras o de plataforma donde los procesos de mezcla son más intensos.

6.5 Zooplancton

El zooplancton comprende un complejo de especies interrelacionadas de las que dependen las restantes comunidades marinas y que comprende especies predadores y herbívoras. Entre estos últimos el krill (*Euphausia superba*, figura 1) tiene un papel clave junto con otros integrantes de la familia *Euphausiidae*.



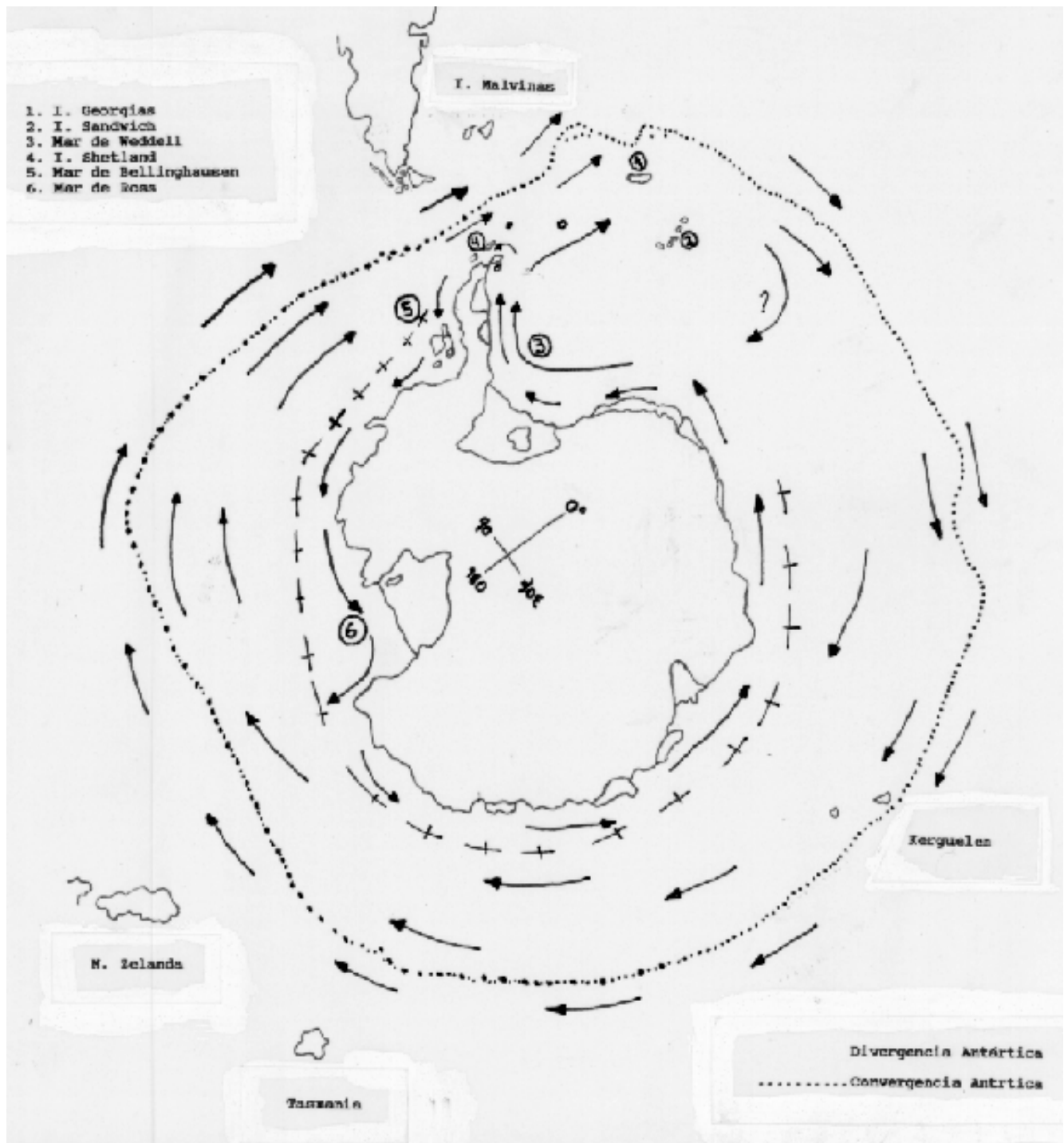


Se trata de pequeños crustáceos, con aspecto de camarón que llegan hasta aproximadamente 5 centímetros de largo y cuyo rol ecológico es distinto del de otros herbívoros: copépodos, salpas, etc. Estos últimos son principalmente presa de organismos que forman parte de tramas tróficas completamente incluidas en el ambiente marino, a excepción de algunas especies de aves planctófagas. En cambio los eufausiáceos forman parte de cadenas a través de las cuales se transfiere materia y energía hacia ambientes semiterrestres y hacia especies que desarrollan amplias migraciones. Constituyen el nexo entre la producción primaria del fitoplancton y vertebrados superiores, además de su papel en el ciclo de materia y energía estrictamente marino. Su capacidad de formar agregaciones de muy distinta densidad, hace que la gama de sus predadores sea muy grande y comprenda desde organismos del

plancton y pequeños peces hasta ballenas, pasando por aves y focas.

En el pasado las ballenas capturaban aproximadamente 200 millones de toneladas de krill anuales, cifra que en el presente se ha reducido a unos 50 millones. Se estima que las aves consumen 130 millones de toneladas al año, mientras que las focas capturan 150 millones. Los peces y otros predadores toman cantidades que no han sido aún estimadas adecuadamente.

En base a las características oceanográficas pueden establecerse distintas regiones de interés biológico (figura 2).



- 1) Zona del Frente Polar (ZFP)
- 2) Corriente Circumpolar al N del Frente (CCN)
- 3) Corriente Circumpolar al S del Frente (CCS)
- 4) Divergencia Antártica (DA)
- 5) Corriente de Deriva del viento Este (CDE)
- 6) Sistema de giros asociados con la CDE
- 7) Aguas de plataforma continental

En la ZFP cobran especial importancia los remolinos y meandros que forma el frente. En las hipótesis que formulamos para explicar las distribuciones de los distintos planctones se supone que estos giros tienen capacidad para permitir el mantenimiento de poblaciones, al menos durante el tiempo de su existencia y circulación a lo largo del Frente Polar, con lo que se transforman en un

elemento clave en la determinación de la composición del plancton en la corriente circumpolar.

Las zonas 2 y 3 que forman la corriente circumpolar exhiben propiedades similares desde el punto de vista biológico ya que constituyen una faja circumpolar, afectada por componentes superficiales de la corriente que determinan un tiempo de residencia relativamente corto para el agua de superficie transformando en inestables a las poblaciones planctónicas allí establecidas y dependientes de la migración desde otras regiones.

La DA delimita un centro de dispersión al sur de la misma, constituido por el total de la CDE. Los organismos del plancton encuentran aquí un mecanismo sencillo que explica su mantenimiento e invasión, por el sur de la CCA, ya que aquellos que son arrastrados hacia la divergencia con el agua antártica de fondo formada cerca del continente emergen en superficie y pueden o bien ser arrastrados hacia el sur o hacia el norte. La consecuencia inmediata es la aparición de una sucesión muy marcada y geográficamente estable asociada con el afloramiento de nutrientes. Por esta razón la composición del plancton de la CDE exhibe una variabilidad menor que en la CCA, efecto que se ve reforzado por la existencia del sistema de remolinos asociados con la misma, en especial los del mar de Weddell y Ross-Bellingshausen donde se observa también una mayor especificidad debido a los mayores tiempos de residencia en el agua.

Finalmente las regiones ubicadas sobre la plataforma continental, si bien estrictamente vinculadas con la CDE exhiben características propias en cuanto a su composición que pueden explicarse en función de las diferentes estrategias reproductivas de las especies, de las condiciones ambientales limitantes para cada una de ellas y de los muy complejos fenómenos de circulación local.

Es ilustrativo analizar las hipótesis que se han formulado para explicar, en relación con este sistema de corrientes, la distribución de *Euphausia superba*. Los huevos son depositados en superficie y se hunden hasta alcanzar unos 1000 a 1500 metros de profundidad. Esta es una característica común a todas las especies de eupausiáceos aunque ninguna otra alcanza profundidades tan grandes. La eclosión del huevo se produce a gran profundidad y se inicia un proceso de desarrollo a medida que las larvas ascienden en la columna de

agua. El estadio que alcanza la superficie (Calyptopes) tiene un sistema digestivo funcional y se mantienen por encima de los 50 metros hasta alcanzar los últimos estadios larvales (Furcilia). A partir de este momento realizan migraciones verticales pero siempre manteniéndose en las capas de agua por encima de los 200 metros.

El acoplamiento entre los datos de distribución y las masas de agua identificadas más arriba puede describirse de la forma siguiente:

i) Existe una población estable asociada con la CDE, circumpolar, de la cual se desprenden, por difusión y mezcla, poblaciones que colonizan los remolinos asociados con la CDE. Este proceso se verifica debido a que la profundidad máxima alcanzada por los huevos antes de eclosionar permite que invadan el Agua Antártica Profunda que fluye hacia el norte. Este mecanismo determina que al emerger en superficie lo hagan en una latitud menor a la del lugar de desove, con lo que se asegura la colonización de aguas con una comunidad relativamente más inmadura que aquella donde se produjo el desove.

De este modo *Euphausia superba* está en situación ventajosa respecto de sus competidores cuyos mecanismos reproductivos no cuentan con una fase profunda y sólo invaden el agua que aflora en la divergencia en superficie, no ejerciendo presión alguna sobre las larvas de *Euphausia superba*.

ii) El sistema de remolinos de la CDE y en especial el del mar de Weddell dan lugar a la colonización de la CCS, mar del Scotia, etc. Este proceso se produce en forma esporádica dependiendo la supervivencia final de las larvas del estado en que se encuentra la comunidad planctónica. Vale decir, si ésta se encuentra en condiciones de aceptar el ingreso de herbívoros o si ya ha alcanzado un grado de madurez que impide su establecimiento.

iii) Las poblaciones de *Euphausia superba* en la CCS sufren un arrastre hacia el norte por su permanencia en aguas superficiales, de las que son paulatinamente eliminadas por predación y/o muerte.

iv) La reproducción no es exitosa en la CCA como lo demuestra el hecho de que esta especie no se encuentra en la misma fuera de las regiones asociadas con los remolinos de la CDE. Si bien puede darse la misma, las larvas que emergen en superficie difícilmente lleguen a adultos antes de alcanzar el Frente Polar.

6.6 Comunidades bentónicas y demersales

Las comunidades bentónicas están compuestas por especies que dependen o bien de la biomasa muerta que llega a los fondos marinos o de las incursiones que realizan la mayoría de las especies de peces hacia el plancton.

A excepción de las plataformas continentales la composición de la fauna bentónica y demersal es relativamente poco conocida. En las regiones costeras, los témpanos que se arrastran por el fondo determinan la destrucción de toda la fauna sésil en la zona afectada. Es así que existen comunidades marcadamente distintas a partir de la profundidad máxima de “arado” por témpanos.

Las principales características de la fauna de invertebrados bentónicos antárticos consiste en su alta biomasa, lentas tasas de crecimiento y gigantismo. Existen gran cantidad de formas filtradoras de las cuales se alimentan varias especies predatoras entre las que se incluyen peces estrictamente bentónicos. Con distintos grados de vinculación al fondo se encuentra una serie de especies, principalmente peces que han sido explotados comercialmente. Entre ellos podemos citar *Champscephalus gunnari* (pez de hielo) que tiene la particularidad de efectuar amplias migraciones verticales para alimentarse de plancton en superficie, *Notothenia rosii* (bacalao antártico) de hábitos claramente demersales, *Gobionotothen gibberifrons* (nototenia verde), *Chaenocephalus aceratus* (pez cocodrilo), etc. (Ver figuras 3 a 6).

6.7 Ballenas

Las ballenas realizan grandes migraciones y, en general, utilizan el alimento disponible en el antártico en el verano para generar reservas bajo la forma de una gruesa capa de grasa que utilizarán en el período reproductivo. Su alimento prin-

cipal es el krill (*Euphausia superba*) pero en algunos casos capturan grandes cantidades de otros planctones (copépodos). A lo largo de los aproximadamente cuatro meses que pasan en aguas antárticas, siguen el retroceso del pack, alimentándose del krill que queda progresivamente expuesto. La ballena enana (minke), a diferencia del resto de las especies, no genera capa de grasa y una parte de la población permanece en el antártico durante el invierno.

Las ballenas con dientes incluyen los cachalotes de los cuales son generalmente los machos los únicos que cruzan la convergencia antártica. Se alimentan de calamares y también realizan migraciones estacionales.

Existen además unas pocas especies de las cuales la mejor conocida es la orca. Esta especie es predatora sobre otros mamíferos y aves marinas.

6.8 Focas

Es común a nuestra información sobre focas, la falta de datos fuera de la época reproductiva sobre alimentación, distribución, velocidad de crecimiento, etc.

En el caso de las focas distinguiremos aquellas asociadas al hielo durante toda su vida y que no forman grandes concentraciones y aquellas que forman concentraciones reproductivas.

6.8.1 Focas pelágicas

a) **Foca cangrejera:** asociada al pack de hielo, acompaña su desplazamiento anual. Esto determina que tengan una densidad más alta hacia fines del verano que puede llegar a un promedio de 1,5/2 ejemplares por kilómetro cuadrado. Forman grupos que pueden llegar a unos 200 individuos; la reproducción tiene lugar sobre el hielo, ya sea pack o hielo a la deriva y no forman harenes. Se alimentan de krill estando su dentadura adaptada a este tipo de alimento.

Su número aparentemente ha aumentado sensiblemente, pero debido a las dificultades para la estimación de su abundancia y a la falta de datos históricos, no se cuenta con cifras que permitan estimarlo.

- b) **Foca leopardo:** viven también asociadas al pack de hielo aunque no forman grupos. Presentan, como la foca cangrejera, importantes fluctuaciones numéricas en localidades determinadas asociadas con las variaciones del pack. Se alimentan desde krill hasta otros mamíferos: foca cangrejera, peletera, etc. Constituyen uno de los principales predadores de pingüinos. Su distribución es similar a la de la foca cangrejera. No forman colonias reproductivas en tierra, excepto en algunas islas subantárticas.
- c) **Foca de Weddell:** se alimentan de calamares, peces y krill. Asociadas al hielo fijo dependen de las grietas producidas por la marea para acceder al mar durante la época de reproducción; la parte no reproductiva de la población puede encontrarse asociada con cualquier tipo de hielo marino y en la costa.

6.8.2 Focas de posible captura terrestre

- a) **Foca peletera:** de las tres especies conocidas una sola es típicamente antártica. No se dispone de información fuera de la etapa reproductiva; se las ha llegado a ver en el margen del pack. Su abundancia se estima en el orden de los 2 millones de ejemplares, con tendencia creciente. Especialmente concentrados (en colonias reproductivas) en Georgias y Shetland; que durante el siglo pasado fueron el principal centro de la captura de esta especie.
- b) **Foca elefante:** se distribuyen en la península antártica, Kerguelen, Heard, Georgias, Macquarie, en la región subantártica en Patagonia. Existen tres poblaciones separadas. En general puede decirse que se encuentran en disminución excepto para el stock correspondiente a Georgias y Patagonia. Se desconocen las causas de esta disminución debido al desconocimiento que se tiene de su historia natural en la fase pelágica. El total de la población se encuentra entre 500.000 y un millón de ejemplares; concentrados en particular en Georgias, Kerguelen y Macquarie.

6.9 Aves

Numéricamente los pingüinos son el grupo de aves dominante. Están absolutamente adaptados al medio marino habiendo perdido la capacidad de volar. Las aves marinas ocupan una faja circumpolar variable con las estaciones, y en la época de reproducción nidifican en distintos puntos alrededor del continente, islas antárticas y subantárticas.

Excepto cuando se encuentran atendiendo sus nidos todas las aves antárticas son capaces de grandes migraciones que realizan en forma regular acompañando los cambios de estación.

El proceso reproductivo de las aves antárticas sigue un patrón que en general podría asimilarse al de los pingüinos: en primavera salen del agua, construyen sus nidos y la hembra deposita un par de huevos (generalmente tres en el caso de los cormoranes). El período de incubación se extiende entre tres a seis semanas dependiendo de la especie. El macho y la hembra se alternan en el cuidado de huevos y pichones. Unos dos meses después de la eclosión y habiendo ya perdido el plumón los pichones abandonan el nido e inician una fase juvenil que abarca un número variable de temporadas en las que no se reproducen.

El éxito reproductivo, es variable entre especies y dentro de la misma especie y colonia. Se ha comprobado que obedece a factores tales como condiciones meteorológicas, disponibilidad de alimento, edad de los padres, condiciones de hielo, etc. El modo en que estos factores afectan el éxito reproductivo no está aún bien determinado. A modo de ejemplo puede estimarse que la mortalidad de pichones de pingüino Adelia en bahía Esperanza alcanza aproximadamente al 50%; siendo las principales causas de mortalidad el ataque por predadores (skúa principalmente) y el abandono por los padres. Es probable que éste sea el orden de magnitud para este parámetro en la mayoría de las especies aunque, como dijimos antes, la variabilidad interanual es alta.

La dieta de las aves antárticas difiere entre especies y las proporciones en las que se encuentran sus elementos componentes dependen fundamentalmente de la disponibilidad, a la vez sujeta a las condiciones oceanográficas; especialmente durante el período de atención a la cría. Puede afirmarse que el krill forma parte de la

dieta de casi todas las aves. Los pingüinos son predadores muy activos dentro del agua, se alimentan de crustáceos (krill) y peces, ocasionalmente de cefalópodos. Los cormoranes por su parte basan su dieta casi exclusivamente en peces, en tanto que la alimentación de los petreles es más variada: el petrel de las tormentas consume peces, krill y otros crustáceos y el petrel gigante se alimenta en superficie, fundamentalmente de krill y carroña.

6.10 Explotación de los recursos renovables

La historia de la explotación de los recursos antárticos se remonta al siglo XVIII durante el cual se explotaron ballenas desde las islas Georgias del Sur. A lo largo del tiempo se sucedieron distintos eventos de sobreexplotación pudiéndose afirmar que el principal problema de conservación que se plantea en la región es el generado por la explotación de recursos.

En la actualidad la explotación está regulada por la Comisión Ballenera Internacional y dos organismos derivados del Tratado Antártico: la Convención sobre Focas Antárticas y la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos.

El análisis de los acontecimientos que llevaron a la situación actual es sumamente instructivo para el estudio de los métodos de administración de recursos renovables ya que ilustra sobre las complejas interrelaciones políticas y económicas que se establecen alrededor del sistema biológico objeto de la explotación.

Los primeros cazadores de ballenas no tenían acceso al total del recurso debido a deficiencias tecnológicas: la mayoría de las ballenas escapaban fácilmente de un bote impulsado a remo y se hundían al morir (de allí que a la ballena franca se la llame en inglés "right", precisamente porque no se hunde).

A fines del siglo pasado se inventó el cañón para lanzar arpones y se introdujo la técnica de insuflar aire en el cadáver de la ballena. La consecuencia fue una continua expansión de la caza que llegó hasta la introducción del buque factoría en el período entre las dos guerras mundiales. En este período se inició la declinación final de las poblaciones de ballenas con la consiguiente introducción en la pesquería de métodos más sofisticados de detección y captura.

Varias especies de ballena fueron llevadas al borde de la extinción luego de un corto período de recuperación durante la segunda guerra mundial.

A principios del siglo pasado se inició la caza masiva de focas; para 1830 las focas peleteras habían sido prácticamente eliminadas de las islas Georgias y Shetland del Sur. Las condiciones técnicas y económicas determinaron un cese de esta actividad que se extendió hasta aproximadamente 1860. En esta época se reinició la caza, incluyendo también al elefante marino, con la consecuencia de que la foca peletera fue prácticamente extinguida, dudándose de la posibilidad concreta de su restablecimiento. La desaparición de la posibilidad concreta de realizar capturas creó las condiciones que permitieron la negociación de la Convención sobre Focas Antárticas que prohíbe su captura comercial.

A lo largo de este proceso los riesgos que corrían los recursos fueron advertidos y se realizaron tempranos intentos para administrarlos racionalmente. Podemos recordar aquí el decreto de 1829 por el que las Provincias Unidas del Río de la Plata prohibieron la caza de focas y los intentos de José León Suárez a principios de este siglo para lograr una acción internacional orientada a la conservación de las ballenas. Sin embargo, las fuerzas económicas que actúan en el caso de los recursos de acceso abierto resultaron más fuertes e impidieron el establecimiento de medidas regulatorias hasta la virtual extinción de las especies y la consiguiente pérdida de valor económico de los recursos.

En la década de 1960 se iniciaron las actividades pesqueras en la Antártida. Dirigidas inicialmente a peces se extendieron también al krill. Hacia fines de 1980 la captura de peces en la región de las islas Georgias, península Antártica e islas Orcadas del Sur alcanzó su máximo y comenzó a observarse una declinación significativa en las capturas, consecuencia de la sobreexplotación de los caladeros.

En 1985 la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos estableció una Medida de Conservación prohibiendo la pesca dirigida de *Notothenia rossii* y reflejando la evidente merma en la población de esta especie en la región de islas Georgias del Sur. La flota arrastrera pasó a capturar *Champsocephalus gunnari* para el cual se fueron fijando capturas anuales

cada vez menores hasta llegar al cierre completo para la última temporada.

En los tres ejemplos presentados se observa que las medidas de regulación son aplicadas tardíamente. Esto no se debe ni a una perversidad innata de los pescadores, ni a la incapacidad de generar recomendaciones técnicamente correctas para la administración de las pesquerías sino al hecho de que los factores que regulan este tipo de situaciones conducen a puntos de equilibrio cuyas posiciones no dependen de consideraciones biológicas o de conservación sino que son consecuencia de las fuerzas del mercado: las capturas se detienen en el punto en el que la escasez del recurso hace que el valor económico obtenido por cada unidad de esfuerzo aplicada en la pesquería iguale los costos incurridos al aplicarlo. El equilibrio se alcanza disminuyendo el tamaño poblacional, independientemente de la conservación del recurso.

Desde el punto de vista de la conservación el planteo del problema es relativamente simple. Se trata fundamentalmente de la aplicación de modelos matemáticos de dinámica de poblaciones a los recursos pesqueros para así lograr estimar el volumen del mismo y predecir las capturas y sus consecuencias en el tiempo.

Pueden así establecerse valores de captura que aseguran razonablemente la conservación estableciendo una población constante en un nivel alto. Este alto nivel poblacional genera rendimientos por unidad de esfuerzo altos y por consiguiente una operación pesquera muy rentable. Una alta rentabilidad atrae capital de otros sectores de la economía que, al ingresar en la pesquería, inician la competencia entre pescadores que tratan de maximizar la participación propia en la captura autorizada sin que aumente la productividad global (fijada externamente por las condiciones naturales). La consecuencia es una carrera por completar los cupos lo antes posible. Para lograrlo se invierte en técnicos que no aumentan la productividad global de la pesquería sino solamente la velocidad de captura y los costos, especialmente a través de los costos fijos, asociados con el mantenimiento de una flota ociosa durante parte del año. Los rendimientos de la pesquería tienden a igualarse con los del resto de la economía y se alcanza una cierta estabilidad en el capital invertido, muy por encima del necesario para una producción eficiente.

El caso antártico es aún más complicado ya que la explotación debe desarrollarse en el marco de los objetivos fijados por la CCRVMA:

a) prevención de la disminución del tamaño de la población de cualquier especie recolectada a niveles inferiores a aquellos que aseguren su restablecimiento a niveles estables. Con tal fin no deberá permitirse que disminuya a un tamaño inferior a un nivel aproximado al que asegure el mayor incremento anual neto;

b) mantenimiento de las relaciones ecológicas entre poblaciones recolectadas, dependientes y afines de los recursos vivos marinos antárticos y reposición de poblaciones disminuidas por debajo de los niveles definidos en el apartado (a); y

c) prevención de cambios o minimización del riesgo de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos o tres decenios teniendo en cuenta el estado de los conocimientos existentes acerca de las repercusiones directas e indirectas de la recolección, el efecto de la introducción de especies exóticas, los efectos de actividades conexas sobre el ecosistema marino y los efectos de los cambios ambientales, a fin de permitir la conservación sostenida de los recursos vivos marinos antárticos.

La CCRVMA es tal vez el cuerpo internacional de administración de pesquerías donde la incertidumbre asociada a la toma de decisiones en este campo se ha hecho más evidente. La correcta apreciación de esta incertidumbre, surge del conocimiento sobre los métodos utilizados en la evaluación del volumen de los recursos, de las capturas permisibles y para predecir que su aplicación tendrá sobre el complejo sistema bioeconómico desarrollado sobre los recursos antárticos donde, además, intervienen economías con costos internos muy dispares.

En el marco de la Convención antes mencionada se han propuesto varias metodologías para ser aplicadas en la administración de los recursos antárticos, quedando establecido el principio de que ésta debe tener como objetivo la conservación

del ecosistema en forma total y no simplemente de las especies o poblaciones aisladas.

Desde el punto de vista estrictamente técnico el desarrollo de un cuerpo de conocimientos que permita el cálculo de capturas admisibles que aseguren el mantenimiento del equilibrio ecológico, se enfrenta a restricciones de índole teórica y práctica.

No existe, hasta el momento, un tratamiento matemático adecuado del problema debido a la complejidad del mismo. Es además difícil predecir cuáles pueden ser las especies objeto de una pesquería dentro de un lapso de tiempo relativamente largo ya que no sólo las características biológicas las que determinan si una explotación de recursos puede llegar a producirse, sino también problemas tales como la aceptación de los productos, curvas de demanda, ofertas alternativas, etc. por lo que el problema de manejo de recursos debe, forzosamente, ser tratado en un marco interdisciplinario.

El tratamiento de modelos multiespecíficos (en los cuales se incluye más de un recurso o especie dependiente) es una complejidad formidable. Se demuestra teóricamente que no es posible aproximar las reales interrelaciones que existen en un ecosistema mediante ecuaciones simplificadas sin correr el riesgo de que ocurran cambios irreversibles no previstos por el modelo.

El concepto fundamental es que no existen los modelos perfectos, por lo que resulta necesario llegar a un compromiso entre complejidad, precisión, capacidad de predicción, posibilidades materiales de aplicación, etc.

La CCRVMA ha introducido en su aproximadamente década y media de funcionamiento una serie de conceptos sumamente importantes entre los que podemos mencionar:

- Regulaciones para el desarrollo de nuevas pesquerías.
- Control de la explotación a través de los efectos de la misma sobre predadores de la especie explotada.
- Regulaciones sobre capturas accidentales.
- Administración precautoria en ausencia de información científica.
- Obligación de toma de datos de interés por la

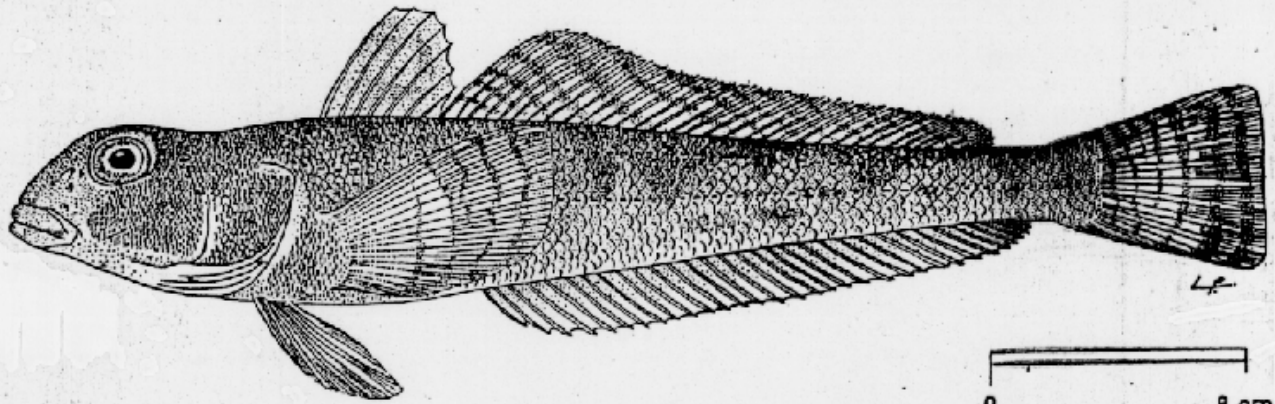
flota comercial, generalmente a través de la presencia de observadores científicos.

- Sistema de Observación Científica Internacional.
- Sistema de Inspección Internacional.
- Reglamentación de la pesca exploratoria que incluye la revisión internacional de los planes para llevarla a cabo.

Si bien esta Convención no asegura con certeza absoluta la conservación del ecosistema antártico está desarrollando un sistema que permite contar con el conocimiento anticipado de la existencia de problemas de conservación en su área de aplicación y con la base institucional para atender a la toma de decisiones sobre mitigación y control.

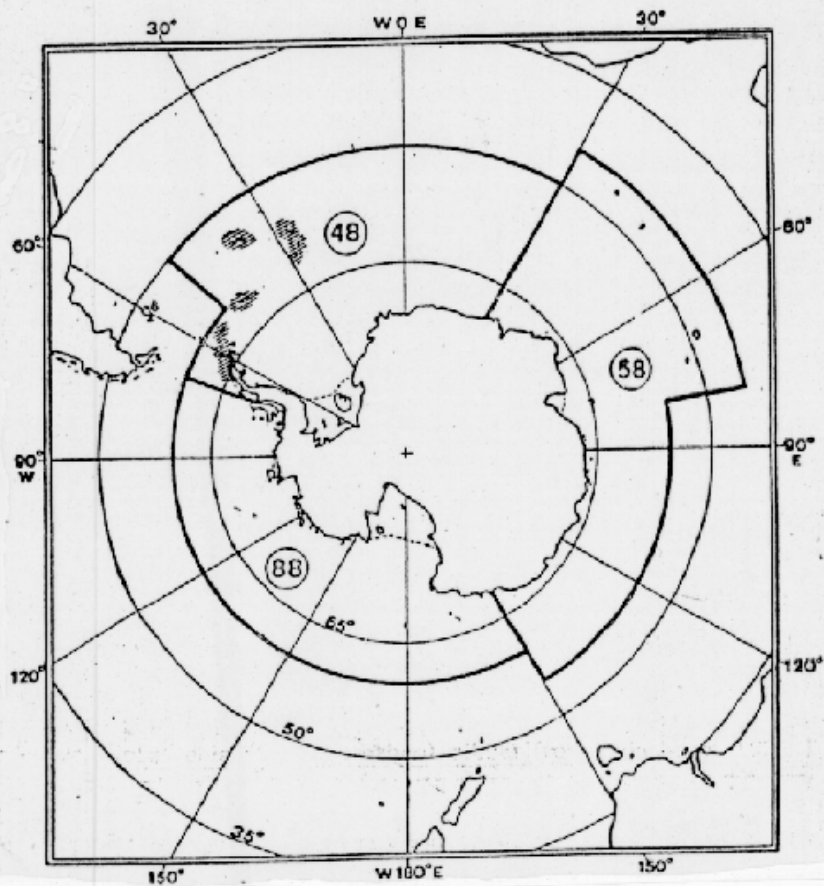
Notothenia (Gobionotothen) gibberifrons Lönnberg, 1905

OTROS NOMBRES CIENTIFICOS AUN EN USO : Ninguno



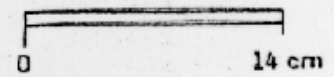
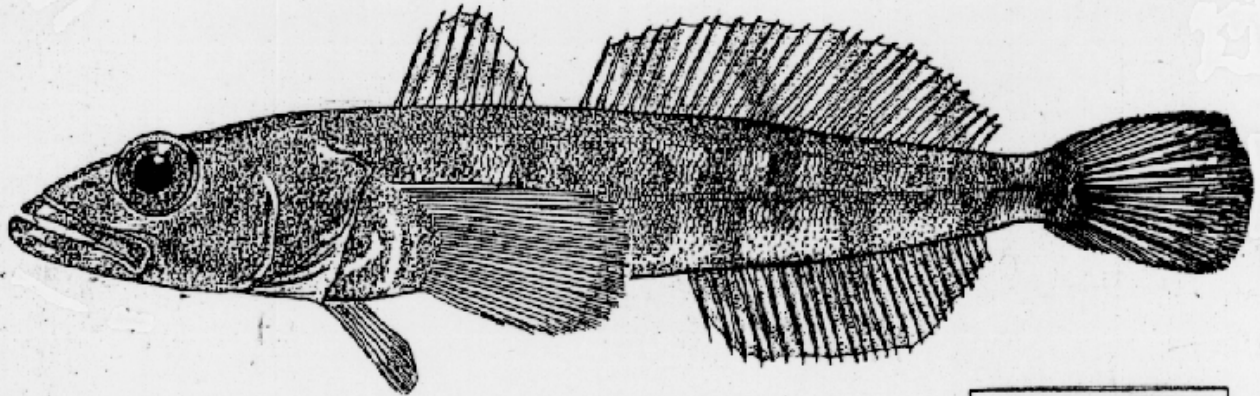
NOMBRES VERNACULOS :

- FAO/CCAMLR : Es - Trama jorobada
Fr - Bocasse bossue
In - Humped rockcod
Ru - Zilenaya nototenia; Antarktichesky bychok



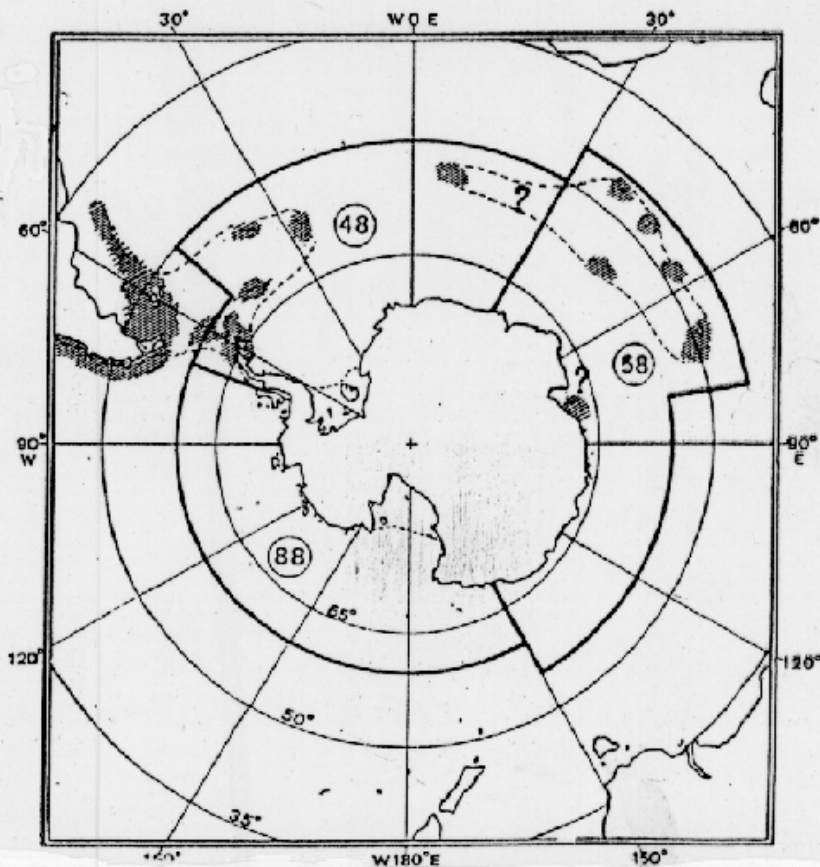
Dissostichus eleginoides Smitt, 1898

OTROS NOMBRES CIENTIFICOS AUN EN USO : Dissostichus amissus (Gill y Townsend, 1901)



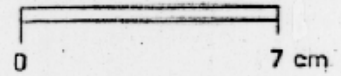
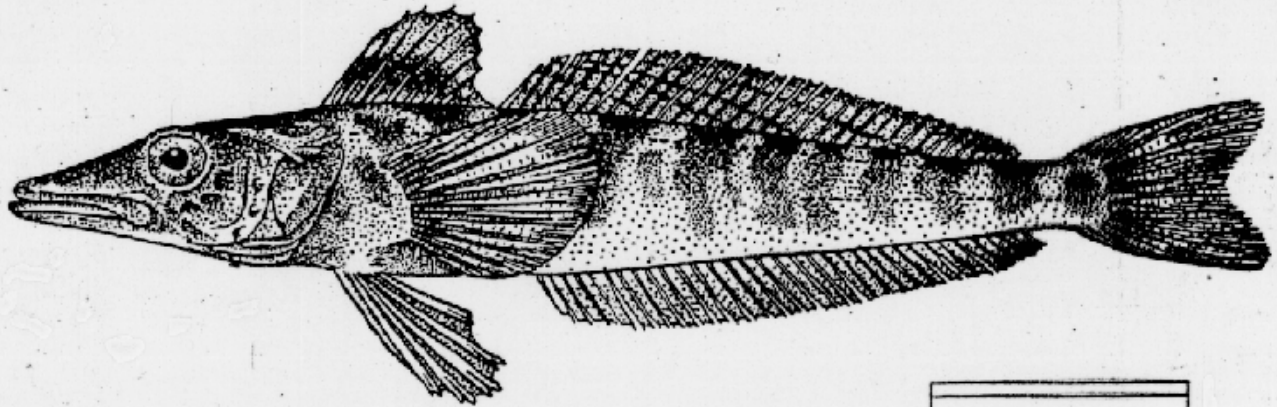
NOMBRES VERNACULOS :

FAO/CCAMLR : Es - Austromerluza negra
Fr - Légine australe
In - Patagonian toothfish
Ru - Patagonsky klykach



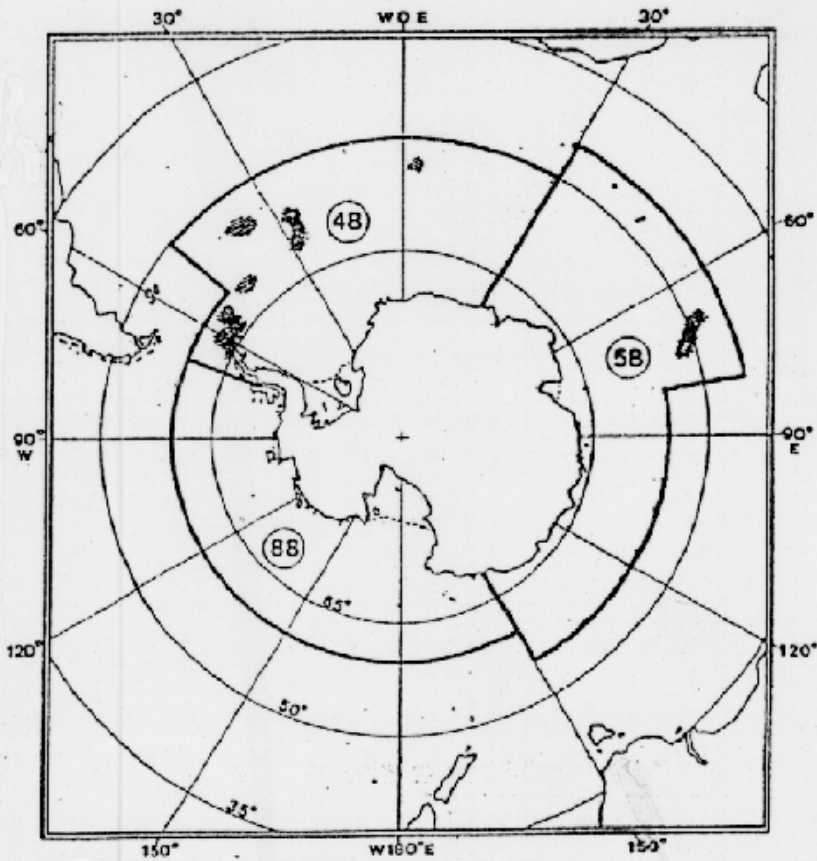
Champsycephalus gunnari Lönnberg, 1905

OTROS NOMBRES CIENTIFICOS AUN EN USO : Ninguno



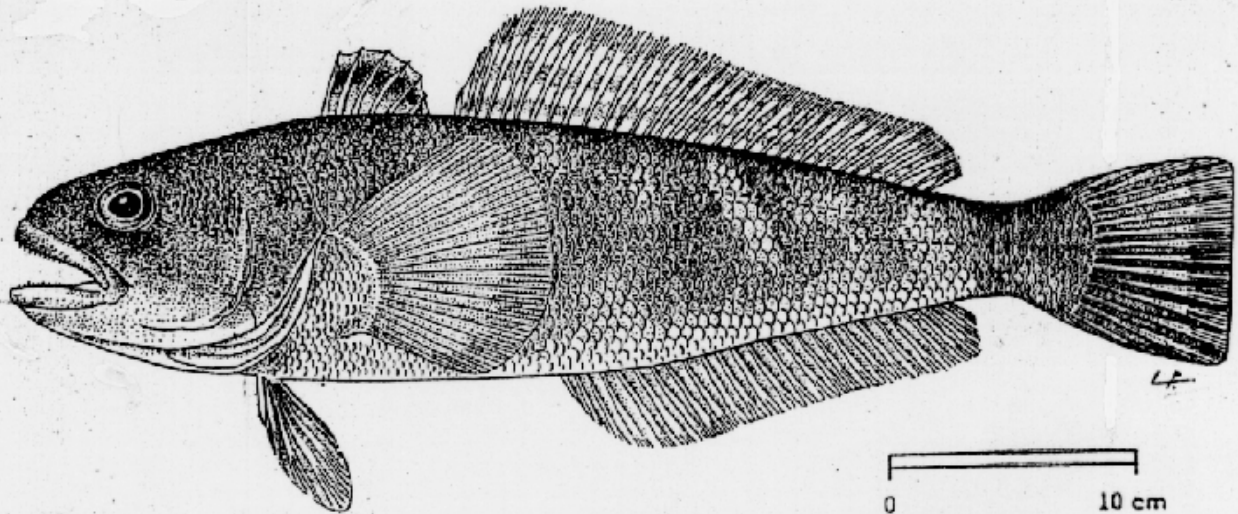
NOMBRES VERNACULOS :

- FAO/CCAMLR : Es - Draco rayado
Fr - Poisson des glaces
In - Mackerel icefish
Ru - Ledyanaya ryba



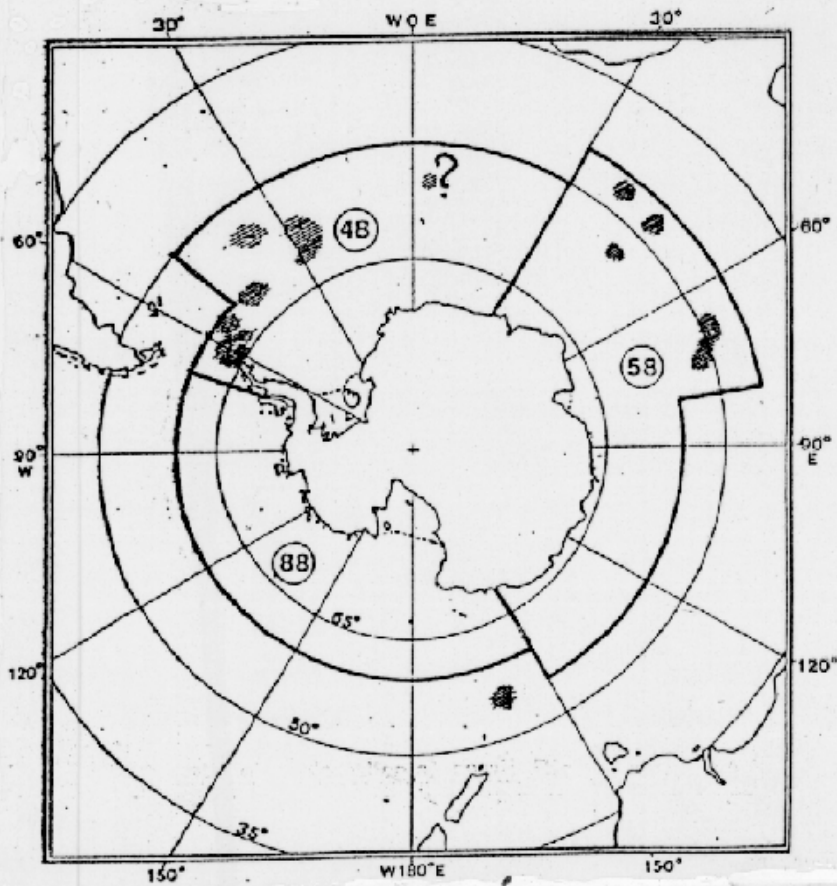
Notothenia (Notothenia) rossii Richardson, 1844

OTROS NOMBRES CIENTIFICOS AUN EN USO : Notothenia rossii rossii Richardson, 1844
Notothenia rossii marmorata (Fischer, 1885)



NOMBRES VERNACULOS :

FAO/CCAMLR : Es - Trama jaspeada
Fr - Bocasse marbrée, Colin de Kerguelen
In - Marbled rockcod
Ru - Мраморная нототения



Capítulo 7

METEOROLOGIA ANTARTICA

Ernesto Emilio Faccini

TEMARIO

7.1 El pasaje Drake

- 7.1.1 Temperatura
- 7.1.2 Visibilidad
- 7.1.3 Estado del mar
- 7.1.4 Humedad

7.2 Introducción al estudio del viento

- 7.2.1 Viento
- 7.2.2 Viento geostrófico
 - 7.2.2.1 Comentarios con respecto al viento geostrófico
- 7.2.3 Viento gradiente
- 7.2.4 Viento catabático
 - 7.2.4.1 Características normales, mientras sopla el viento
 - 7.2.4.2 Características durante las calmas
 - 7.2.4.3 Resumen
- 7.2.5 Vientos de barrera
 - 7.2.5.1 Resumen
- 7.2.6 Efecto Foehn (viento zonda)
- 7.2.7 Vientos en el pasaje Drake
- 7.2.8 Vientos en el mar de Bellingshausen
- 7.2.9 Vientos en el mar de Weddell

7.3 Comentarios con respecto a los valores medios del viento

- 7.3.1 Mar de Bellingshausen
 - 7.3.1.1 Depresiones con trayectoria norte
 - 7.3.1.2 Depresiones con trayectoria sur
 - 7.3.1.3 Depresiones con trayectoria intermedia
- 7.3.2 Cuñas
- 7.3.3 Estado del tiempo asociado con las cuñas
- 7.3.4 Mar de Weddell

7.4 Viento en estaciones antárticas

- 7.4.1 Estación Orcadas
- 7.4.2 Estación Almirante Brown
- 7.4.3 Estación San Martín
- 7.4.4 Estación Esperanza
- 7.4.5 Estación Marambio
- 7.4.6 Estación Belgrano II
- 7.4.7 Estación Islas Argentinas

7.5 Análisis de los vientos en algunas estaciones

- 7.5.1 Estación Orcadas
- 7.5.2 Estación Marambio
 - 7.5.2.1 Efecto Foehn

- 7.5.2.2 Ondas orográficas
 - 7.5.2.3 Brisa
 - 7.5.2.4 Vientos de barrera
 - 7.5.3 Estación San Martín
 - 7.5.3.1 Efecto Foehn
 - 7.5.3.2 Vientos catabáticos
 - 7.5.4 Estación Belgrano II
 - 7.5.5 Estación Esperanza

 - 7.6 Variaciones que experimenta el viento en función de su dirección**
 - 7.6.1 Viento norte sobre el área del borde del campo de hielo
 - 7.6.1.1 Variación de la temperatura y humedad
 - 7.6.1.2 Variación de la dirección e intensidad del viento
 - 7.6.2 Viento sur sobre el área del borde del campo de hielo

 - 7.7 Fenómenos meteorológicos particulares**
 - 7.7.1 Blanqueo
 - 7.7.1.1 Efecto de las nubes
 - 7.7.1.2 Efecto del suelo
 - 7.7.1.3 Características de las nubes y el suelo
 - 7.7.1.4 Resumen
 - 7.7.2 Cielo de agua
 - 7.7.3 Humo de mar
-

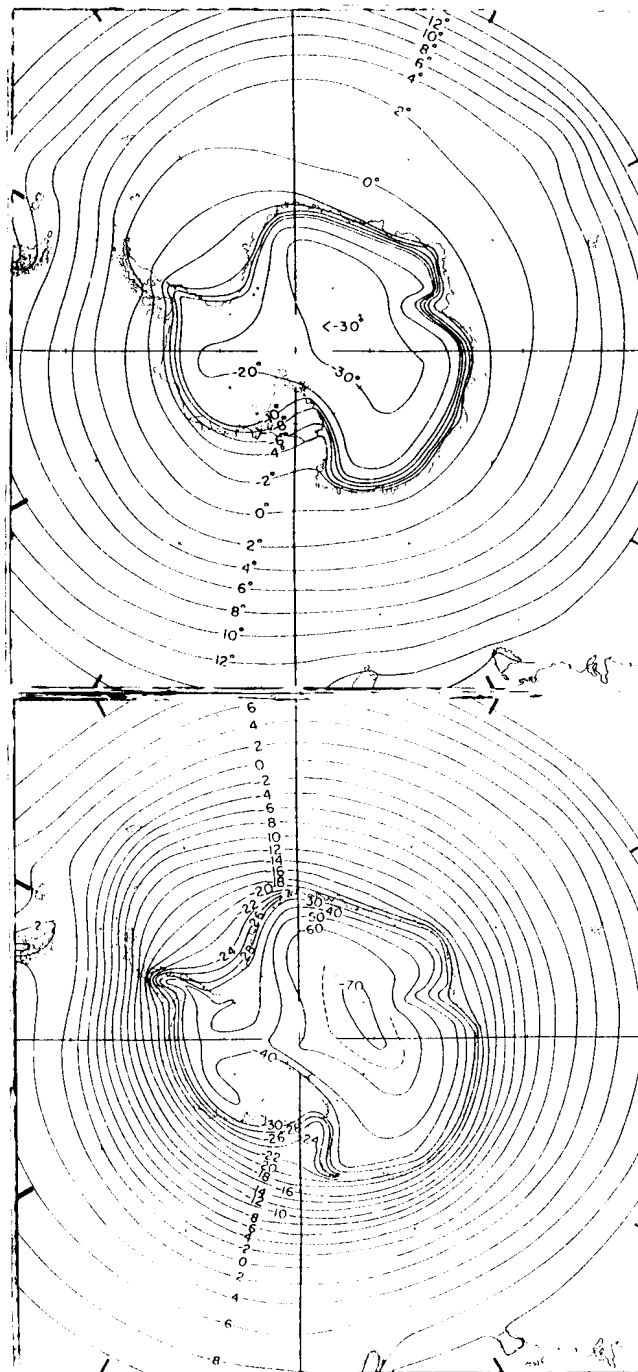
7.1 El pasaje Drake

Comenzaremos nuestra navegación saliendo del extremo sur de la isla de Tierra del Fuego y seguiremos una derrota hacia el norte de la península Antártica. Siguiendo esta derrota deberemos iniciar el cruce del pasaje Drake. A él nos referiremos en esta primera etapa y trataremos de analizar, en la forma más detallada posible, las distintas variables meteorológicas.

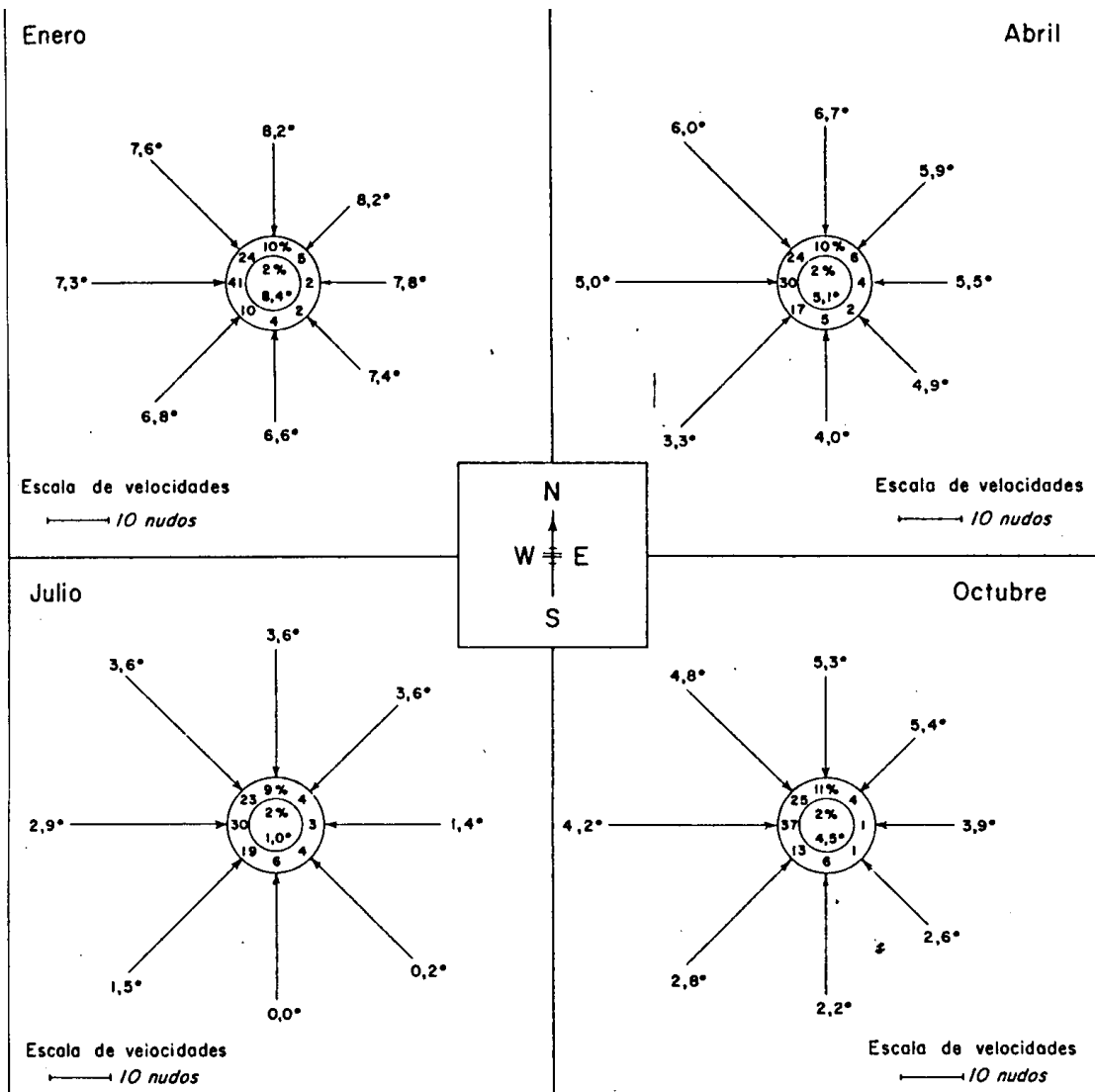
7.1.1 Temperatura

Observando los valores representados en la figura 1, vemos que la diferencia entre los valores medios de temperatura existentes entre Ushuaia y el norte de la península Antártica es de aproximadamente 9°C. Esta es sólo diferencia promedio y representará desviaciones en función de la situación meteorológica particular.

Temperatura media sobre el Drake

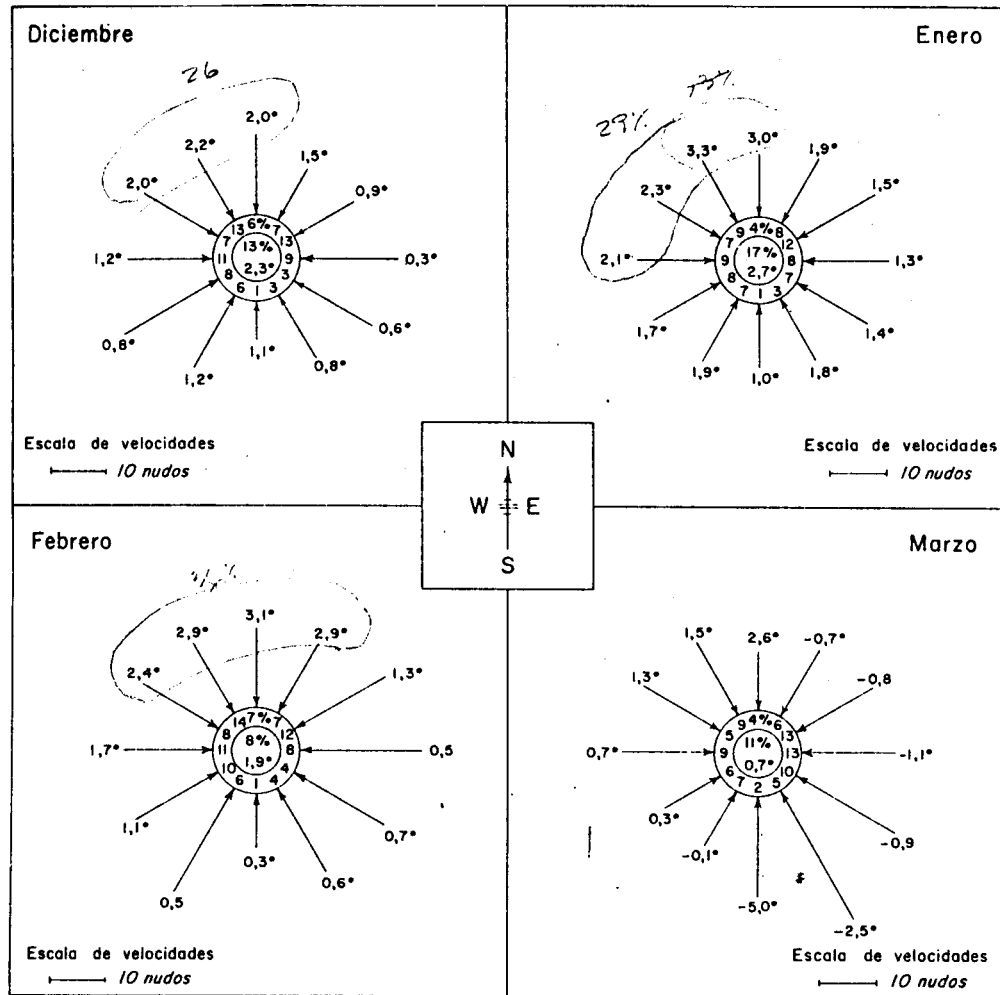


Estas variaciones también se pueden analizar en función del viento, como se observa en los siguientes gráficos



Frecuencia, velocidad media del viento (nudos) y temperatura (°C) por dirección del viento en la parte norte del Pasaje Drake zona C (56° a 60° S. y 66° a 70° W.)

En este gráfico puede observarse, en el mes de enero en el norte del pasaje Drake, que con vientos del sector norte, en el 39% de los casos, la temperatura es por lo menos 1,5°C mayor que con vientos del sector sur.



Frecuencia, velocidad media del viento (nudo) y temperatura (°C) por dirección del viento en el MAR DE LA FLOTA

Gráfico 2b de zona del mar de la Flota, mes de enero, con viento del sector norte: la temperatura es por lo menos 2°C mayor que con vientos del sur.

Estas variaciones de la temperatura en función de la dirección del viento nos permiten hacer el siguiente análisis:

7.1.1.1 Son valores medios de la variación de temperatura en función del viento. Su magnitud por esta causa no es despreciable.

7.1.1.2 El continente Antártico se encuentra cubierto y rodeado de hielos, aguas frías y aguas menos frías, estas últimas separadas por la Convergencia Antártica.

7.1.1.3 La observación de que con viento norte aumenta la temperatura y con viento sur disminuye, si bien es válida para todo el hemisferio sur, en la Antártida se ve magnificada por la existencia de contrastes térmicos meridionales muy grandes en superficie, tal como se ha indicado en el punto anterior.

7.1.2 Visibilidad

Por tratarse de una zona oceánica, el aire se encuentra libre de impurezas, y las variaciones interdiurnas de temperatura son muy pequeñas. La visibilidad se encuentra entonces muy relacionada con la dirección del viento, la presencia de

hidrometeoros y la variación espacial de la temperatura del agua se deben fundamentalmente, en el probablemente observemos, es la formación de una pequeña capa de estratocumulos bajos (Sc).

Esta capa nubosa de ninguna manera afectará la visibilidad. De todas formas, el tipo de nube que se forme estará condicionado por las características termodinámicas de la masa de aire. De acuerdo con ellas tanto puede formarse un Sc bajo, o si es muy estable una capa de estratos (St), la que puede muy bien ir acompañada por fractostratus (Fs) y en ese caso tendremos chubascos aislados y la visibilidad se verá reducida durante la ocurrencia de los mismos. En fin, no hay recetas básicas que se cumplan en todos los casos. Por lo contrario, es necesario estudiar detenidamente los pocos datos disponibles y sobre esa base, hacer nuestra evaluación.

En general, con circulación norte, el aire se enfriará al pasar para contener vapor de agua, pudiendo llegar a la saturación. En este caso pueden producirse bancos de niebla al sur de la Convergencia. La ocurrencia o no de este fenómeno, estará a su vez condicionada por la velocidad del viento, ya que pese a que la superficie del agua se considera lisa, su rugosidad es función de la intensidad del viento. En el caso de vientos fuertes, se producirá turbulencia mecánica; a causa del oleaje generado por el viento, el agua deja de ser aerodinámicamente lisa, y por su efecto friccional con su superficie rugosa desencadena turbulencia en las capas inferiores dando lugar a una mezcla efectiva de propiedades en ella. Entonces, lo que

La zona austral al sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego hasta el Cabo de Hornos, se encuentra sujeta a delimitación definitiva.

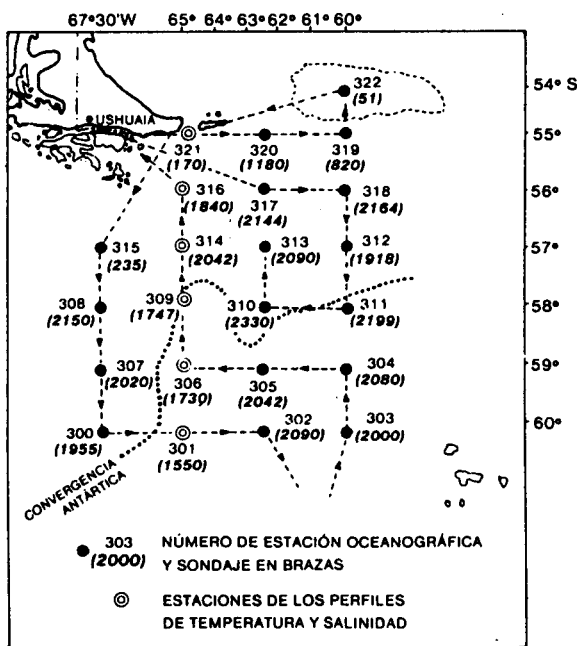


FIGURA 19. Situación de la convergencia antártica en el pasaje Drake en marzo-abril de 1958. A. O. Casellas y J. V. Zubillaga. Algunos resultados de las actividades oceanográficas argentinas en el Antártico. Instituto Antártico Argentino. Buenos Aires, 1959.

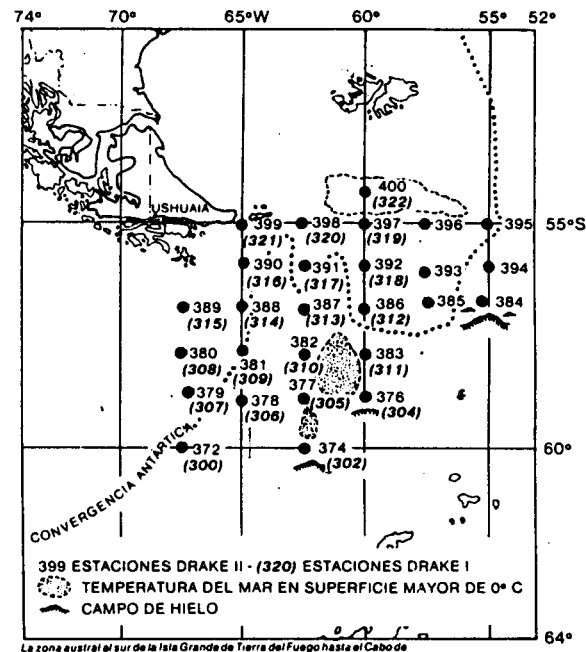


FIGURA 20. Situación de la convergencia antártica en el pasaje Drake en julio-agosto de 1958. A. O. Casellas y J. V. Zubillaga. Algunos resultados de las actividades oceanográficas argentinas en el Antártico. Instituto Antártico Argentino. Buenos Aires, 1959.

7.1.3 Estado del mar

El estado del mar es función de la intensidad del viento. Si asumimos como valor medio intensidades de viento comprendidas entre regulares (17/21 kt) y fuertes (22/27 kt), el estado del mar medio estará caracterizado por olas de entre 2,5 y 3,5 metros.

7.1.4 Humedad

Por tratarse de un área oceánica, hay gran disponibilidad de agua para evaporar temperaturas del aire bajas, que implican poca capacidad del aire para contener vapor, y vientos intensos que facilitan la evaporación y distribución del vapor

en la vertical, por lo que en definitiva, el contenido de humedad será alto (en general mayor que el 90%).

7.2 Introducción al estudio del viento

Hay en la bibliografía, fundamentalmente en la antigua y en los conocimientos que se han transmitido a lo largo del tiempo, una cierta anarquía en lo que hace al viento y a la nominación que se le da. Se escuchan así términos como viento geostrófico, gradiente, catabático, etc. sin tener, muchas veces, quienes utilizan estos términos, una noción del todo clara a qué se refieren. Por esta causa para hablar todos el mismo idioma y evitar malos entendidos, daré una definición lo más simple posible del viento y de las aproximaciones utilizadas por los meteorólogos para describirlo.

7.2.1 Viento: es el aire en movimiento

Simple, el viento es nada más que el aire en movimiento. En este movimiento intervienen una cantidad de fuerzas tales como presión Coriolis, rozamiento, etc. Como en muchas oportunidades no se dispone de la cantidad y calidad de observaciones para evaluar cada una de estas fuerzas, los meteorólogos han desarrollado una serie de aproximaciones para describir el movimiento del aire. Citaré solo algunas de ellas:

7.2.2 Viento geostrófico

Es la aproximación más utilizada para describir el movimiento del aire. Toma en cuenta sólo la fuerza de presión y la fuerza de coriolis, de modo que en esta aproximación, el viento es la resultante de la suma vectorial de ambas fuerzas. La fuerza de la presión está dada por el gradiente, ésta es la variación de la presión a lo largo de una recta perpendicular a la dirección del movimiento; en forma práctica el gradiente está representado por la separación entre isobaras: cuanto más apretadas, más viento y viceversa. La fuerza de coriolis es la fuerza desviadora debida a la rotación de la tierra y es función de la latitud del lugar.

7.2.2.1 Comentarios con respecto al viento geostrófico

Al definirlo en forma puntual, como dependiendo de la fuerza de presión y de coriolis y al no aplicar ninguna fuerza en función de la curvatura de los sistemas de presión, altas, bajas cuñas, vaguadas, estamos asumiendo que las isobaras son rectas y paralelas (isobaras: líneas que unen puntos de igual presión). Por otra parte, al no incluir ninguna fuerza debida al rozamiento estamos asumiendo que la superficie del suelo es aerodinámicamente lisa. Por lo tanto hemos creado un viento que no cambia de dirección, con velocidad constante.

Como se ve, el viento geostrófico, que es el más utilizado en el pronóstico subjetivo, tiene en su génesis aproximaciones bastante fuertes para describir la circulación de la atmósfera. Es, podemos decir, absolutamente ideal, pero anda bastante bien en el trabajo diario del pronóstico subjetivo del tiempo, siempre que el pronosticador sea lo suficientemente avezado como para tener en cuenta sus limitaciones. Al mismo tiempo, es una herramienta útil en climatología para describir en forma correcta el flujo medio.

7.2.3 Viento gradiente

Se lo define de la misma forma que al viento geostrófico con el agregado de la fuerza que se produce a causa de la curvatura de las isobaras. En cierta forma representa un progreso con respecto al geostrófico y se aproxima un poco más a la realidad.

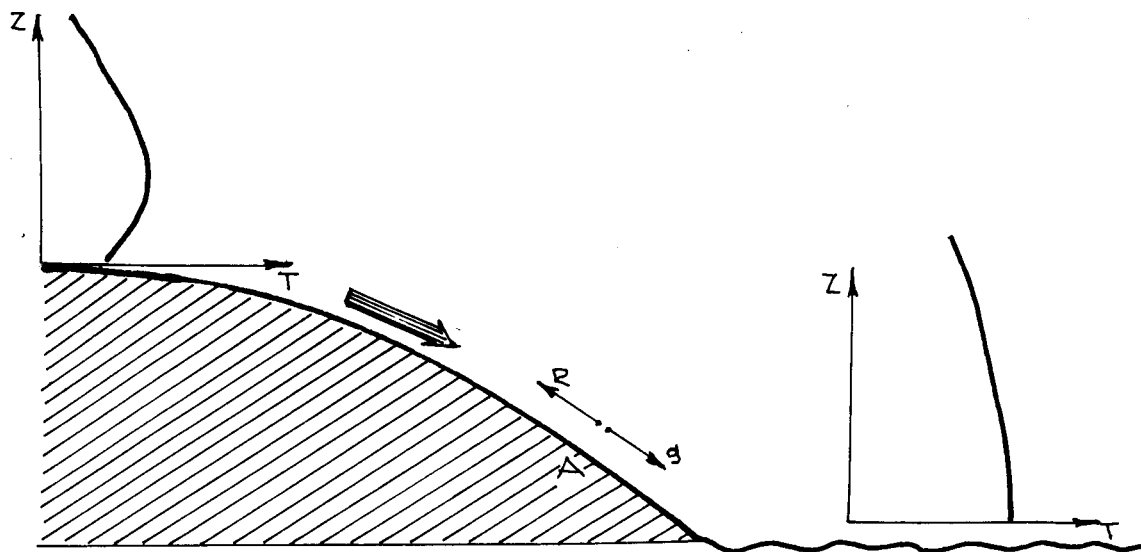
7.2.4 Viento catabático

Para que se produzcan vientos catabáticos debe existir una componente geográfica (la pendiente del terreno) y una componente térmica (distribución vertical de la temperatura caracterizada por una inversión térmica), tal como se indica en el gráfico siguiente.

El aire comienza a descender por gravedad, está más frío y por lo tanto pesa más. Se trata de un movimiento acelerado al que solo se le opone la resistencia friccional que se produce contra el suelo. En el punto A, tenemos que se establece un cierto equilibrio entre estas fuerzas. Físicamente,

este proceso se desarrolla en una condición tal, que el flujo no se encuentra en equilibrio. En rigor de verdad cambió su condición de equilibrio a

saltos y en cada salto lo que ocurre es que cambian las condiciones del flujo.



El aire que desciende se acelera continuamente. Es prácticamente una condición de plano inclinado. A su vez se incrementa la resistencia friccional, pero en lugar de alcanzar una condición de equilibrio a partir de la cual el flujo continúe con una velocidad constante (o uniformemente acelerada o retardada), lo que se produce es un salto, un cambio hacia otro tipo de flujo, en el que se modifican simultáneamente la velocidad y el espesor de la capa de aire en movimiento.

El equilibrio al que me refiero es función de:

- El espesor del aire frío que desciende
- El espesor del aire frío en el lugar
- La temperatura en el lugar
- La diferencia de temperatura entre el tope y la base del aire que desciende
- La velocidad del aire que desciende
- El espesor del aire frío sobre el mar.

Las primeras cinco variables que he mencionado definen el número de Froude (F_n).

La posición en que ocurre este salto es por demás importante, ya que antes de la misma, corriente arriba, tenemos vientos fuertes y después leves. Esta posición está condicionada por F_n y por el espesor de aire frío sobre el mar "H" y va-7-8

ría en forma continua con las pequeñas variaciones de F_n y H.

Esto explica en cierta forma las variaciones que se aprecian en los registros de viento de las estaciones antárticas afectadas por el efecto catabático, en las que se observa un cambio abrupto de vientos fuertes a leves, y viceversa, en varias oportunidades a lo largo del día.

Presentaré a continuación las características más sobresalientes de los vientos catabáticos, tal como surge de las observaciones realizadas en Commonwealth Bay (latitud $67^{\circ}00'S$, longitud $142^{\circ}40'E$).

7.2.4.1 Características normales, mientras sopla el viento:

- Persistencia casi continua durante nueve meses al año.
- Velocidades de alrededor de 30 m/s.
- Constancia en la dirección y velocidad.

7.2.4.2 Características durante las calmas

- Comienzo y fin abrupto.
- Se escucha el bramido del viento, proveniente

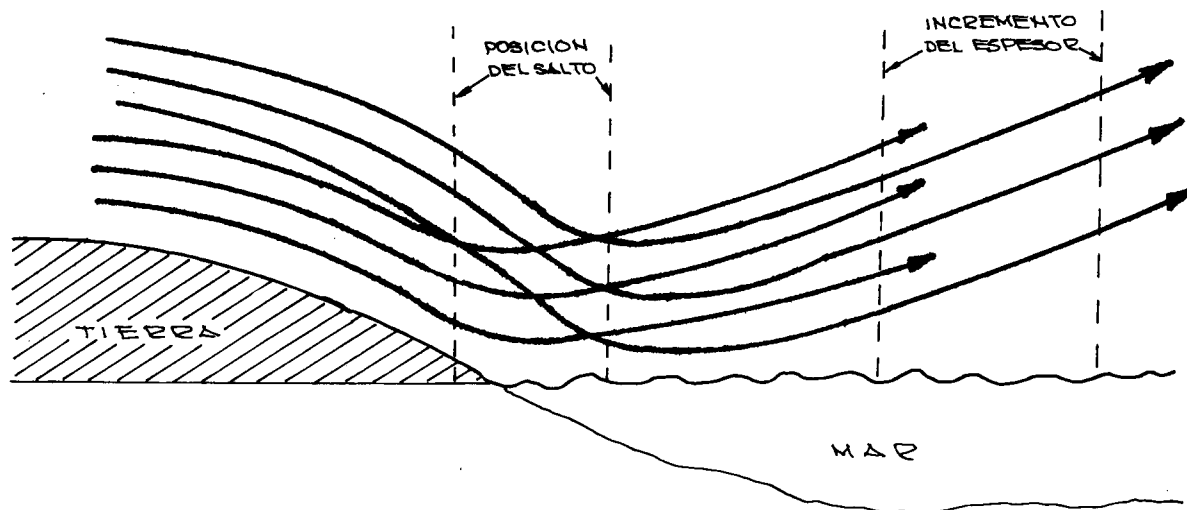
de lo alto de la pendiente.

c) Se perciben, a través de la nieve levantada por el viento, velocidades altas en la parte superior de la pendiente.

d) Bruscos cambios de presión.

En Port Martin (latitud $66^{\circ}40'S$, longitud $141^{\circ}24'E$), se ha observado que el fin de los vientos fuertes va acompañado por un imprevisto incremento de la presión, y el comienzo por una disminución.

El muy rápido y brusco comienzo del mismo,



En este gráfico se presenta el descenso del aire a causa del efecto adiabático. En línea llena se muestra el recorrido del aire cuando el descenso se produce sobre el agua. En esta caso, en A se experimentarán vientos leves, y en B, vientos fuertes. Con línea punteada se muestra el descenso del aire cuando el descenso se produce en el llano, donde termina la pendiente. En el mismo tendremos vientos fuertes en A y leves en B.

7.2.4.3 Resumen

En el área en que normalmente opera la Armada Argentina, no se dan las condiciones, en el verano, para la ocurrencia de un flujo catabático puro. En sí, no existen las condiciones geográficas como para permitir que se establezca un flujo de este tipo y se mantenga en el tiempo.

En el mejor de los casos, en las bahías Esperanza y Margarita puede producirse un efecto

acompañado por la disminución de la presión, ocurre cuando el salto va pasando sobre la estación meteorológica hacia el mar y la subida cuando el salto se mueve desde el mar hacia la tierra.

La posición del salto no depende sólo del valor de F_n , que es función, principalmente, de la velocidad del viento en altura, sino también del espesor del aire frío que se encuentra sobre el mar. Si H es más pequeño que un cierto valor, el salto estará situado costa adentro y si es mayor se producirá sobre el agua.

cuasi catabático, pero de corta duración, hasta que se acabe el aire frío que puede acumularse en altura sobre los glaciares. Este efecto puede ser mucho más notable en bahía Margarita, en donde no hay estudios hechos como para afirmarlo, pero en general no se lo observa en el mar por la distancia a que operan los buques de la costa. Según la mayoría de los autores, la distancia máxima a la que puede observarse este efecto, viento catabático, costa afuera sobre el agua no llega a superar las cinco millas mar adentro.

7.2.5 Vientos de barrera

Se producen en zonas donde el suelo presenta una suave pendiente (por ejemplo la barrera de Filchner-Ronne), la distribución espacial de temperatura no presenta grandes discontinuidades, no hay cambios bruscos y la distribución vertical presenta una inversión muy marcada en superfi-

cie.

Teóricamente se ha estudiado este tema utilizando el concepto de Viento Térmico tal como se indica:

$$V_t = V_2 - V_1 \quad (1)$$

Donde

V_2 = viento geostrófico en el nivel superior

V_1 = viento geostrófico en el nivel inferior

V_t = viento térmico

Despejando V_1 , obtenemos:

$$V_1 = V_2 - V_t \quad (2)$$

El viento térmico se comporta con respecto a las isotermas como el viento geostrófico lo hace con respecto a las isobaras.

El viento en el nivel superior se ha estudiado sobre la base de sondeos de estaciones ubicadas en el interior del continente, tales como Byrd, Polo Sur, Vostok; habiéndose determinado que las desviaciones del mismo con respecto del equilibrio geostrófico son despreciables. Por esta razón los vientos medidos se igualan a V_2 . El viento térmico fue calculado sobre la base de los valores medios de la inversión y la pendiente del suelo. Con estos valores, y aplicando la ecuación 2, se calculó el viento geostrófico en superficie.

Comparando los valores medidos en superficie con los calculados por este método se hallaron las siguientes diferencias:

a) Existe una diferencia en la dirección, que varía sobre los valores medios correspondientes a cada estación, entre los 36 y 57 grados.

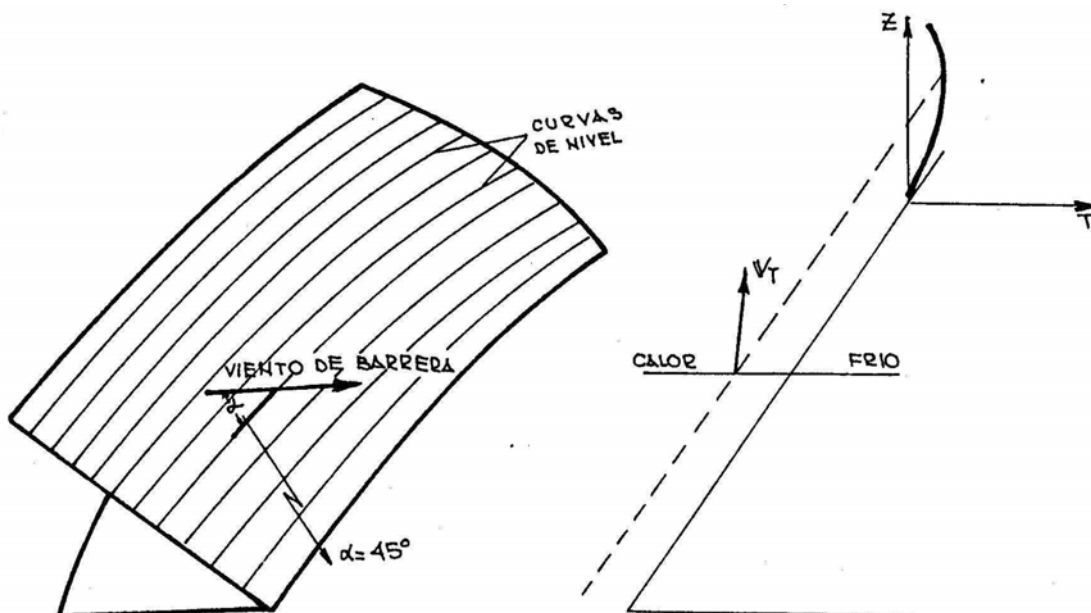
b) La velocidad del viento medido varía entre el 23 y el 55% del valor calculado.

La teoría, como teoría funciona bien. El problema es que el viento medido en superficie es, por definición, distinto que el viento geostrófico en ese nivel. En sí, no se puede hablar de viento geostrófico en superficie ya que este viento no tiene en cuenta la fricción, y la fricción existe. El problema es que no hay observaciones muy detalladas del tipo y calidad del suelo en la Antártida como para optimizar la teoría, y las diferencias entre el valor calculado y el observado se suponen debidas exclusivamente a la fricción.

7.2.5.1 Resumen

Independientemente de la teoría que se utilice para explicarlos en las zonas de la Antártida en donde se dan las condiciones geográficas y térmicas descritas al principio, el viento fluye hacia abajo, con una muy alta persistencia, cortando las curvas de nivel con un ángulo de aproximadamente 45° , tal como se indica en la figura.

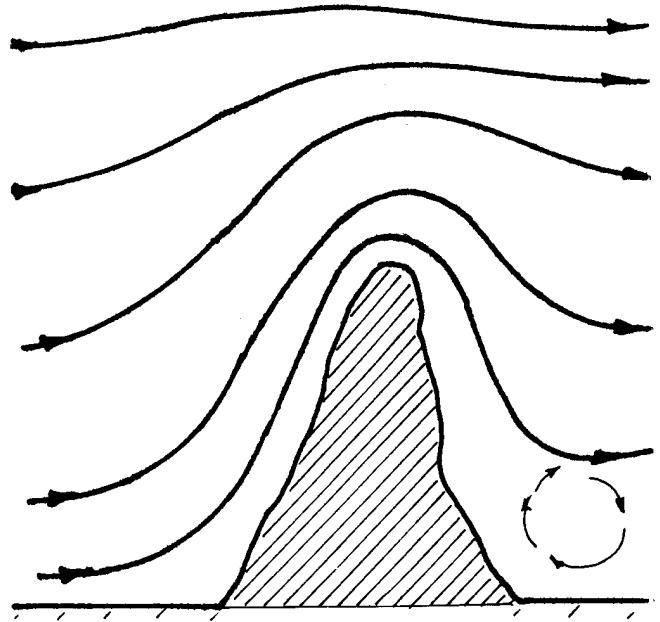
La intensidad de estos vientos es proporcional a la pendiente del terreno, con respecto a la horizontal, y la profundidad de la inversión térmica.



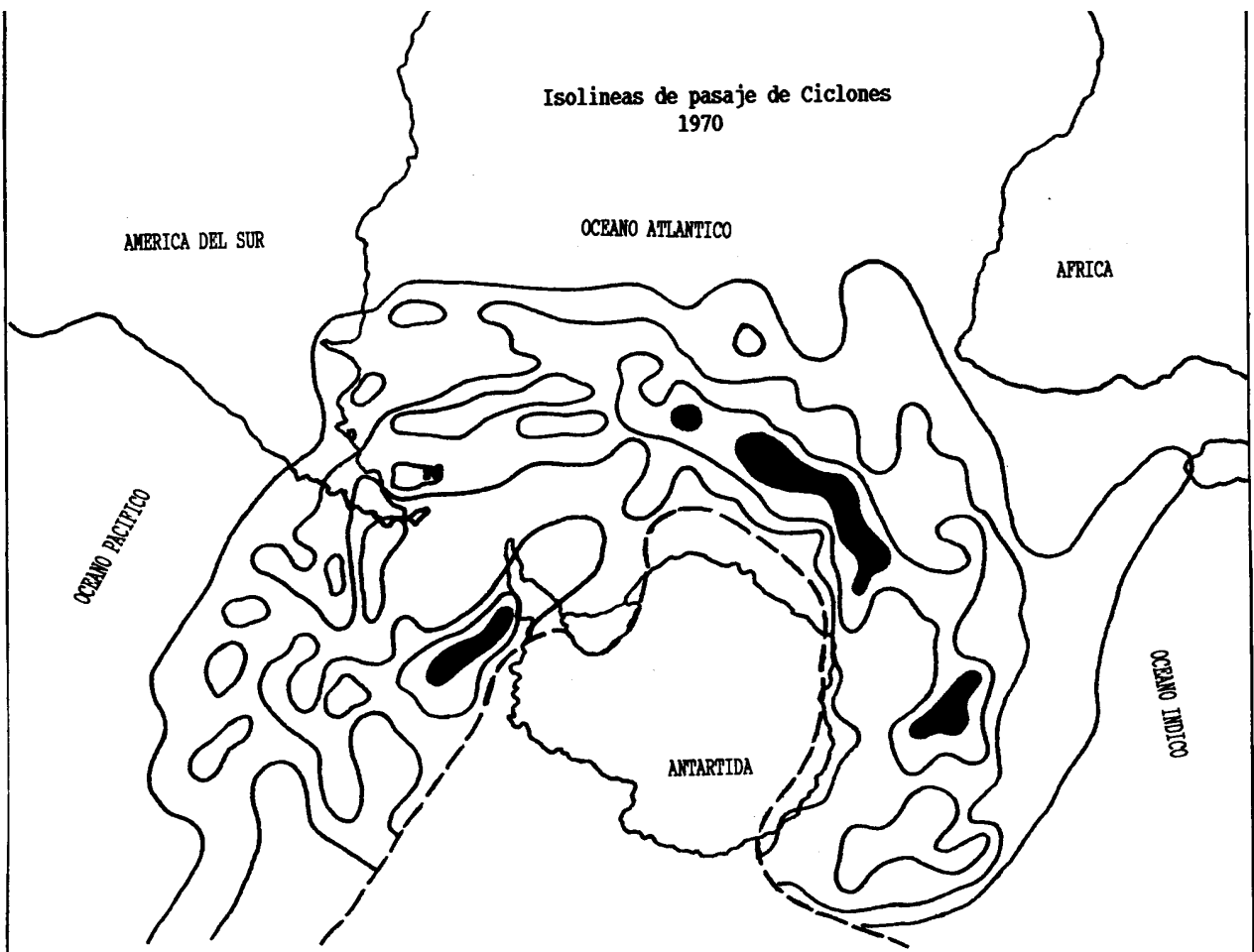
7.2.6 Efecto Foehn (viento Zonda)

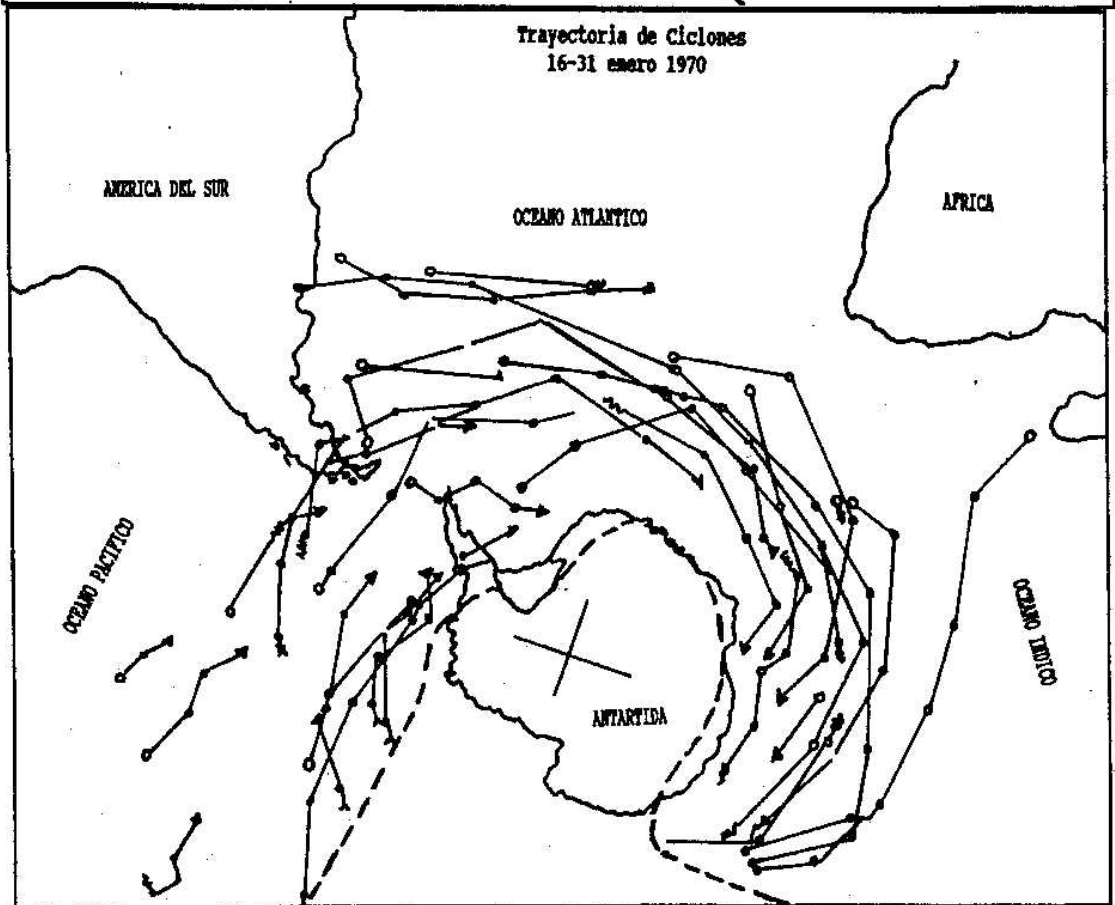
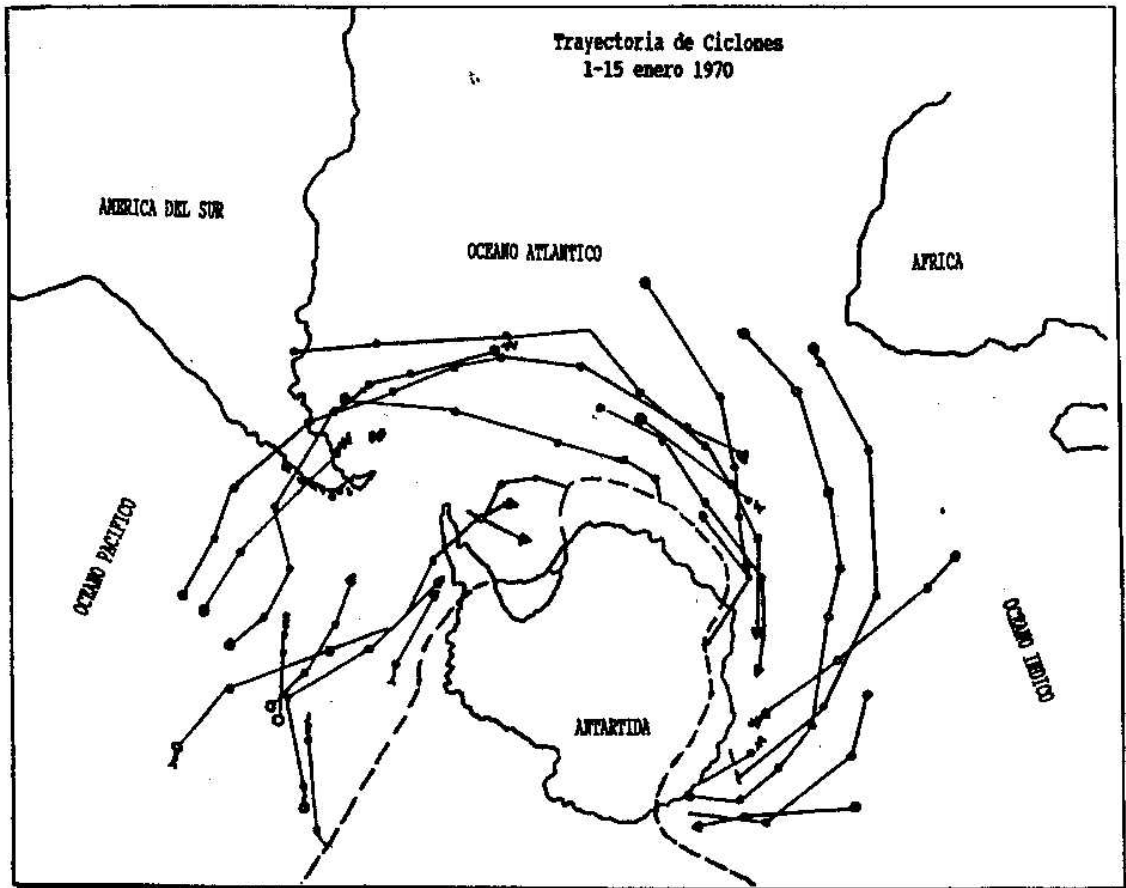
Se denomina así al viento que se produce cuando el aire es forzado a cruzar un obstáculo tal como una cadena de montañas. En este caso, el aire al ascender se enfría, satura y precipita sobre la ladera barlovento y desciende más caliente y seco a sotavento.

La característica principal está dada por la diferencia de temperatura del aire al comienzo y fin del proceso. Esta surge de lo siguiente: el aire asciende y se enfría a razón de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, gradiente adiabático húmedo y desciende y se calienta a razón de $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, gradiente adiabático seco. Al descender no sigue una dirección definida, y la misma estará dada por la orografía del lugar, y además caracterizado por una temperatura mayor que la del entorno y por su extrema sequedad.



Vientos en el pasaje Drake

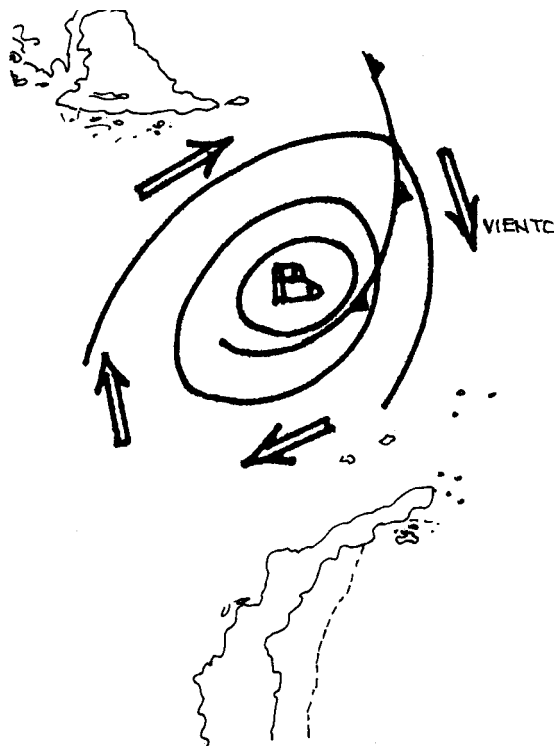




7.2.7 Vientos en el pasaje Drake

El pasaje de Drake se encuentra afectado por una intensa circulación de aire del oeste y por el pasaje de depresiones. En las figuras siguientes se puede apreciar la trayectoria y densidad de pasaje de depresiones para el mes de enero. No existe ninguna regla válida, hasta el momento, que describa la frecuencia de pasaje de depresiones y en el caso de calcularse un valor medio de tipo “n días/depresión”, las variaciones con respecto del mismo serían tan grandes, que no tendría ninguna utilidad práctica. En otras palabras, una de las características climáticas salientes de la Antártida, es su gran variabilidad.

Si intentáramos hacer una descripción de los vientos en el Drake, nos encontraríamos con la dificultad de que, por su extensión geográfica, durante el pasaje de una depresión, en el norte del mismo tendríamos vientos del W y NW, en el este serían del N y EN, en el sur del E y SE y en el oeste del S y SW.

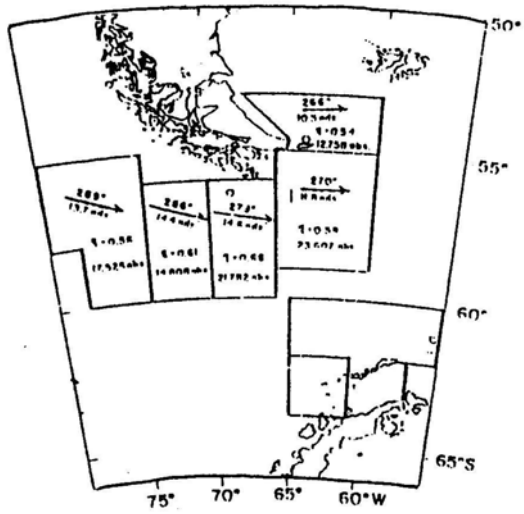


A esta dificultad derivada de la extensión del área y del tipo de sistemas meteorológicos que es común encontrar, debemos añadirle el hecho de que las depresiones no seguirán una misma trayectoria. La depresión seguirá, en general, un camino del NW al SE, pero se han observado casos en que se desplazó de W a E y otros en que ha tenido un ligero desplazamiento hacia el EN. La misma apreciación puede hacerse con respecto de la velocidad de desplazamiento, donde el rango de velocidades es grande, pues existen las que se encuentran al fin de su ciclo de vida y prácticamente no se mueven y aquellas depresiones jóvenes que pueden alcanzar velocidades de desplazamiento de hasta 40 nudos.

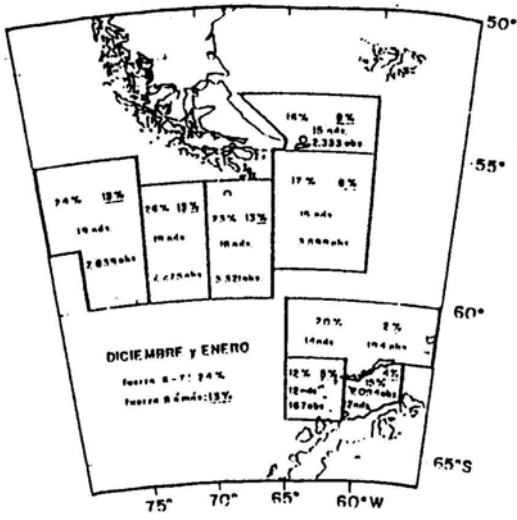
Como pueden ver, las dificultades para hacer un estudio estadístico que abarque el área del pasaje de Drake son grandes y su concreción se dificulta aún más por la poca cantidad de observaciones disponibles.

Presentaré a continuación una serie de gráficos extraídos de la publicación H 410 “Meteorología del Area del pasaje Drake”, Schwerdtfeger, 1962. Para la confección de los mismos se utilizaron gran cantidad de observaciones, algunas de las cuales datan de la época de la navegación a vela, por lo que considero que sus conclusiones aún siguen siendo válidas.

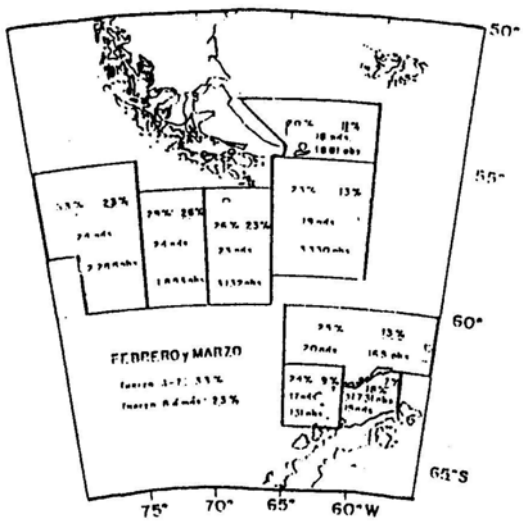
Independientemente de los gráficos presentados, quiero resaltar que la única forma de tener un conocimiento de los vientos en el Drake, para una operación en particular, es sobre la base del pronóstico meteorológico. Se trata de una zona muy singular de la que, según el punto de vista estadístico, solo me atrevería a decir que la intensidad del viento se encontrará en promedio entre regulares (17/21 kt), mientras que la dirección predominante será del sector oeste.



Resumen estadístico mensual del hielo. Área de extensión total de un mes, por latitud y longitud de observación.



Resumen de temperaturas de fuente 8-7 y de fuente 8-2 en un mes, por latitud y longitud de observación y número total de observaciones.



Resumen de temperaturas de fuente 8-7 y de fuente 8-2 en un mes, por latitud y longitud de observación y número total de observaciones.

7.2.8 Vientos en el mar de Bellingshausen

De acuerdo con los valores medios de presión, (ver gráficos de Taljaard), los vientos, durante todo el año, en promedio tendrán una dirección comprendida entre el NW y el N, rotando al EN y sector E, a medida que nos alejemos hacia el sur del Bellingshausen. La velocidad media estará

comprendida entre los 10/15 nudos (J. Zillman).

7.2.9 Vientos en el mar de Weddell

En promedio, los vientos tendrán una dirección comprendida entre el norte y el noreste, y la velocidad media estará comprendida entre los 8 y 15 nudos.

Campos medios de presión enero y julio.

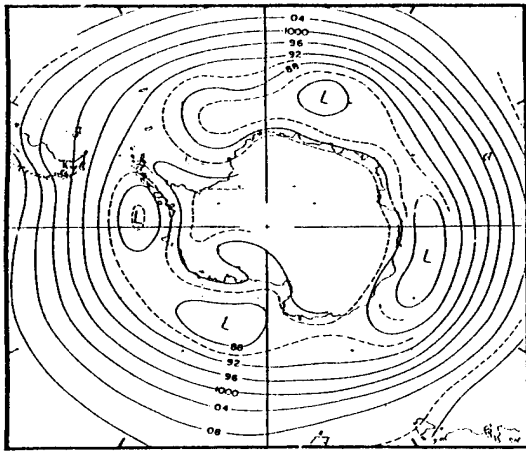


Fig.17. Mean pressure at sea level, January.

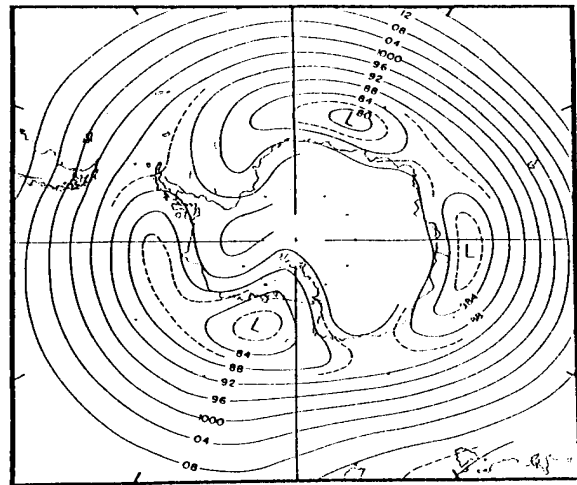
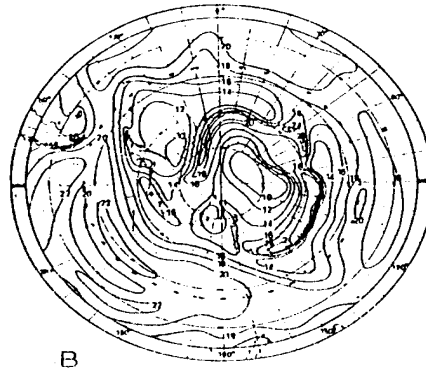
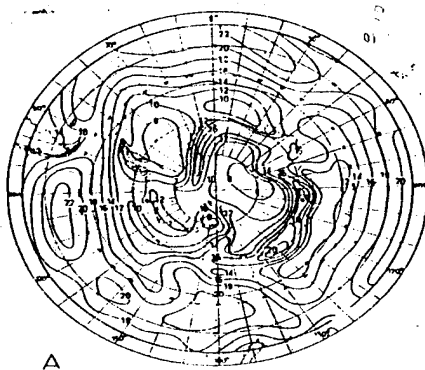
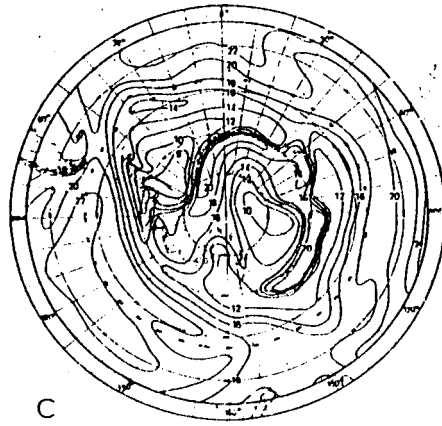


Fig.18. Mean pressure at sea level, July.

Velocidad escalar del viento. (J. Zillman)

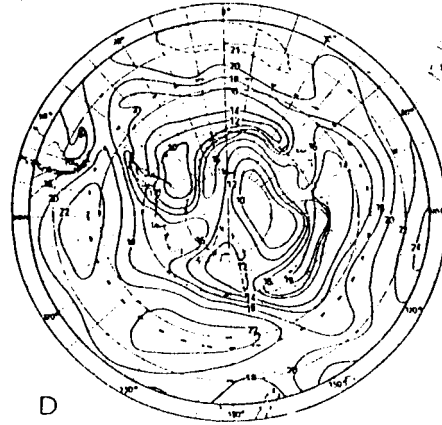




C

A Enero

C Julio



D

B Abril

D Octubre

7.3 Comentarios con respecto a los valores medios de viento

Se observa que los valores medios no aportan una ayuda muy significativa al conocimiento de los vientos en el teatro de operaciones. Esto se debe fundamentalmente a que los mismos se extraen de cartas sinópticas, analizadas sobre la base de los pocos datos meteorológicos disponibles y las imágenes del campo nuboso obtenidas por satélites. En sí, esta fuente de información no es mala, es pobre, ya que no permite efectuar un análisis detallado del comportamiento de los distintos elementos. Para tratar de aclarar un poco el tema, veremos qué sistemas afectan estas zonas y producen variaciones substanciales con respecto de los valores medios.

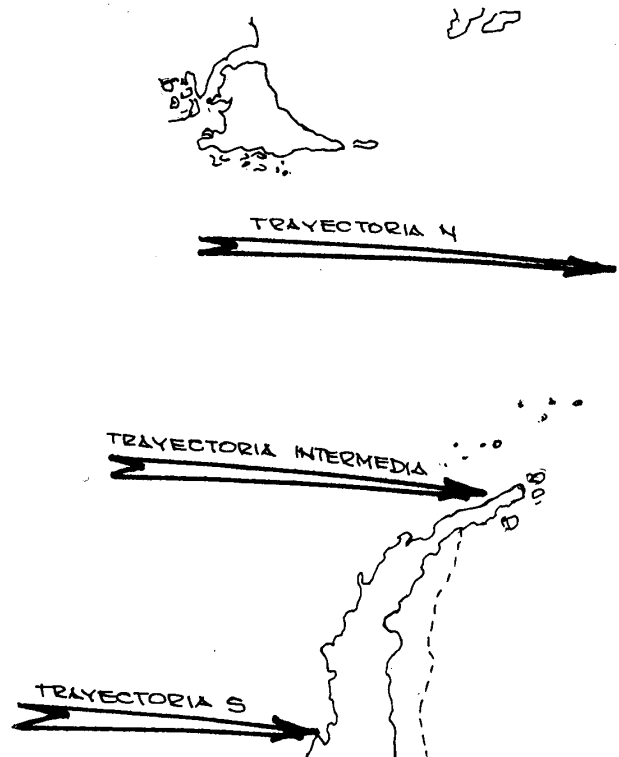
7.3.1 Mar de Bellingshausen

Los sistemas que afectan esta zona son las depresiones y las cuñas. Con respecto a las primeras lo que más nos interesa es la trayectoria, según surge del siguiente análisis:

7.3.1.1 Depresiones con trayectoria norte

Se desplazarán en general, por el Drake y afectarán en mayor medida el norte del Bellingshausen. En general, podemos decir que en este caso se incrementará con respecto al valor medio, la intensidad del viento y su dirección

tendrán una mayor componente del sector este, en el norte del Bellingshausen. En el sur prácticamente no se producirán alteraciones.



7.3.1.2 Depresiones con trayectoria sur

En este caso, en general la depresión se estacionará en un área delimitada por la bahía Margarita al norte y el borde sur de la isla Alejandro I al sur. Dificilmente se logre superar la barrera representada por la cordillera Antártica. En esta condición, los vientos en el norte del Bellingshausen tendrán una mayor componente del noroeste y sector oeste, en el centro del sector norte y en el sur del noreste y sector este. La depresión ahora estacionaria, evolucionará llenándose, es decir, incrementando lentamente la presión en su centro. Esta evolución de la depresión se infiere de los campos nubosos observados por satélite ya que no hay en general datos medidos. Lo que se observa en estas imágenes nubosas es inicialmente una baja bien armada, bandas nubosas principales convergen en un centro y hay una gran cobertura nubosa. Posteriormente, cuando el proceso de llenado se ha desarrollado, lo que se observa es la presencia de unas pocas bandas nubosas convergentes en un área central grande y una disminución importante de la cobertura nubosa total.

7.3.1.3 Depresiones con trayectoria intermedia

En este caso la depresión se desplaza normalmente y no presenta alteraciones importantes en su dirección y velocidad hasta que llega al área de la península Antártica. Aquí comienzan los problemas: el campo de presión en superficie se perturba y se deforma muchísimo, sin patrón definido alguno. Es imposible que exista algún patrón de deformación.

- a) En oportunidades, en general con depresiones jóvenes, en el Bellingshausen llegando a la península Antártica, se produce un pasaje gradual de ellas hacia el Weddell, observándose en las cartas del tiempo dos bajas separadas por la península. Ambas depresiones son parte del mismo sistema de baja presión que mientras cruza la península, segrega dos centros de mínima presión a ambos lados del obstáculo orográfico. Luego que cruzan se reorganizan nuevamente en sólo una depresión cuya posición se correrá más al norte del centro de baja presión inicial durante el pasaje de la península.
- b) Otra posibilidad es que la baja, al alcanzar la península Antártica, se desplace hacia el sur a lo largo de la costa, siguiendo después una

evolución tal como la indicada en el punto 5.1.2.

- c) Existe otra posibilidad más y es que la baja cruce la cordillera, se reorganice y continúe su desplazamiento normal en el Weddell. Yo, personalmente no he visto nunca una depresión que se desplace sobre el Weddell después de cruzar la cordillera Antártica. En mi opinión, las bajas o bien cruzan la cordillera tal como he indicado en el párrafo 5.1.3 (a), a una latitud no mayor de 66° S, o continúan hacia el sur, pegadas al obstáculo, hasta que se hacen estacionarias y mueren tal como se ha indicado en el punto 5.1.2.

7.3.2 Cuñas

Normalmente asociadas con una gran irrupción de aire polar. En general, tras el pasaje de una depresión, asociada a un frente frío intenso, producen un flujo de calor muy importante desde el océano a la atmósfera, presentando físicamente las siguientes características:

- a) Para que se establezca un flujo de este tipo, el mar debe estar más caliente que el aire. Si se da esta condición y se mantiene a lo largo del tiempo, el aire es calentado desde abajo, se inestabiliza y la capa inferior adquiere un movimiento turbulento que aumenta a medida que la masa de aire se desplaza sobre el agua.
- b) En el caso que estamos analizando, en que el aire es mucho más frío que el agua, el calentamiento experimentado por el aire es lo suficientemente intenso como para que se desarrollen procesos convectivos importantes. En nuestro caso se trata de una masa de aire continental polar que se caracteriza por una profunda inversión térmica en superficie y bajo contenido de humedad. En esta condición, además del flujo de calor, también se establece un flujo de vapor muy importante. Desde el punto de vista del intercambio de calor, el agua pierde calor al producirse la evaporación y el aire lo gana al producirse la condensación de este vapor.

7.3.3 Estado del tiempo asociado con las cuñas

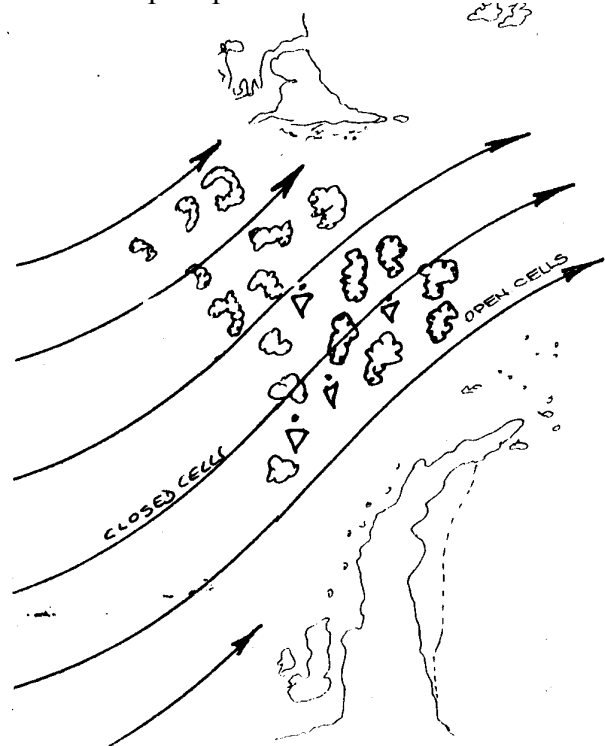
No hay observaciones meteorológicas sobre el Bellingshausen y por tal razón la presencia de una cuña profunda, con gran trayectoria sur, sólo podrá advertirse con la ayuda de las imágenes del campo nuboso obtenidas por satélite.

El dibujo del campo de presión en superficie, por tratarse de una cuña, estará compuesto por isobaras que seguirán una trayectoria SW-NE en la parte delantera y SW-NW en la parte trasera de la cuña. Con este tipo de dibujo, si nos atenemos exclusivamente al equilibrio geostrófico sin tener en cuenta ningún principio termodinámico, el razonamiento, con vistas al pronóstico, será de vientos regulares (17/21 kt) con períodos de fuertes (22/27 kt) del sector S y W, cielo parcial cubierto, visibilidad muy buena.

Si en cambio tenemos en cuenta lo dicho en el punto 7.2.1 y hemos hecho una correcta lectura de los manuales de fotointerpretación de imágenes nubosas, nuestro razonamiento será de este tipo:

- a) Nos encontramos dentro de un gran área de aire proveniente del sector sur, por lo tanto los vientos en la gran escala, en promedio, para toda la parte delantera de la cuña, serán del sector S y SW.
- b) Los celulares abiertos, que observaremos en las imágenes del campo nuboso, corresponden principalmente a desarrollos convectivos importantes, que producirán, casi indefectiblemente precipitaciones en forma de chubascos.
- c) Los celulares cerrados que observaremos en la misma imagen, tendrán desarrollos convectivos similares, a los indicados en el punto anterior, a lo que se sumará nubosidad media y baja, teniendo de 6 a 8 octavos de cielo cubierto. Se producirán también precipitaciones como en el caso anterior.
- d) Los agrupamientos de celulares abiertos y cerrados adoptan una forma de coma. Cuando, como en el caso que nos ocupa, las diferencias de temperatura aire-agua son importantes, se establecen, en el área ocupada por estos agrupamientos, circulaciones de viento propias del área nubosa con forma de coma que alcanzan el nivel de superficie. En estos casos, el viento en superficie puede llegar a ser del NW y aún del sector N.

- e) La visibilidad se verá fuertemente reducida durante las precipitaciones.



7.2.4 Mar de Weddell

7.3.4 Mar de Weddell

Como ya hemos dicho, por la influencia de la península Antártica, los sistemas transitarán sobre el Weddell siguiendo, en general, una trayectoria tal como la indicada en la figura anterior. Al aproximarse estas depresiones a la costa tenderán a disminuir su velocidad de desplazamiento, adoptando un camino paralelo a la costa sur y sudoeste del Weddell, hasta que finalmente se detienen, comienza su llenado, y mueren.

7.4 Viento en estaciones antárticas

Veremos ahora una descripción somera del comportamiento de los vientos en algunas estaciones antárticas. Con respecto al comportamiento, lo que quiero es determinar o explicar es en qué casos son representativos de la circulación en gran escala, útil para el pronóstico, y en qué casos responden a circulaciones locales.

Analizaremos en primer lugar el factor geográfico, en particular orográfico, ya que este es el que condiciona prácticamente todas las observaciones de viento realizadas en la Antártida.

7.4.1 Estación Orcadas

Ubicada en la isla Laurie, en un istmo, en el punto central de la misma. Solo pueden considerarse como representativos de la circulación en gran escala los vientos del N, NW, S y SE. Los vientos registrados por esta estación correspondientes a las direcciones W, SW, EN y E, no representan la circulación general.

7.4.2 Estación Almirante Brown

Ubicada en el norte de la península Antártica, dentro de la bahía Paraíso, se encuentra muy protegida, y los vientos medidos en ella sólo describen las condiciones en un área de, a lo sumo, 50 kilómetros al norte de la misma.

7.4.3 Estación San Martín

Ubicada en la bahía Margarita, en el islote Barry. La altura del campo de observaciones sobre el nivel del mar es de 12 metros. Sólo pueden considerarse representativos los vientos del NW. Los vientos del NE y E, sólo responden a circulaciones locales producidas, fundamentalmente, por el glaciar Uspallata. Las restantes direcciones se encuentran afectadas por las islas e islotes que rodean la estación.

7.4.4 Estación Esperanza

Ubicada dentro de la bahía Esperanza, sólo responden a la circulación general los vientos que soplan en la dirección de la entrada de la bahía, es decir los del EN. Los vientos del W y SW se encuentran afectados por el efecto de los glaciares existentes en la zona. Las restantes direcciones están muy afectadas por la orografía.

7.4.5 Estación Marambio

Ubicada sobre la isla Marambio, el viento se mide sobre una meseta muy pequeña, a una altura aproximada de 200 metros sobre el nivel medio del mar. En sí, este viento no puede considerarse representativo de la circulación de superficie ni de la de los 200 metros.

7.4.6 Estación Belgrano II

Ubicada en un nunatak, afloración rocosa, dentro de la barrera de Filchner-Rhonne. Este viento puede considerarse representativo de la circulación general del interior del continente y de los sistemas que se aproximan al lugar.

7.4.7 Estación Islas Argentinas

Ubicada en el NW de la península Antártica. Pueden considerarse los vientos allí medidos como bastante representativos de la circulación general.

En esta pequeña recorrida por algunas estaciones antárticas hemos visto muchos casos en que el viento se encontraba afectado por la existencia de un glaciar, la pendiente del suelo congelado, islas y el continente que hacían que el mismo no fuese representativo de la circulación en gran escala.

7.5 Análisis de los vientos en algunas estaciones

7.5.1 Estación Orcadas

Las restricciones a la circulación obedecen exclusivamente a la orografía. Los vientos que responden a la circulación general son los del N, NW, S, SW aunque, por efecto de entubamiento, las velocidades serán algo mayores. Esta diferencia de velocidad entre el valor medido y el correspondiente a la circulación se incrementará con la velocidad del viento y será despreciable para pequeñas intensidades ($V < 15$ kt).

Con respecto a los vientos del W, SW, EN y E, si bien no responden a la circulación general, esto no quiere decir que no se registren en la estación. Lo que realmente no sabemos, o yo por lo menos no sé, es qué indicará el anemómetro, dirección y velocidad, cuando la circulación general produzca viento en estas direcciones. Un trabajo útil que podría encararse para aclarar este tema, sería recopilar y comparar los valores medidos por buques, que se encuentren en su proximidad, pero libres del efecto de las islas, con los valores medidos en la estación.

7.5.2 Estación Marambio

Veremos con un poco más de detalle los vientos y analizaremos las distintas causas que pueden producirlos o modificarlos.

7.5.2.1 Efecto Foehn

Puede producirse y afectar el área de la isla, como he dicho; en los casos de Foehn, la dirección del viento está dada por la orografía. En este lugar, no nos encontramos estrictamente al pie de la montaña, hay una serie de depresiones del terreno con respecto a la altura de la meseta y por lo tanto no tenemos una dirección definida para asignar al viento que se produzca por esta causa.

Esto podría ser motivo para un trabajo de investigación donde, utilizando observaciones de altura, viento, temperatura, humedad y nubes, en la estación, deberíamos tratar de ver si se produce este efecto, si el descenso de aire llega al nivel de la isla o si desliza sobre el domo de aire frío que puede llegar a existir entre la isla y el continente.

7.5.2.2 Ondas orográficas

Toda alteración topográfica va a producir necesariamente una alteración del flujo atmosférico. En el caso que nos ocupa (Marambio), la alteración topográfica existe; la cordillera Antártica y el régimen de vientos transversal a la misma, también, por lo tanto no podemos descartar la exis-

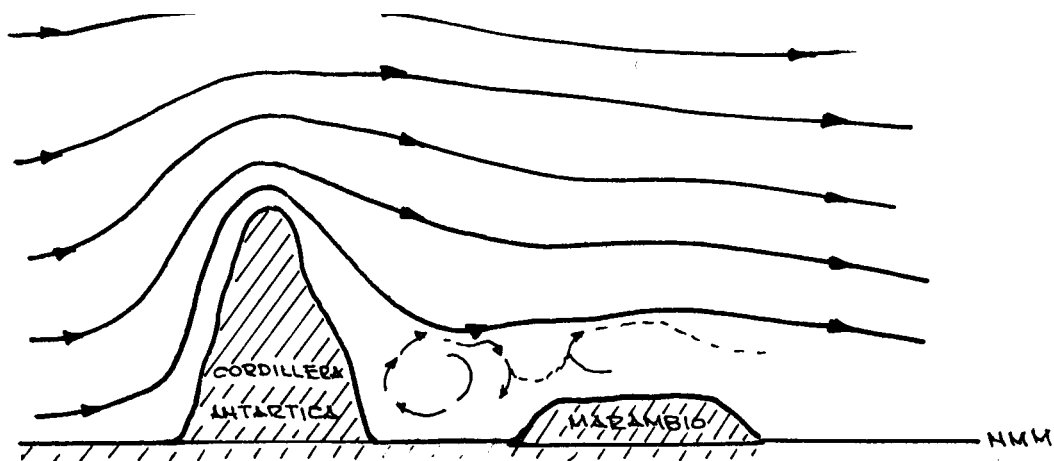
tencia de este tipo de ondas. El resultado de las mismas es la creación de una cuña a barlovento y una vaguada a sotavento de la cadena montañosa.

En la cordillera de los Andes, se produce este efecto y son visibles, en las imágenes nubosas obtenidas por satélites meteorológicos, las nubes lenticulares típicas del mismo. Nos queda por ver qué ocurre con estas ondas a nivel del suelo. Teóricamente, las mismas pueden actuar como un mecanismo de transferencia vertical de energía y, consecuentemente, afectar el campo de vientos en superficie. Esto, si ocurre, cómo ocurre, cuánto afecta al campo de superficie, etc., es algo que aún no sabemos y por lo tanto podría ser otro tema de investigación a desarrollar.

7.5.2.3 Brisa

Siempre que se produzca una absorción diferencial de la radiación solar, también se producirá un calentamiento diferencial. El sol está siempre presente, lo que necesitamos, además, son dos superficies con distinto albedo.

En Marambio, en muchos casos, se da esta situación en lo que se refiere a tipo de suelo. Tenemos las aguas entre la isla y la península en general cubiertas de hielo, mientras que la meseta, en verano, no tiene esta cobertura.



Esta meseta de tierra, aparentemente volcánica, presenta un color oscuro, y si bien no podemos asegurar que se comporte como un cuerpo negro perfecto, en lo que hace a la absorción de la radiación solar, sí podemos afirmar que absorberá mucha más radiación que la superficie del mar congelado.

En resumen se dan las condiciones como para que se produzca el fenómeno de “brisa”, el que debería ser más intenso en los días soleados y con vientos leves en superficie. Según este esquema, los vientos en la meseta deberían ser del sector oeste. Esto no ha sido estudiado: los vientos, debidos a la brisa deberían provenir del oeste, por lo que suponemos que el suelo más frío se encontrará al oeste. Esta suposición se basa en la distribución irregular y variable del hielo de mar. En general, si la isla estuviese rodeada de aguas libres, el flujo producido por la brisa, tal como lo hemos analizado, sería desde el mar hacia el interior en toda la costa.

La concentración del hielo, en las aguas que rodean la isla, no es constante, varía continuamente en el verano, con el viento. Este cambio en la concentración de los hielos se verá reflejado en una variación del calentamiento diferencial y, por ende, en el mecanismo de la brisa. En general, podemos decir que si disminuye la concentración de hielos y hay presente una capa nubosa que no es muy densa, por efecto de este mecanismo se producirá un incremento en la intensidad de la brisa, acompañado por la inestabilización e incremento de la altura de las bases de las nubes.

7.5.2.4 Vientos de barrera

Existe aún otro factor que es debido a la acumulación de aire frío sobre la pendiente continental. Este aire frío derramará lentamente por gravedad, siguiendo dicha pendiente. La dirección que adoptará este movimiento del aire debería ser, por la forma en que lo definimos, perpendicular a la pendiente, o lo que es lo mismo, perpendicular a la línea de costa. No es absolutamente así, por la acción de la fuerza de Coriolis; la dirección del movimiento adopta un cierto ángulo con la costa y se encuentra comprendida entre el W y el SW. La intensidad del mismo estará dada por la diferencia de temperatura del aire en la parte superior de la inversión y la temperatura en superficie sobre las aguas, congeladas o no. A medida que el

aire se pone en movimiento, los vientos producen la deriva del campo de hielos alejándolo de la costa, aparece el canal costero y la diferencia de temperaturas se hace mayor trayendo como consecuencia un incremento en la velocidad del viento.

a) Cómo afecta este viento la zona de Marambio

En general, se supone (no hay una densidad suficiente de observaciones como para probarlo), que la capa de aire en movimiento por este mecanismo, tiene un espesor aproximado de 1000 metros. La meseta de Marambio tiene una altura de 200 metros y, por lo tanto, va a ser afectada por este viento.

Este tipo de proceso fue estudiado (para la zona de Matienzo principalmente) por Schwerfwger y Amatur y Schwerfwger, para intentar, a partir del mismo, explicar casos de vientos del sur muy persistentes que se observan en la zona.

7.5.3 Estación San Martín

Como hemos visto, el viento NW, es el único representativo de la circulación general. Veremos ahora qué otros efectos locales pueden presentarse.

7.5.3.1 Efecto Foehn

Geográficamente, la zona se presenta como muy apta para la ocurrencia de este fenómeno. Lo que no tenemos, generalmente, es la circulación transversal a la cadena montañosa. Es decir, no tenemos muy comúnmente en este lugar vientos del E, desde el Weddell hacia el Bellingshausen, que se extiendan hasta una altura de por lo menos 4000 metros. En el caso de producirse este tipo de circulación, podría llegar a observarse este fenómeno en el interior de bahía Margarita. El mismo se presentaría como viento de intensidad fuerte del sector E y EN. La forma de detectar la ocurrencia del mismo es verificar la existencia de vientos mayores que 20 nudos, disminución de la humedad e incremento de la temperatura. Para el pronóstico en el buque, deberíamos analizar los vientos en altura para detectar, sobre el nivel de la cordillera, la existencia de vientos del E.

7.5.3.2 Vientos catabáticos

El viento catabático, como hemos visto, necesita para su ocurrencia la existencia de una profunda inversión vertical de temperatura. En sí, no sabemos (por falta de datos) si, existiendo esa inversión, es posible que se produzcan estos vientos. De todas formas, la costa de la bahía Margarita está cubierta o constituida por el glaciar Uspallata y, por esta causa orográfica - termodinámica, pueden llegar a producirse vientos catabáticos, de barrera o un proceso intermedio entre ambos. Este proceso es el que explicaría los vientos del E que se observan en la estación, pudiendo asociarse los de mayor intensidad a un efecto catabático y los menores a un efecto de barrera.

En general, cualquiera de los dos deberá estar acompañado por un descenso de la temperatura del aire. Los vientos del Sector E son realmente frecuentes en esta estación, siendo su persistencia en el mes de enero del 72% y en julio del 49%.

No hay elementos que permitan hacer un pronóstico muy anticipado de los mismos, por la falta de observaciones más al oeste, sobre el glaciar. El único indicio podría provenir de una observación muy cuidadosa de la nubosidad y del movimiento

del aire y la nieve, ventisca, en la cumbre del glaciar.

7.5.4 Estación Belgrano II

Se trata de un lugar sin grandes restricciones geográficas y donde uno podría llegar a decir que todos los vientos que allí se observan, responden a la circulación general. Por esta razón es que, al analizar las cartas del tiempo se intente respetar este viento, lo que no cuesta mucho por la muy pequeña densidad de observaciones disponibles de la zona.

Si tenemos en cuenta lo dicho sobre vientos de barrera, vemos que esta es la zona ideal para que se produzcan, y realmente es lo que debe ocurrir. El aire drena continuamente sobre la suave pendiente de la barrera de Filchner-Ronne hacia el mar. La pendiente de la barrera sumada a la inversión de temperatura que existe sobre la misma, da lugar a que se produzca este tipo de movimiento del aire. Esto se ve reflejado por la alta persistencia de viento, hacia afuera, tal como surge de la siguiente tabla.

Persistencia del viento en el Weddell sur

Estación	Dir/Vel vectorial (nudos)	Vel. escalar (nudos)	Persistencia
Enero			
Ellsworth	175/4,5	7,7	58
Belgrano	158/3,1	6,7	46
Halley Bay	104/3,6	10,1	36
Julio			
Ellsworth	161/9,3	14,3	65
Belgrano	168/3,7	10,9	34
Halley Bay	090/8,1	13,4	60

H.R.Phillpot 1967

En sí, hemos complicado el análisis con esta explicación, ya que de la misma surge que un alto porcentaje de los vientos, en este lugar se deben no sólo a la acción de los sistemas con el factor geográfico y el gradiente vertical de temperatura.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, podemos decir que los vientos en Belgrano, son función, en un alto porcentaje de los casos, de la circulación en la calota polar y en el resto, de la circulación en el Weddell. Con respecto a la calota polar, no podemos estudiar esta zona con las cartas de superficie y la concepción teórica que uti-

lizamos para latitudes medias. La misma tiene una altura media de 3000 metros y en el interior, la distribución vertical de temperatura está afectada, durante todo el año, por una profunda inversión térmica. Esto hace que los vientos que se registran en ella, no sean comparables con los registrados a nivel del mar, se encuentre éste cubierto o no de hielo.

A mi entender, Belgrano II, en sí, se encuentra ubicada en una zona donde su clima obedece a lo que ocurre en el interior de la calota y se ve alterado, en oportunidades, por la llegada de sistemas

pertenecientes al Cinturón Subpolar de Baja Presión. Estos sistemas no llegan muy a menudo al área por el efecto de obstrucción, al pasaje de los mismos, de la península Antártica.

En sí, al pronosticar para esta zona, lo que debemos preguntar es: ¿cómo es posible que lleguen al lugar los sistemas pertenecientes a la circulación de los oestes?. Si nuestra conclusión es afirmativa, el pronóstico se basará en cómo afectará este sistema nuestra área. Si la conclusión es negativa y el clima está gobernado por lo que ocurre en el interior de la calota, estamos en un problema: no tenemos datos, experiencia ni herramientas básicas para formular un pronóstico. Lo que nos queda, en este caso, es tratar de utilizar en la mejor forma posible las estadísticas y las imágenes satelitales.

La influencia de la península Antártica disminuye a medida que nos alejamos de ella, permitiendo que a la altura del cabo Norvegia, la llegada de sistemas pertenecientes a la circulación de los oestes sea mayor.

El derrame de aire, desde el interior de la calota, a más de los datos de viento, se ve reflejado por el desplazamiento del campo de hielo de mar hacia el norte. Es visible, prácticamente en todas las imágenes satelitales, la existencia de un canal (zona de aguas libres) entre el hielo fijo de barrera y el perteneciente al hielo de mar que cubre el Weddell. Este canal habla por sí solo de la existencia y persistencia de vientos que salen hacia afuera del continente.

En resumen, los vientos del SE serían representativos de la circulación general en la calota, mientras que las restantes direcciones representarían la circulación asociada con los sistemas de los oestes.

En rigor, como las condiciones de distribución vertical de temperatura y pendiente están siempre presentes, podemos estimar que los vientos, en Belgrano, son la resultante entre el efecto del interior del continente, el exterior y la circulación de los oestes.

7.5.5 Estación Esperanza

Sólo es representativo de la circulación el viento EN, pero podemos hacer algunas aclaraciones para otras direcciones.

Los vientos del W se aceleran por el efecto de entubamiento que se produce en el glaciar ubica-

do entre los montes Withen y Taylor. Esto quiere decir que los vientos pertenecientes a la circulación general verán incrementada su intensidad por esta causa.

En condiciones de calma o vientos leves, el aire que se encuentra sobre este glaciar tendrá una temperatura menor que el aire en la bahía a nivel del mar. La situación se mantendrá, hidrostáticamente, en equilibrio hasta que la densidad del aire, y por consiguiente, su peso, sea demasiado grande, se rompa el equilibrio y se derrame. Este derrame de aire, como un efecto casi catabático, producirá vientos fuertes del W y NW. Estos vientos tendrán la particularidad de un comienzo y fin abruptos, a la vez que afectarán un área pequeña y perfectamente delimitada.

Lo mismo ocurre con los vientos que van del W al SW a causa del glaciar Depot. Es decir, se produce el efecto de entubamiento y derrame antes explicado para los vientos del W.

7.6 Variaciones que experimenta el viento en función de su dirección

7.6.1 Viento norte sobre el área del borde del campo de hielos

7.6.1.1 Variación de la temperatura y humedad

En esta condición, el aire circulando sobre aguas cuya temperatura varía entre 6°C y -1°C, al sur de la convergencia, se encuentra con el campo de hielo, se enfría desde abajo, disminuye su capacidad para contener vapor de agua y se satura. Si la intensidad del viento es leve (menor a 10 nudos), esta saturación dará lugar a la formación de nieblas sobre el borde del campo de hielos. Si la velocidad es mayor que 10 nudos, la mezcla vertical que se producirá por la turbulencia mecánica generada por la circulación del aire sobre el hielo, elevará la altura del nivel de condensación dando lugar a la formación de una capa de St/Sc bajos.

Con velocidades mayores que 20 nudos se incrementará la cantidad de vapor en el aire, por el agua y la espuma levantada por el viento, la turbulencia también se incrementará, y el resultado es que se producirán chubascos que disminuirán la visibilidad durante su ocurrencia.

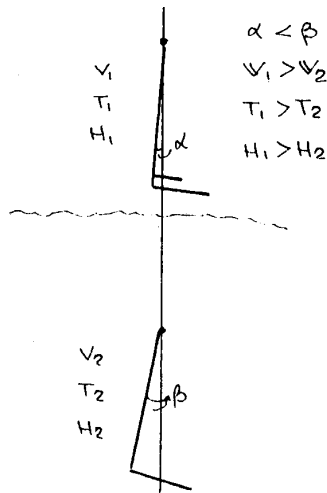
7.6.1.2 Variación de la dirección e intensidad del viento

La intensidad del viento N, tendrá una disminución con respecto a la que tenía en el agua, a la vez que se producirá un desvío hacia la izquierda, tirando al NNE.

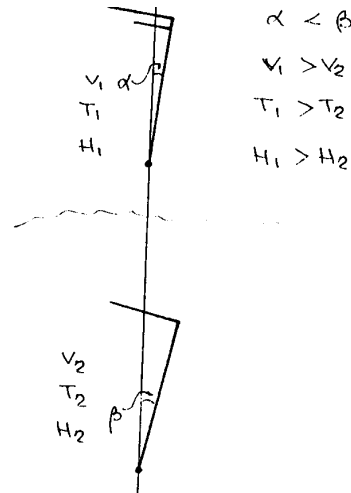
Estos cambios en la dirección e intensidad del viento variarán en función de la propia intensidad del viento y la rugosidad del campo de hielos.

7.6.2 Viento Sur sobre el área del borde del campo de hielo

En esta condición, tenemos aire relativamente seco y frío, dependiendo esta sequedad y temperatura de cuán sur sea el recorrido del aire, que experimentará, al pasar del hielo al agua, los siguientes cambios:



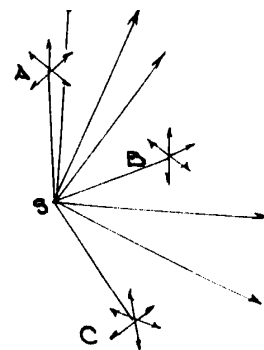
- a) Se incrementará su contenido de humedad por su trayectoria, ahora marítima.
- b) Se calentará desde abajo, el agua estará más caliente que el hielo, se inestabilizará y aparecerán los movimientos verticales, el calor se difunde en la vertical por convección, mediante corrientes ascendentes y descendentes.
- c) Se incrementará su velocidad y su dirección cambiará algunos grados a la derecha.
- d) El aire que se calentó por contacto con el agua, ascenderá, se enfriará, perderá parte de su capacidad para contener vapor, alcanzará la saturación y dará lugar a la formación de Sc, los que pueden llegar a precipitar en forma de chubascos.



7.7 Fenómenos meteorológicos particulares

7.7.1 Blanqueo

El sentido de la vista nos pone en comunicación con el medio exterior, proporcionándonos información sobre color, forma, distancia, etc. de los objetos que nos rodean. El ojo humano recibe esta información por las radiaciones que emiten las fuentes luminosas. Independientemente de las fuentes artificiales, la fuente de luz natural más importante es el sol. No haré una descripción muy detallada de la propagación de la luz, limitándome a decir que cada punto del suelo u objeto que es alcanzado por la onda luminosa, se transforma a su vez en foco emisor (figura a).



De aquí surge además la noción de color: un objeto que absorba todas las longitudes de onda que componen la luz, se verá de color negro, y el color, en general, estará dado por las longitudes de onda que no son absorbidas por el objeto.

Veremos ahora qué ocurre cuando tenemos una capa de nubes que se interpone en el camino de los rayos solares.

7.7.1.1 Efecto de las nubes

- a) Si la capa nubosa no es continua, es decir, no cubre toda la bóveda celeste en el lugar en que estamos operando, no producirá ningún efecto apreciable sobre nuestro sentido de la vista.
- b) Si la capa nubosa es continua pero se encuentra a gran altura, por ejemplo cirrus estratus (Cs), tampoco producirá efecto alguno.
- c) Si la capa es de nubes medias o bajas y como resultado de procesos turbulentos, mecánicos o termodinámicos, las bases presentan irregularidades significativas en su altura. La difusión de la luz que se producirá en dichas bases traerá como resultado la existencia de zonas claras y oscuras en las mismas, fenómeno este que no afectará nuestro sentido de la vista.
- d) Si la capa es de nubes medias o bajas y las bases no presentan grandes cambios de altura (altura de la base uniforme), la difusión secundaria de la luz que se producirá en dichas bases sí será visible, y se observará una gran luminosidad con aspecto blanquecino inmediatamente bajo la nube. Este caso, en combinación con el efecto del suelo (que ahora analizaremos), es el que da lugar a una seria restricción a nuestro sentido de la vista conocido como “blanqueo”.

7.7.1.2 Efecto del suelo

En el último punto habíamos quedado en una capa de nubes que producía una intensa difusión secundaria de la luz en las bases. Veremos ahora qué podemos agregar si tomamos en cuenta el suelo.

a) *Suelo de cualquier tipo: arado, sembrado, arbolado, pedregoso, aguas agitadas, etc.*

La luz, independientemente de la difusión secundaria que se produzca en las bases de las nubes, será absorbida y reflejada en forma tal que no producirá efecto alguno sobre nuestro sentido de la vista. Merece un párrafo aparte el fenómeno conocido como espejismo que se produce en zonas con un determinado gradiente vertical de temperatura, que considero improbable de ocurrir en Antártida y por lo tanto no analizaremos.

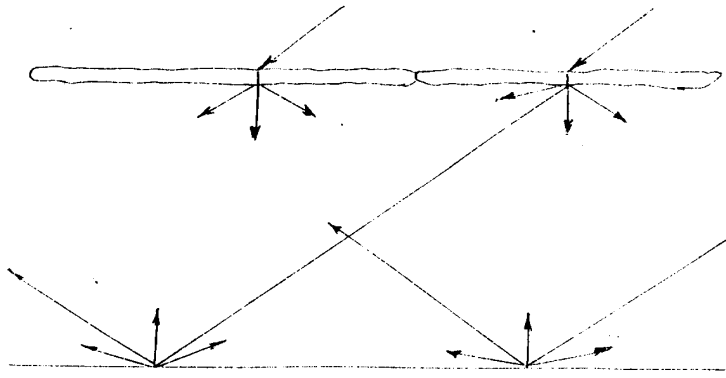
b) *Agua en perfecta calma, sin hielos*

En este caso, si bien no tendremos una radiación difusa muy importante, es de mencionar la gran reflexión que se produce (una suerte de gran espejo), que en las imágenes obtenidas por satélite se denomina “brillo de sol”. En sí, este efecto tiene una mayor importancia para el meteorólogo, ya que le está señalando una zona de aguas calmas y por lo tanto, prácticamente sin viento. Pero para el tema que nos ocupa (restricción de la visibilidad), podemos decir que solo puede producir una disminución en lo que es la percepción visual de la profundidad, haciendo difícil apreciar a ojo la altura con respecto del agua.

c) *Suelo o aguas cubiertas de nieve o hielo*

En este caso, combinado con el efecto de la nubosidad descrito en 7.7.1.1 producirá el blanqueo. El mismo se origina por una gran difusión de la luz en la base de la nube y en el suelo.

Como ya hemos dicho, cada punto sobre el que incide un rayo de luz se transforma en un foco emisor secundario y, por lo tanto, el suelo y los objetos se encuentran iluminados desde, prácticamente, todos los ángulos, lo que impide en forma casi absoluta la visión por exceso de iluminación. Se pierden los contornos, tamaños, sensación de profundidad, distancia, etcétera.



7.7.1.3 Características de las nubes y el suelo

Por lo que hemos visto, para que se produzca blanqueo, necesitamos en el cielo una capa de nubes medias o bajas, y en superficie suelo cubierto de nieve o hielo. Veremos a continuación cómo debe ser la capa de nubes y el suelo.

a) *Capa de nubes*

Debe ser lo suficientemente delgada como para permitir el paso de la luz, y encontrarse a una altura de entre 500/800 metros. Si la capa de nubes no es delgada, en lugar de difundir la luz lo que tendremos realmente es un efecto de oscuridad. Esto se debe a que parte de la radiación solar incidente, será reflejada en el tope y otra parte será absorbida por la nube, y pasará a formar parte del mecanismo termodinámico del interior de la nube, que si bien es muy interesante, no hace a esta discusión.

b) *Suelo*

En general, en las mejores condiciones, para que se produzca blanqueo se encontrarán suelos cubiertos de nieve o hielo y muy poco relieve.

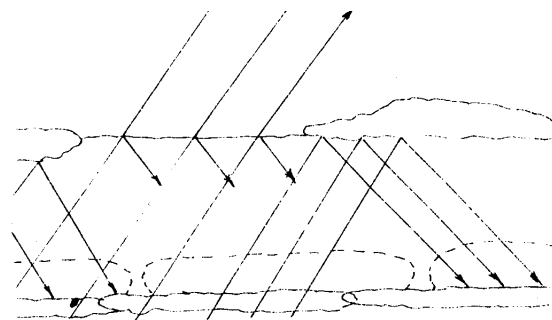
7.7.1.4 Resumen

Durante la temporada estival, en que normalmente desarrolla sus actividades la Armada Argentina, las condiciones de blanqueo se producen casi exclusivamente en el área de la base Belgrano II. Esta base se encuentra ubicada en el nunatak Bertrab, afloración perteneciente a la isla Berkner, en la barrera de hielo Filchner-Ronne, y las condiciones del suelo, aptas para el blanqueo,

están siempre presentes. Lo que se produce en forma bastante aleatoria son las condiciones de nubosidad. En general, las condiciones de blanqueo, en este lugar, se producirán en condiciones de tiempo muy bueno, soleado, sobre el buque en el mar, con vientos del SE y una intensidad de 10/15 nudos.

7.7.2 Cielo de agua

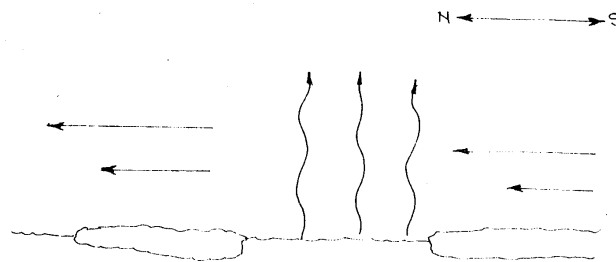
Otro efecto relacionado con la luz es el denominado “cielo de agua”, y su contrario “resplandor de hielo”. Se trata, en este caso, de un proceso que se produce en los espacios de aguas libres que existen en el interior y al norte del campo de hielo. El proceso en sí, consiste en la reflexión diferencial de la luz que se produce sobre el hielo y agua. La reflexión será mucho más intensa en el hielo que sobre el agua en la que predominará la refracción. Si en el lugar hay además una capa de nubes bajas, se produce una mayor iluminación de la base de las nubes en los sectores en que hay hielo que en aquellos en que hay agua. Este fenómeno ha sido utilizado, y se lo sigue empleando en la actualidad, por los marinos para determinar los cursos más favorables para navegar en aguas con hielo.



7.7.3 Humo de mar

Si bien todo lo que ocurre en la atmósfera está relacionado con la absorción de la radiación solar, en este caso el fenómeno se produce como resultado de un proceso termodinámico, y por lo tanto analizaremos la absorción diferencial de radiación en forma muy superficial. El fenómeno en sí, se produce en los espacios de agua existentes en el interior del campo de hielo. En este caso, con vientos del sur, la masa de aire proveniente de la calota polar en su recorrido transita por el hielo, donde el poco vapor que pueda contener, sublima sobre el mismo y pierde por su recorrido gran parte del contenido de humedad. Lo que nos queda es una masa de aire fría y seca. Si en su camino encuentra un espacio de aguas libres, por su bajo contenido de humedad se produce la evaporación instantánea del agua de mar. El vapor así producido en condiciones de vientos leves, asciende en forma prácticamente vertical, razón ésta por la que se lo denomina “humo de mar”.

Como dijimos al comienzo, la masa de aire necesariamente debe tener un contenido de humedad muy bajo y, por esta causa, en general, el humo de mar no da lugar a la formación de nieblas ni nubes bajas, sino que es un proceso en el cual la evaporación se produce en forma continua en la superficie del agua, y en altura se produce la disipación (difusión del vapor dentro de la masa de aire). La fuente de calor en el transcurso de este proceso es la propia masa de agua. Mientras se desarrolla el mismo, el agua experimenta una fuerte pérdida de calor que, en algunos casos, puede dar lugar a la formación de una delgada capa superficial de hielo. Cuando esto ocurre, la capa de hielo que se forma, si bien carece de importancia desde el punto de vista glaciológico, impide que continúe la evaporación y finaliza el proceso. En días de poco viento y buena visibilidad, el humo de mar puede constituir otro indicio para determinar la ubicación de espacios de agua dentro del campo de hielo.



Capítulo 8

HIELO MARINO

Ernesto Emilio Faccini

TEMARIO

8.1 Formación de hielo

- 8.1.1 Formación de hielo en agua pura
- 8.1.2 Núcleos de cristalización
- 8.1.3 El agua de mar
- 8.1.4 Formación de hielo en aguas calmas
- 8.1.5 Formación de hielo en aguas agitadas

8.2 Crecimiento del hielo

- 8.2.1 Teoría
- 8.2.2 Factores en la formación de hielo
- 8.2.3 Espesores medios de hielo marino
- 8.2.4 Espesores del hielo marino

8.3 Cinemática de los hielos

8.4 Dinámica de la deriva del hielo

- 8.4.1 Viento
- 8.4.2 Resistencia
- 8.4.3 Relación entre la parte sumergida y la que emerge

8.5 Conclusiones

- 8.5.1 Situación real
- 8.5.2 Campo de hielo cerrado
- 8.5.3 Campo de hielo con aberturas

8.6 Resultados de algunos trabajos de investigación

- 8.6.1 Nansen
- 8.6.2 Zubov
- 8.6.3 Gordienko
- 8.6.4 Brennecke
- 8.6.5 Skiles
- 8.6.6 Regla práctica, resumen de los anteriores

8.7 Redistribución del hielo de mar a causa del viento

8.8 Movimiento de los campos de hielo en el mar de Weddell

- 8.8.1 Movimiento del hielo paralelo a la costa
-

8.1. Formación de hielo

El agua de mar está compuesta por agua pura y una cantidad de sales disueltas. El contenido de sales, disueltas en el agua, afecta directamente parámetros tales como: tensión de vapor, temperatura de congelamiento, densidad, etc. Por esta causa y en aras de una mayor claridad, comenzaremos estudiando la formación de hielo en agua pura.

8.1.1 Formación de hielo en agua pura

Tomaremos como condición inicial una masa de agua pura en estado líquido sin sal alguna disuelta en ella, que se encuentra a una temperatura mayor que 4°C y en cuyo seno no hay corrientes de agua ni mareas ni otra perturbación dinámica sino que está calma. Si comenzamos un proceso de enfriamiento, consistente en enfriar el aire en contacto con el agua, a medida que disminuye la temperatura del aire se enfría el agua en contacto con el aire, generándose así un enfriamiento desde arriba hacia abajo (figura 1 a, b). Cuando la temperatura de la capa superficial alcance los 4°C , habremos alcanzado también la máxima densidad del agua, (figura 1 c, d). Por condiciones de estabilidad, esta capa más densa se sumergirá y será reemplazada por agua menos densa de un nivel inferior estableciéndose en ese momento una circulación vertical que finalizará cuando toda la capa de agua alcance la temperatura de 4°C (figura 1 e, f). Si el proceso de enfriamiento atmosférico continúa, la capa superficial de agua alcanzará la temperatura de 0°C y comenzará la congelación,

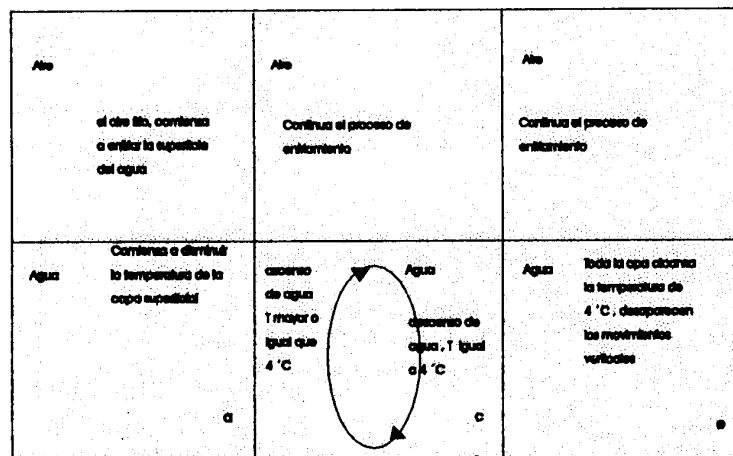
(figura 1 g, h) hasta cubrir toda la superficie.

Veamos ahora qué ocurre cuando toda la superficie está cubierta por una fina capa de hielo y el enfriamiento del aire continúa. El agua que se encuentra en contacto con el hielo también alcanza la temperatura de 0°C y congela, pero si recordamos un poco lo que estudiamos en física, al pasar del estado líquido al sólido se libera calor a razón de 80 calorías por gramo. Este calor es liberado al aire, la fuente fría, a través de la capa de hielo que cubre el agua (figura 1 i, j) y, si tenemos en cuenta ahora la pequeña capacidad del hielo para conducir calor, vemos que independientemente de la temperatura exterior, el proceso de enfriamiento se hará más lento a medida que se incrementa el espesor del hielo.

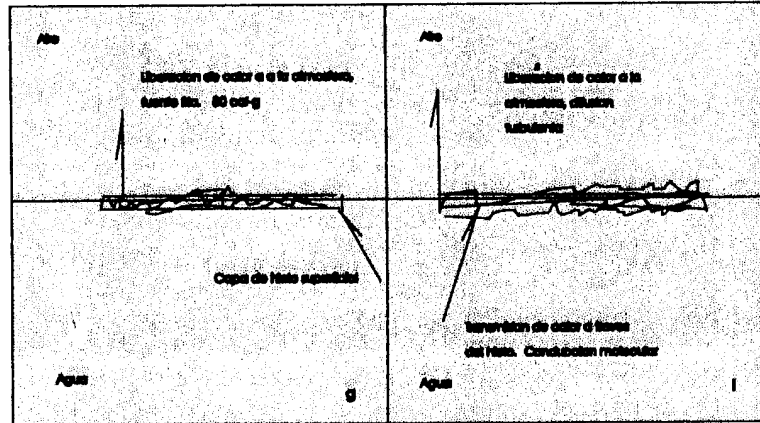
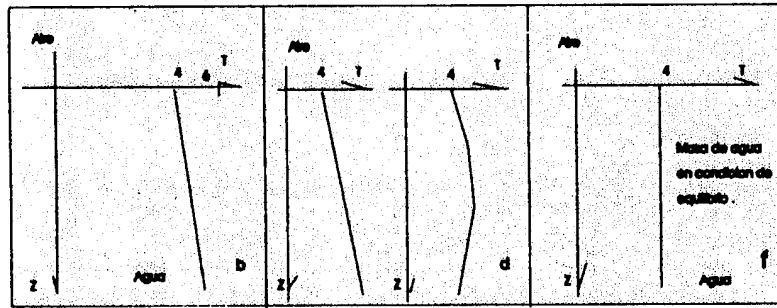
Lo analizado hasta aquí nos permite sacar algunas conclusiones:

- (i) Una vez cubierta toda la superficie del agua con una capa de hielo, el crecimiento de la misma, o incremento del espesor del hielo, se produce desde abajo.
- (ii) A medida que se incrementa el espesor del hielo disminuye la velocidad de crecimiento.
- (iii) Los movimientos verticales cesan cuando toda la capa alcanza la temperatura de máxima densidad (en rigor, a escala molecular, nunca cesan pero no son importantes a los efectos de esta explicación).

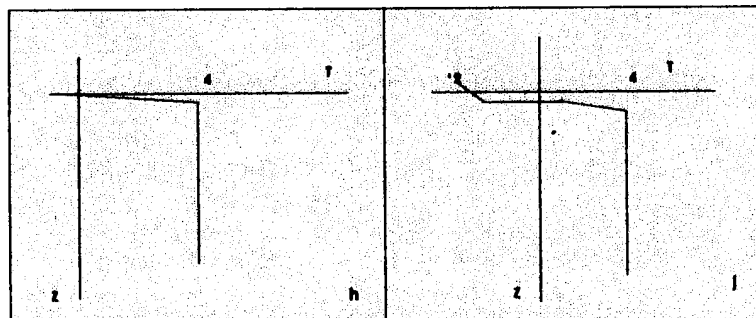
figura 1



Variación de la temperatura del agua



Variación de la temperatura del agua



8.1.2 Núcleos de cristalización

Hemos analizado cómo una masa de agua sujeta a enfriamiento alcanza la temperatura de máxima densidad, se establece una circulación vertical, congela y crece el espesor del hielo, pero experiencias realizadas en laboratorio han permitido demostrar que no sólo por enfriar el agua se alcanza la congelación. En estas experiencias se han obtenido, en agua químicamente pura y en perfecto reposo, temperaturas de hasta -32°C , conservando el agua el estado líquido. En otra experiencia se enfrió una masa de agua hasta -0.1°C , se introdujo luego un grano de hielo en el interior

del recipiente, observándose que a partir de ese momento se produjo un congelamiento muy rápido del agua, obteniéndose de 2 a 3 Kg. de hielo en 30 segundos.

De lo anterior se desprende que si bien el mecanismo físico explicado es correcto, no por el simple hecho de enfriar el agua se consigue que comience la formación de hielo, es necesaria además la presencia de núcleos de cristalización. Cuando se tienen estos núcleos o se están formando es que comienza realmente la congelación del agua.

El proceso de generación de estos núcleos de cristalización es aún desconocido. Se piensa que

la cristalización ocurre alrededor de pequeñas partículas, orgánicas e inorgánicas, presentes en el agua de mar en su estado natural. Estos núcleos pueden ser arrastrados por el aire y consistir primordialmente de pequeñas partículas de cuarzo. El hielo y la nieve también pueden desempeñar este papel de dos formas:

- Como núcleos de cristalización alrededor de los cuales se desarrolla el crecimiento del hielo
- Como gérmenes aceleradores del crecimiento de los núcleos y su conversión en partículas elementales de hielo.

8.1.3 El agua de mar

Hemos visto cómo se forma e incrementa el espesor del hielo en agua pura y calma. Este proceso en general no se observa en la naturaleza. Lo que tenemos en realidad es una solución, soluto más solvente, que afecta las propiedades físicas del agua de mar tales como: tensión de vapor, temperatura de congelación, densidad, etc.

Con respecto al movimiento, aguas estrictamente calmas no existen, pero con algunas restricciones podemos suponer una condición de aguas calmas y otra de aguas agitadas.

Analizaremos en primer lugar el agua de mar como una solución (realmente a los efectos de este manual, no nos interesa la composición exacta de la misma y la citaremos sólo como dato ilustrativo).

Iones presentes en una muestra de agua de mar que contenga un 34,4 % de sales:

Na	30,4	Cl-	55,2 %
Mg ⁺⁺	3,7%	SO ₄ ⁻⁻	7,7 %
Ca ⁺⁺	1,16%	Br ⁻⁻	0,15%
K ⁺	1,1%	Str ⁺	0,04%

El resto está compuesto por iones carbonato y bicarbonato, debidos a la reacción del CO₂ (anhídrido carbónico) con el agua y el CaCO₃ (carbonato de calcio) del sedimento marino.

Este proceso es muy importante pues el océano de esta forma regula la cantidad de CO₂ en la atmósfera. En el agua de mar, tal como se indica en la figura 2, la temperatura de congelación y la densidad máxima varían en función de la salinidad.

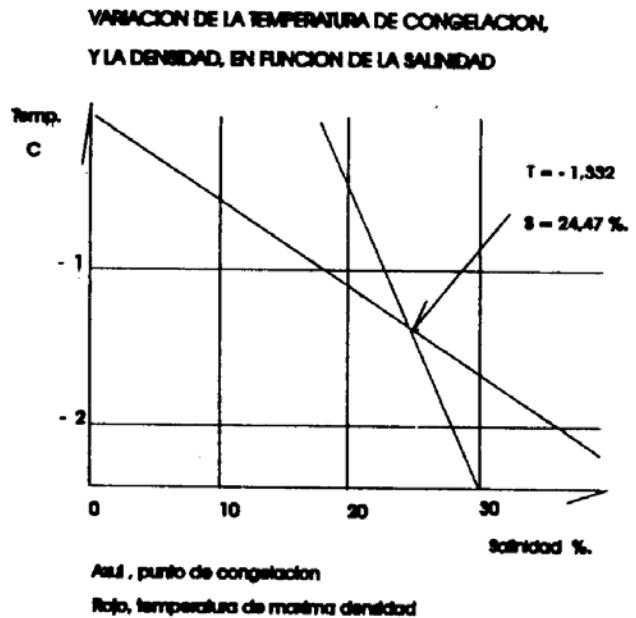


Figura 2.

Observando la figura vemos que si la salinidad es menor que 24,47 % al enfriarse (para una dada salinidad, moviéndose desde arriba del gráfico hacia abajo), la masa de agua alcanzará primero la temperatura de máxima densidad y el proceso de congelamiento se desarrollará en una forma similar que para el caso de agua pura. Si por el contrario, la salinidad es mayor que 24,47 % se alcanzará primero la temperatura de congelación, con lo que comenzará la formación de hielo en la capa superficial. El hielo tiene una densidad menor que la del agua de mar y por lo tanto no se modificarán las condiciones de estabilidad de la masa. De continuar el enfriamiento, se congelará más agua en la parte inferior de la capa de hielo y al cabo del tiempo tendríamos como resultado la congelación de todo el volumen de agua.

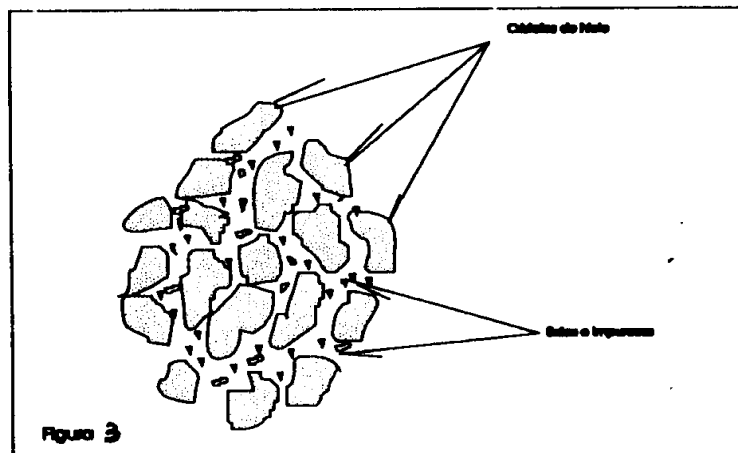
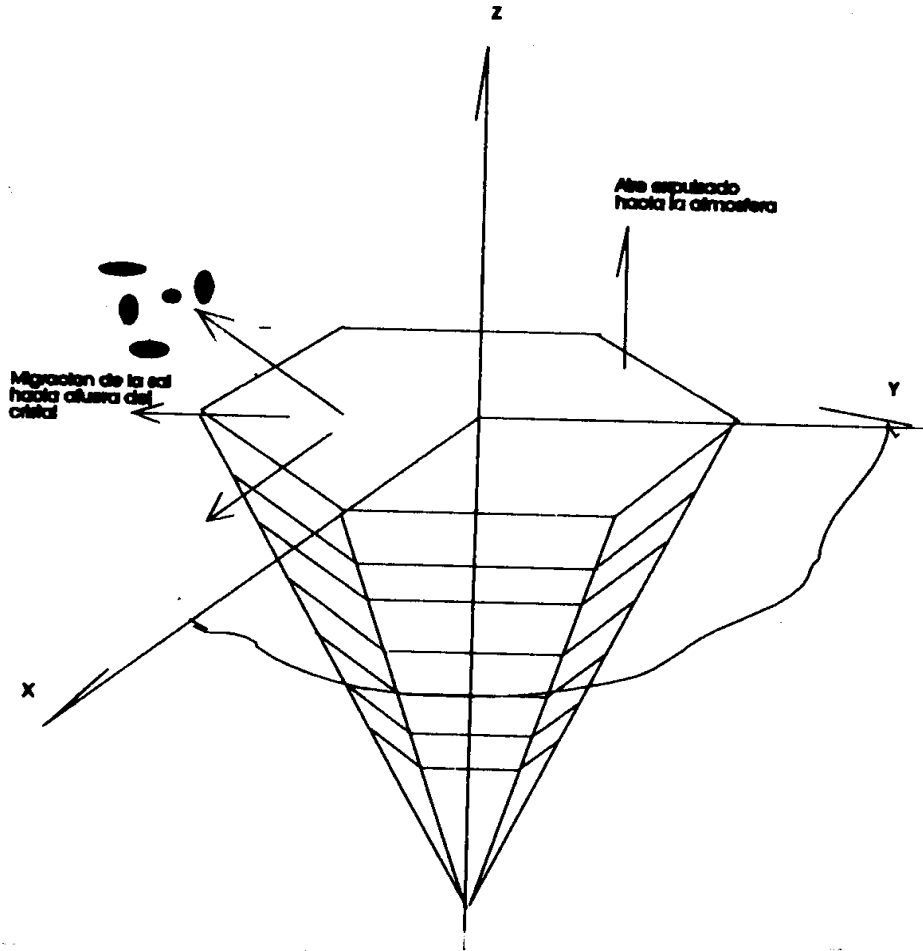
Independientemente de la salinidad, en los dos casos analizados, al congelarse el agua, se producirá una migración de la sal inicialmente hacia la periferia del cristal de hielo y posteriormente hacia abajo por su mayor densidad. Esta migración de la sal en el agua, que aún se encuentra en estado líquido, produce un incremento en la densidad de la misma, siendo estas variaciones de salinidad

y densidad las responsables de que se establezcan pequeñas circulaciones verticales para restablecer la estabilidad de la masa de agua.

8.1.4 Formación del hielo en aguas calmas

En este caso el hielo que se forma sobre la su-

perficie tiene una estructura denominada "aguja de hielo", las mismas consisten de cristales planos cuya sección disminuye hacia abajo. Si el enfriamiento continúa la capa de hielo progresivamente irá incrementando su espesor. Como los cristales de hielo están formados exclusivamente por moléculas de agua, la sal y las impurezas se acumu-



lan entre los mismos (figura 3).

Este tipo de estructura permite que en la primavera, cuando la radiación solar se hace más intensa, la sal y las impurezas absorban mayor cantidad de radiación que el cristal de hielo propiamente dicho, comenzando el derretimiento por los bordes de los cristales. A medida que el proceso avanza el hielo adquiere una apariencia de pinal (figura 4). Este tipo de hielo se forma primordialmente en aguas tranquilas y protegidas. Tiene apariencia vítrea, ya que no contiene burbujas de aire, y gran dureza. Para que adquiera un espesor considerable es necesario que durante el invierno las temperaturas sean extremadamente bajas.

8.1.5 Formación de hielo en aguas agitadas

Si el agua está en movimiento es necesario un enfriamiento adicional para permitir la formación de los primeros núcleos de congelación que se formarán indistintamente en la superficie o en el seno del líquido. La formación del hielo comenzará posteriormente alrededor de estos núcleos. La liberación de calor que se produce a causa del pasaje de estado líquido - sólido, da lugar a la formación de movimientos turbulentos que son los responsables de transportar este calor hacia la atmósfera. Estos movimientos turbulentos son los que garantizan la continuidad del proceso. En esta primer etapa, los cristales de hielo son muy pequeños y por lo tanto, la flotabilidad de los mismos también es pobre, y no alcanza para vencer la fricción contra el agua y ascender. Por esta razón permanecen en el nivel en que se formaron y son llevados de un lugar a otro por el movimiento propio del agua. Durante la formación de hielo a una determinada profundidad, el agua contiene millares de partículas (microcristales de hielo) en su interior. Estas partículas, que son apenas visibles, pueden observarse en oportunidades, con un determinado ángulo de sol y aparecen como puntos brillantes dentro de la masa líquida. Tienen la forma de discos planos con un diámetro comprendido entre 4/8 mm y un espesor de alrededor de 0,1 mm, y se las denomina discos de Altberg.

Con respecto a la continuidad del proceso de formación de hielo, podemos decir que una condición necesaria y fundamental para que prosiga el congelamiento es una pérdida muy grande de calor por parte del agua, que será absorbido por la

atmósfera. Este flujo de calor, desde el océano hacia la atmósfera, se ve dificultado cuando toda la superficie del agua está cubierta por una capa de hielo, ya que la misma impedirá que el transporte turbulento, que acarrea el calor en el agua, se produzca en el interior del hielo, donde, por su naturaleza sólida, el calor se transmite hacia la atmósfera por conducción molecular.

En general podemos decir que la formación de este tipo de hielo se verá favorecida por un fuerte movimiento de las aguas, temperaturas del aire muy bajas y vientos fuertes en superficie.

8.2 Crecimiento del hielo

Los observadores están familiarizados con la velocidad, el corto período de tiempo, que tardan en aparecer las primeras formas de hielo, cuando la temperatura de la capa superficial de agua alcanza el punto de congelación. Sólo se requieren pocas horas en esta condición, para que toda la superficie quede cubierta por pasta o grumo, el cual en un plazo de tiempo similar se transforma en Nilas o Panqueque.

8.2.1 Teoría

El problema del comienzo de la formación del hielo y su variación de espesor puede ser tratado en forma teórica. Para hacer un tratamiento de este tipo debemos tener en cuenta una serie de variables tal como se indica :

$$i = f(k, l, d, Va, V, e, Th, Tw, Ta)$$

donde

- i = espesor del hielo
- f = indica que el espesor del hielo es función de todas las variables encerradas entre paréntesis
- k = conductividad de calor del hielo
- t = calor de cristalización
- d = densidad del hielo
- V_w = corrientes marinas
- V = viento en superficie
- Q = temperatura del hielo
- T_w = temperatura de agua
- T_a = temperatura del aire

De la mayoría de estas variables es necesario conocer sus valores y los gradientes verticales, esto es, la variación del valor de cada una de ellas con la profundidad .

Estas son sólo algunas de las variables que podemos tomar, pero nos han quedado por mencionar otras tales como radiación solar, salinidad, etc. En esto, además de la complicación físico matemática para elaborar un modelo que permita evaluar el crecimiento del hielo, existe un problema aún más grave que es el de disponer de los valores de estas variables sobre grandes extensiones oceánicas. Este problema no tiene por ahora solución.

8.2.2 Factores en la formación de hielo

Estimaciones teóricas referidas al tiempo necesario para que comience la formación de hielo, a partir de aguas libres, dan como resultado que los factores que deben tenerse en cuenta son:

8.2.2.1 Profundidad

En general la formación de hielos comenzará primero en las zonas de poca profundidad, bajo fondos o áreas costeras.

8.2.2.2 Temperatura

Cuanto menor sea la temperatura del agua más rápido comenzará la formación de hielos, cuando se presenten las condiciones meteorológicas favorables. Para un mismo descenso de la temperatura del aire, el hielo se formará primero en las zonas en que la temperatura del agua es menor.

8.2.2.3 Gradiente

La existencia de un gradiente vertical de salinidad muy marcado favorece la aparición temprana de las primeras formas de hielo. Esta condición se da principalmente en la desembocadura de los ríos y en la proximidad del campo de hielo.

8.2.2.4 Hielos

La existencia de hielo viejo, aún en concentraciones pequeñas, y la presencia del borde

del campo de hielo contribuye a disminuir la temperatura de la capa superficial de agua.

Las zonas de aguas libres entre medio del hielo y en proximidad del campo serán las primeras afectadas por la formación de hielo.

8.2.2.5 Temperatura

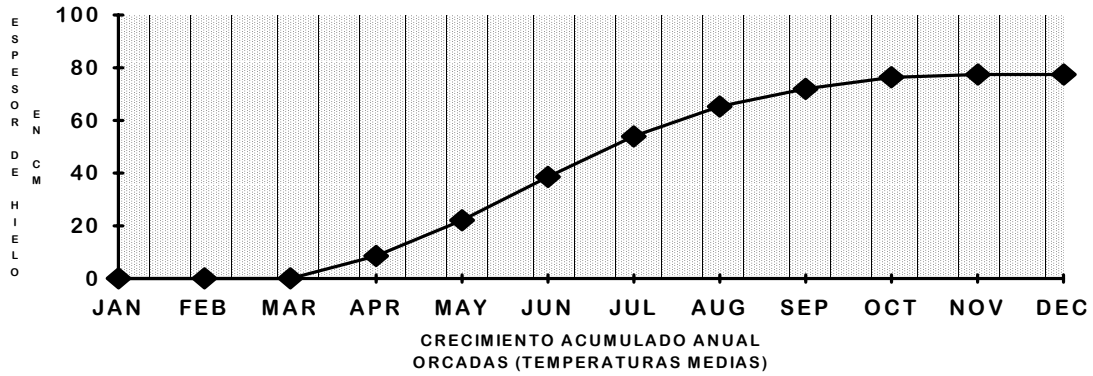
Es factor fundamental para iniciar la formación de hielo; la diferencia entre la temperatura del agua y aire debe ser la mayor posible, mientras que esta última debe tener el menor valor posible.

8.2.3 Espesores medios de hielo marino

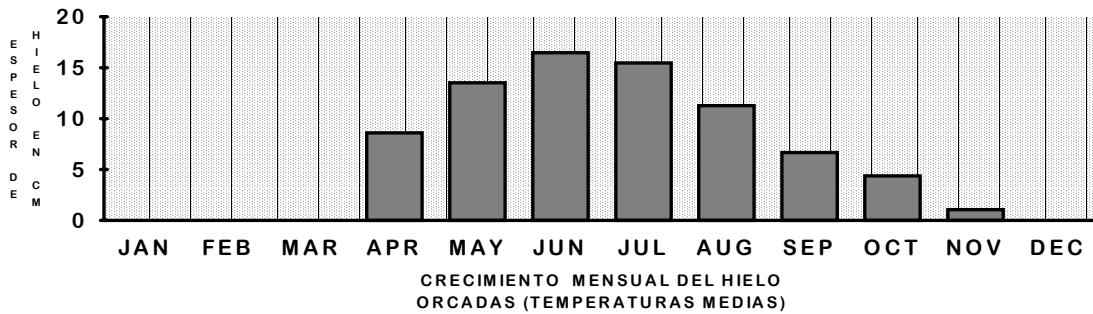
Consecuentemente con esto, varios investigadores se han dedicado a determinar relaciones que vinculen el espesor del hielo con algún parámetro meteorológico del que se tenga mayor cantidad de observaciones y pueda ser extrapolado en el espacio. Por ejemplo los trabajos de Weyprecht, Stefan, Baker, Bydin, Zubov y otros. En particular, para esta publicación, utilizaremos la relación desarrollada por el oceanógrafo ruso N.N. Zubov, quien utilizó los valores de espesor del hielo y temperatura del aire, medidos en Uyedineniye Island y Cape Schmidt, durante los períodos 1935/36 y 1936/37 respectivamente. Utilizando esta relación y las estadísticas de temperatura del aire, de una serie de estaciones antárticas, hemos calculado los espesores de hielo que son dable esperar en el área oceánica existente en su proximidad. En las figuras que se exponen a continuación, se han dibujado las curvas correspondientes a los espesores de hielo máximo medio, medio y mínimo medio. En la utilización e interpretación de las mismas debe tenerse en cuenta que los espesores se refieren a hielo formado en el lugar, no al que pueda haber derivado desde otra zona.

8.2.4 Espesores de hielo marino

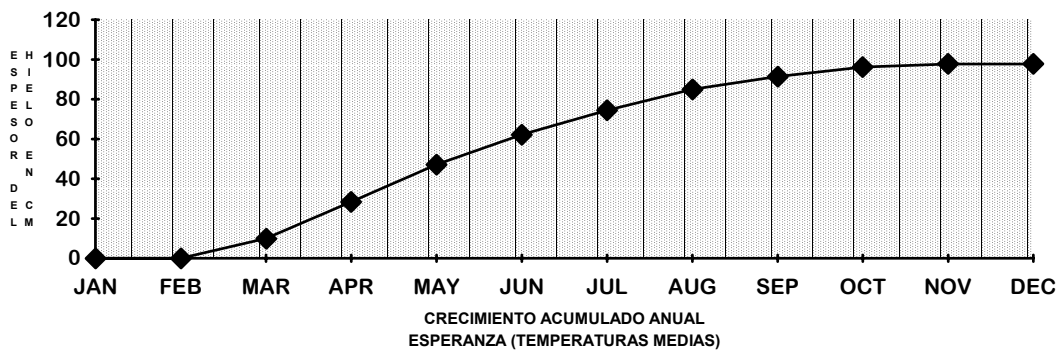
**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



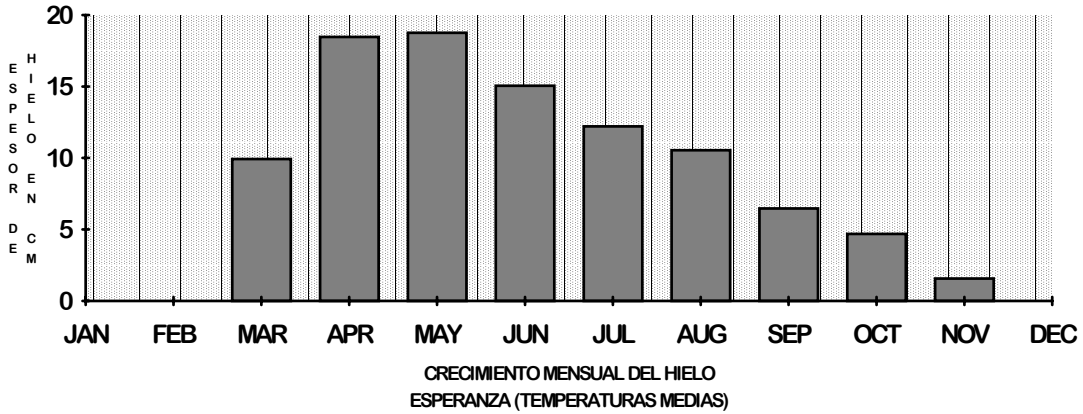
**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



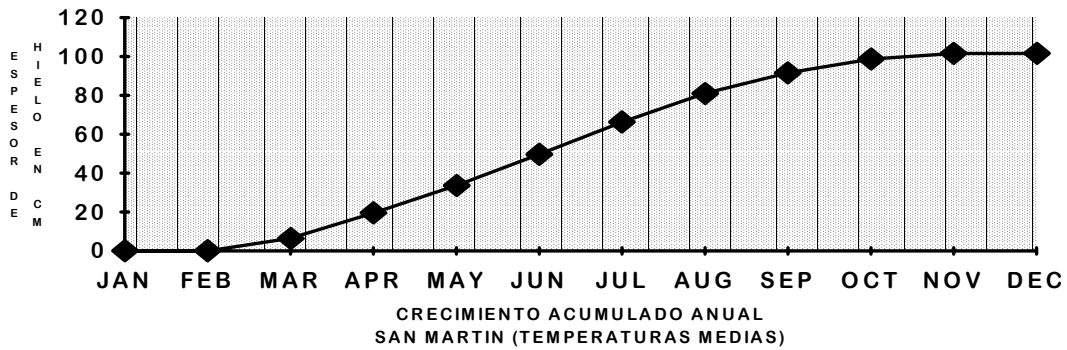
**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



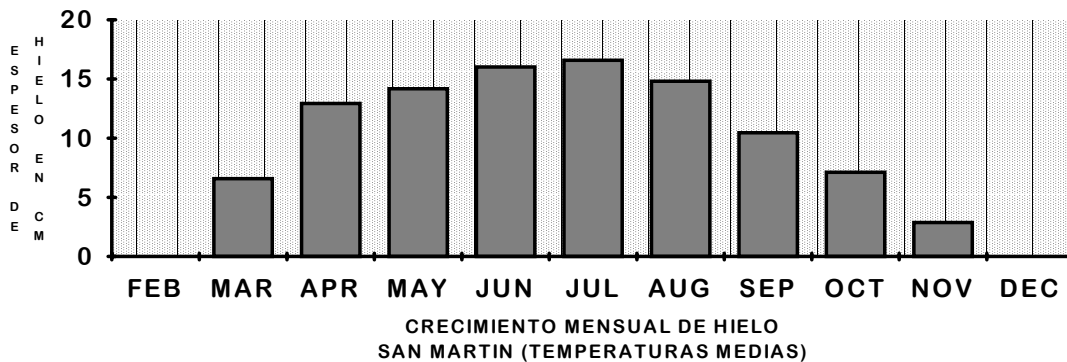
**ESPESOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



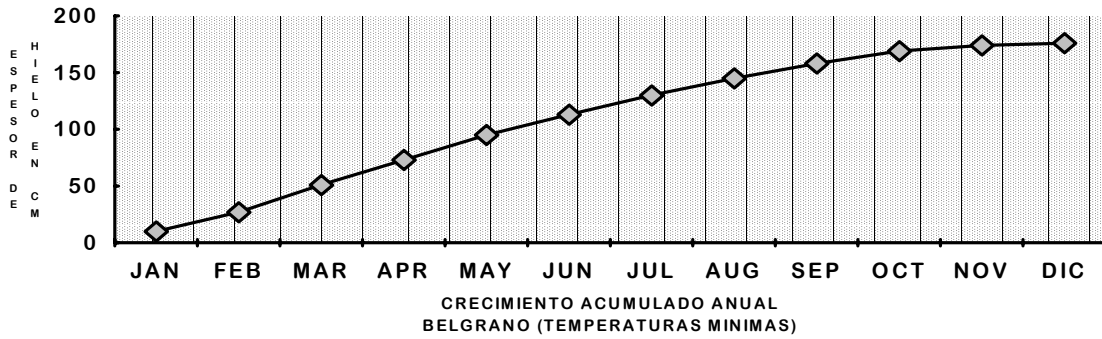
**ESPESOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



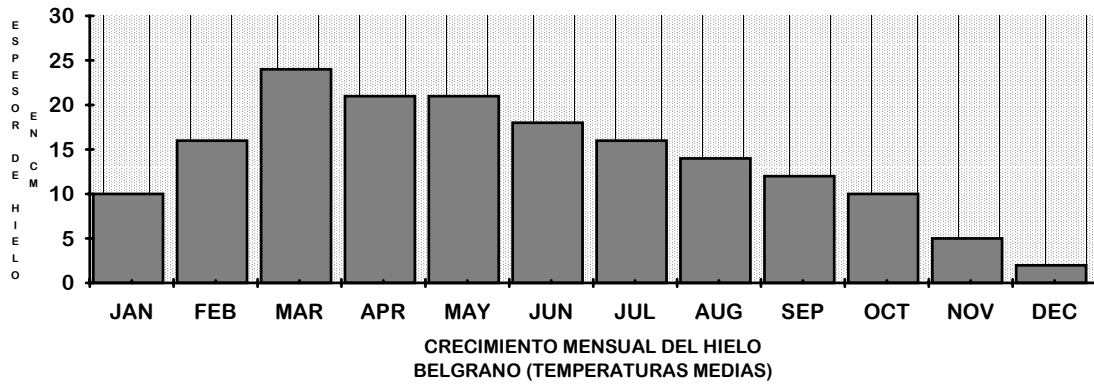
**ESPESOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



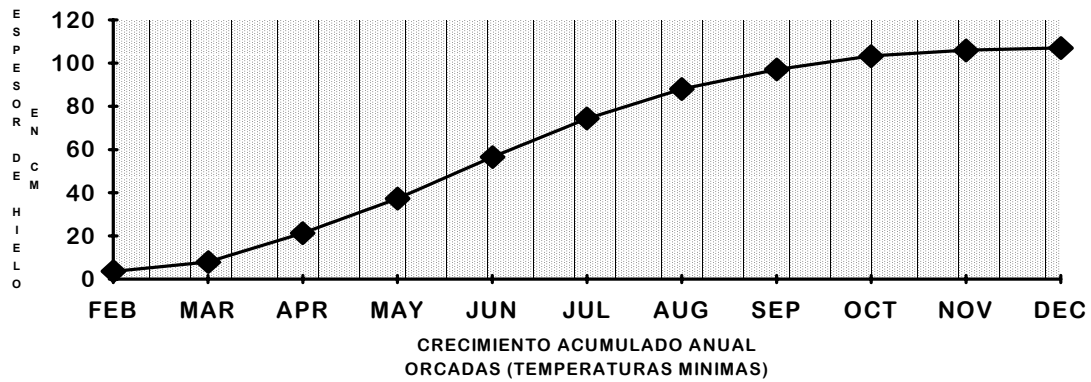
**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



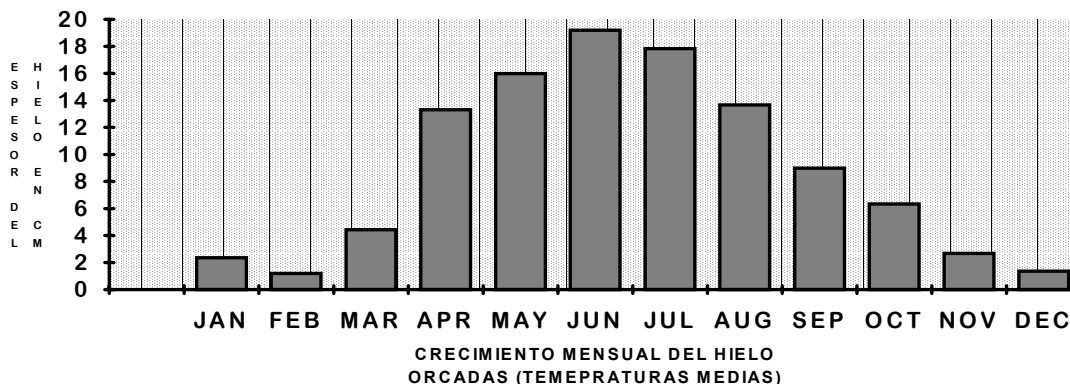
**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



**ESPELOR DE HIELO DE MAR
CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)**



ESPESOR DE HIELO DE MAR CALCULADO SOBRE LA BASE DEL FDD (ZUBOV)



8.3 Cinemática de los hielos

La deriva de los hielos por causa del viento es un proceso en donde intervienen muchos factores. Para ilustrar su complejidad, a continuación se presenta un análisis simplificado de una pieza de hielo que suponemos flotando, cilíndrica y aislada, y expuesta sólo a la acción del viento. En este análisis no tomaremos en cuenta las corrientes marinas.

El ángulo de deriva a está dado por la fórmula

$$\text{tang } a = K/r \quad (1)$$

K es la expresión de fuerza de Coriolis y está dado por

$$K = m \cdot 2 \cdot W \cdot c \cdot \text{sen } F$$

En esta última fórmula m es la masa de esa pieza de hielo que puede a su vez expresarse por:

$$m = di \cdot p \cdot r^2 \cdot h$$

De modo que k puede escribirse como:

$$K = 2 \cdot di \cdot p \cdot r^2 \cdot h \cdot W \cdot c \cdot \text{sen } F \quad (2)$$

En esta última fórmula W es la velocidad angular de rotación de la tierra, F es la latitud, c es la velocidad de deriva, m es la masa de la pieza de hielo, di su densidad, r es el radio de la pieza cilíndrica y h su altura.

Por otra parte

$$R = k \cdot p \cdot r^2 \cdot c^2 \quad (3)$$

Siendo $p \cdot r^2$ la superficie de la pieza cilíndrica de hielo en la interfaz aire - agua, k factor de proporcionalidad y c velocidad de deriva.

Substituyendo las ecuaciones (2) y (3) en (1) obtenemos:

$$\text{tang } a = (di \cdot h \cdot 2 \cdot W \cdot \text{sen } F) / k \cdot c$$

Denominando $2 \cdot di \cdot h \cdot W = A$, entonces

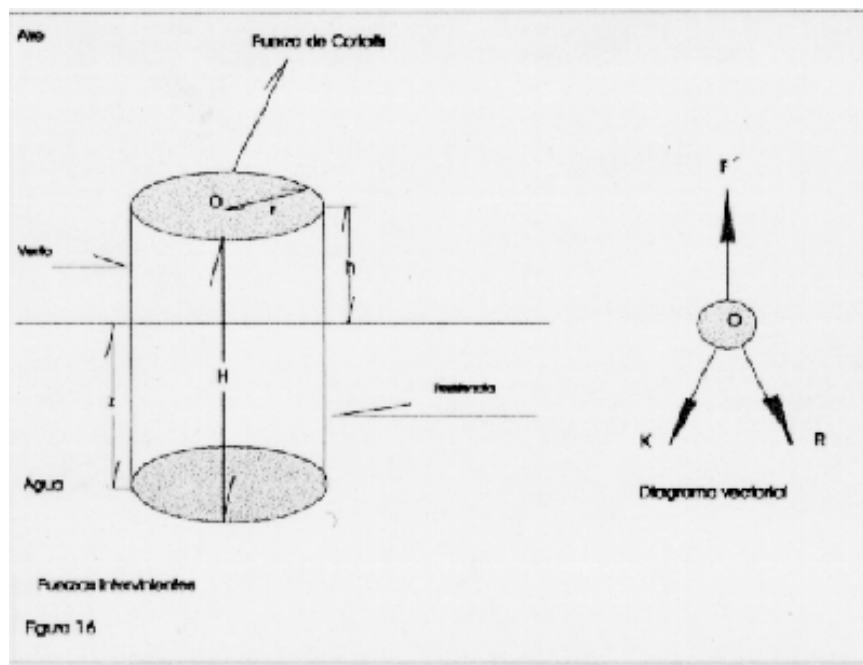
$$\text{tang } a = (A \cdot \text{sen } F) / c \quad (4)$$

En conclusión de esta última ecuación podemos deducir:

(i) El ángulo de deriva del hielo con respecto del viento es proporcional al seno de la latitud y alcanza su valor máximo en los Polos. En el fondo del mar de Weddell es donde más se aparta la deriva del hielo del viento.

(ii) El ángulo de deriva es proporcional a la dimensión vertical del hielo, es decir de su obra muerta.

(iii) El ángulo de deriva es inversamente proporcional a la velocidad de deriva del hielo. A mayor velocidad de deriva mayor ángulo de desviación.



8.4 Dinámica de la deriva del hielo

Comentaremos ahora con un poco más de detalle las fuerzas intervinientes en el movimiento del hielo.

8.4.1 Viento

La presión que ejerce el viento sobre el hielo es proporcional al cuadrado de la velocidad. Pero la presión es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la superficie ($P = F/S$), la superficie de que se trata es la superficie de la parte del témpano que emerge sobre el nivel del mar. Esta superficie se incrementa con la rugosidad del hielo.

En conclusión, cuanto mayor y más rugosa sea la superficie que emerge mayor será la velocidad de deriva para una misma intensidad de viento.

8.4.2 Resistencia

La resistencia también es proporcional al cuadrado de la velocidad del témpano con respecto al agua y por lo tanto valen las mismas apreciaciones que en el caso anterior.

En conclusión cuanto mayor y más rugosa sea la parte sumergida, menor será la velocidad de deriva para una misma intensidad del viento.

Del análisis de las dos primeras fuerzas surge a priori que una se opone a la otra en función del

tipo y tamaño de las superficies sobre el agua y debajo de ella. Veremos ahora qué análisis adicional podemos hacer para aclarar un poco más el tema.

8.4.3 Relación entre la parte sumergida y la que emerge

La relación entre la parte que emerge y la que está sumergida no es arbitraria y está en relación directa con la densidad del agua y del hielo (principio de Arquímedes).

La tabla 1 muestra la relación entre ellas en función de la densidad del agua y del hielo.

TABLA 1

dh/da	1.0	1.01	1.02	1.03
0.8	4.0	3.8	3.6	3.5
0.85	5.7	5.3	5.0	4.7
0.90	9.0	8.2	7.5	7.0

dh : densidad del hielo

da : densidad del agua

Ejemplo 1: si $dh = 0,80$ y $da = 1.03$ tenemos que $z/h = 3.5$ o lo que es lo mismo $z = 3.5 * h$.

Ejemplo 2: si $dh = 0.95$ y $da = 1.0$ tenemos que $z/h = 19$ o lo que es lo mismo $z = 19 h$.

Como conclusión podemos extraer que cuanto menor es la densidad del hielo y mayor la del agua, menor va a ser su parte sumergida, mayor la

que emerge y mayor va a ser la velocidad de deriva producida por el viento y viceversa.

8.4.3.1 En función de la densidad del agua de mar

La salinidad del océano en función del tiempo varía, siendo mayor en invierno (cabe observar que sólo se congela el agua mientras las sales migran hacia afuera de los cristales), que en verano, época en la que al derretirse el hielo y aumentar el agua disminuye la salinidad del agua.

8.4.3.2 En función de la densidad del hielo

La densidad del hielo varía con la salinidad, la temperatura y la porosidad según breve descripción siguiente:

8.4.3.2.1 Temperatura y salinidad

La variación debida a la salinidad y temperatura es pequeña y compleja, no la tendremos en cuenta a los fines de esta explicación, ya que la variación máxima es de aproximadamente el 3,5 %. Este valor surge de evaluar la variación de densidad correspondiente a una variación de temperatura desde -2° a -23° C y del contenido de sal desde 2 hasta 15 %.

8.4.3.2.2 Porosidad

Se denomina porosidad a las cavidades existentes en el hielo correspondientes a las burbujas de aire que existen en su interior. Son cavidades en el hielo muchas de las cuales se conectan entre sí formando una verdadera red de canales interiores. En verano, en la parte del hielo en contacto con el agua estas cavidades se llenan de agua de mar. Por lo que se incrementa la densidad de la parte del hielo que se encuentra sumergida. Entonces disminuye la flotabilidad, se incrementa la parte sumergida y disminuye la velocidad de deriva a causa del viento.

En resumen, tenemos una fuerza y una resistencia, y las variaciones de la densidad del agua y del hielo las afectan de forma tal que la velocidad de deriva producida por el viento, manteniendo constantes las demás

condiciones, es mayor en invierno que en verano.

8.5 Conclusiones

Hasta aquí hemos analizado el movimiento del hielo considerando una pieza aislada. Esto simplifica mucho el razonamiento pero no tiene en cuenta lo siguiente :

8.5.1 Situación real

Lo importantes es que si hubiese sólo una pieza de hielo no tendría sentido estudiar su deriva y quizás tampoco el hielo. Lo real es que tenemos muchas piezas de hielo y cada una de ellas se moverá en función de sus dimensiones, forma y rugosidad y adquirirá su propia velocidad de deriva, su cantidad de movimiento e inercia.

8.5.2 Campo de hielo cerrado

En el caso de tratarse de un campo continuo de concentración igual a diez décimos, el mismo también estará constituido por piezas de hielo de distinta forma, dimensión, etc.

Estas características diferentes harán que el viento le imprima a cada pieza que compone el campo una velocidad distinta y por lo tanto se producirán tensiones dentro del mismo campo. Estas tensiones pueden llegar a producir aberturas o cordones.

8.5.3 Campo de hielo con aberturas

Si en cambio se trata de un campo de hielo no continuo, concentración menor que diez décimos, y por lo tanto existen zonas de aguas libres, las distintas piezas que lo componen adquirirán su propia velocidad, de acuerdo a lo indicado en el punto anterior. Estas distintas velocidades permitirán que en su desplazamiento se produzcan choques entre ellas. Estos choques redondearán sus bordes, alterarán su forma y modificarán la estructura interna. La energía que se consume en cada choque es obtenida de la que el viento le confiere al hielo.

Lo que he querido destacar en los puntos anteriores es que toda la fuerza del viento no es utilizada para mover el hielo y, por lo tanto, la deriva, para una misma intensidad de viento, variará en función de la concentración del hielo.

En sí el movimiento del hielo es muy complejo y como en el caso del crecimiento, la mejor solución a que han arribado muchos autores ha sido la de obtener valores medios de deriva a partir de mediciones sistemáticas de la dirección y velocidad del viento y del hielo. Citaré a continuación trabajos pertenecientes a Nansen, Zubov, Brennecke y Skiles.

8.6 Resultados de algunos trabajos de investigación

Los autores antes citados, excepto Skiles, postulan una relación lineal entre la intensidad del viento y la velocidad de deriva, tal como se indica:

$$c = a * V$$

donde

c = velocidad de deriva

v = velocidad del viento

a = coeficiente de proporcionalidad-factor de viento.

8.6.1 Nansen

Veremos a continuación los valores medios obtenidos por Nansen al analizar la deriva del Fram, buque derivando con el hielo, desde el 7 de noviembre de 1893 al 27 de junio de 1896.

Deriva causada por el viento 2,98 millas/día

Deriva causada por un viento de 1 m/s 0,85 millas/día

Angulo de deriva 28° a la derecha del viento

Factor de viento 0,0148

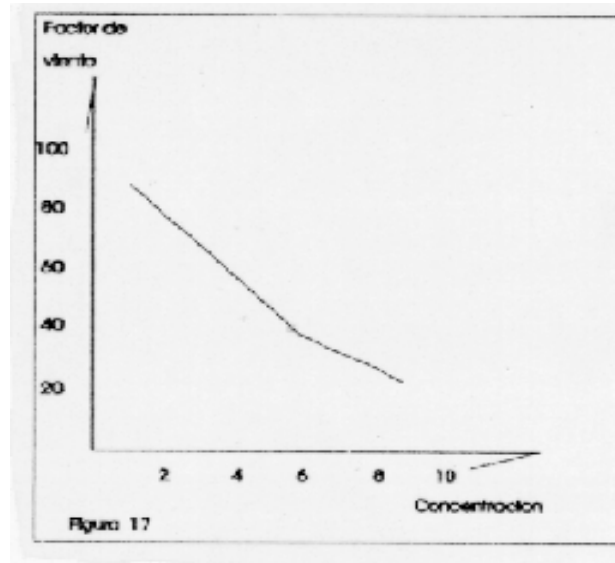
8.6.2 Zubov

Valores obtenidos por Zubov del análisis de la deriva del Sedov, acaecida entre 1937 y 1940.

Velocidad del viento m/s	Número de casos	Factor de viento medio	Angulo de deriva medio
0 - 1	8	0,034	28
1 - 2	21	0,019	13
2 - 3	41	0,016	34
3 - 4	59	0,013	23
4 - 5	58	0,013	24
5 - 6	52	0,013	39
6 - 7	51	0,015	28
7 - 8	34	0,016	26
8 - 9	21	0,015	38
9 - 10	16	0,015	32
10 - 11	8	0,017	40
11 - 12	2	0,020	46
12 - 13	2	0,016	42

8.6.3 Gordienko

Otro trabajo interesante es el desarrollado por Gordienko en el Mar de Chukchee desde 1938 hasta 1940, complementado con los valores obtenidos por Shestiperov en Cape Schmidt.



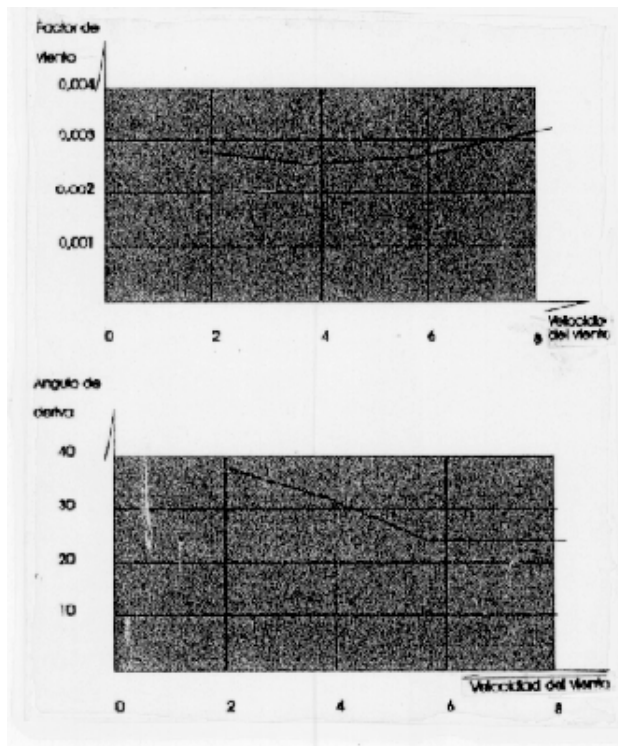
Factor de viento en función de la concentración

En este trabajo relaciona el factor de viento con la concentración y la cantidad de cordones. Estos son en cierta forma la expresión de la máxima rugosidad. En su trabajo demuestra que a medida que se incrementa la concentración, disminuye el factor de viento y a mayor concentración, menor velocidad de deriva para una misma intensidad de viento.

Por otra parte también demuestra que la velocidad de deriva es directamente proporcional a la cantidad de cordones.

8.6.4 Brennecke

Citaré los valores de factor de viento y ángulo de deriva obtenidos por Brennecke a partir de observaciones realizadas en el mar de Weddell. Estas observaciones corresponden a la deriva de un campo de hielos mayormente disgregado y con un espesor aproximado de un metro.



8.6.5 Skiles

Frank Skiles desarrolló otra relación a partir de los datos obtenidos durante la deriva de la estación Arlis I de EE.UU. y de las estaciones soviéticas NP6 y NP8. Los valores obtenidos son los que se indican a continuación

$$\text{Angulo de deriva} = 31,3 * e^{**} (-0,168 * A)$$

$$\text{Velocidad de deriva} = 0,025 + 0,07722 * A$$

donde

A = velocidad del viento expresada en nudos.

8.6.6 Regla práctica, resumen de las anteriores

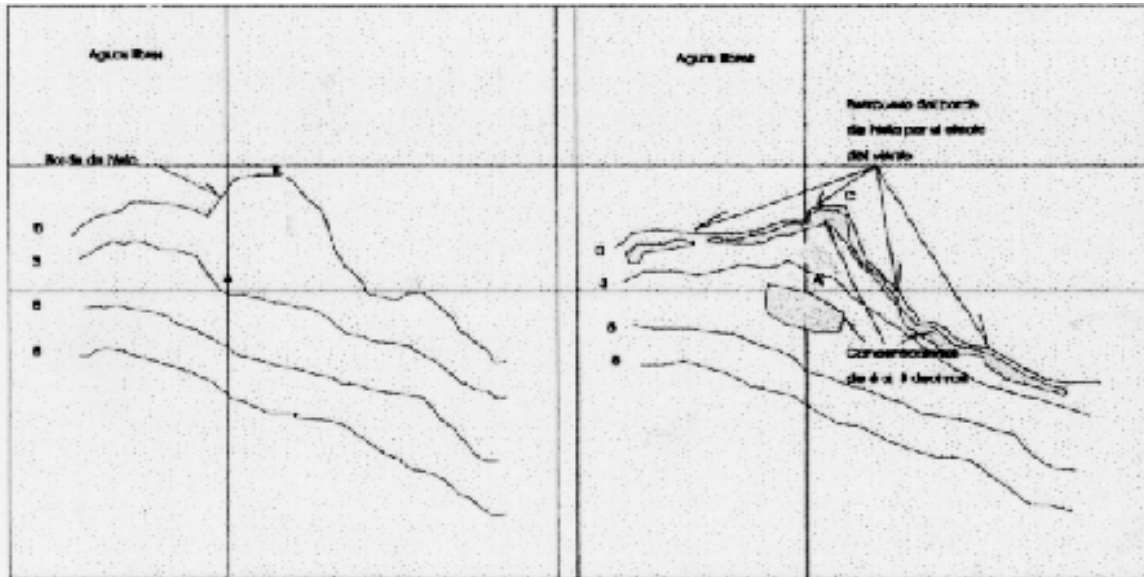
En este breve repaso de los trabajos realizados por distintos autores hemos visto distintos valores del factor de viento. Sin entrar en análisis riguroso, que por otra parte no es el objeto de este capítulo, podemos tomar 0.02 como factor de viento, cuando queramos hacer una estimación rápida de la deriva que puede tener el hielo. Es decir asumir que el hielo deriva con la cincuentavas partes de la velocidad del viento y un ángulo de deriva de 30 grados a la izquierda de la dirección del viento.

8.7 Redistribución del hielo de mar a causa del viento

En la temporada estival el norte del campo de hielo marino se encuentra disgregado, presentando concentraciones que varían entre 3 y 5 décimos. Es común observar en esta época, en el área del mar de la Flota y proximidades de la isla Marambio, bandejones, témpanos muy erosionados y gruñones.

En estas condiciones y con vientos leves de cualquier sector es común observar que si el viento se afirma del Norte o Noreste y se incrementa hasta una intensidad de regulares 17/21 nudos o más, la concentración del hielo también se incrementa alcanzando concentraciones de entre 8 y 9 décimos. En este caso ha ocurrido una redistribución del hielo a causa del viento. De la misma forma en que rápidamente se incrementó la concentración, al disminuir la intensidad del viento o variar su dirección, se producirá una disminución de dicha concentración. En ambos casos, cuando hablamos de aumento o disminución de la concentración de hielo, el tiempo en que se produce la variación es de aproximadamente cuatro horas, a partir del momento en que se produjo la variación del viento.

Este razonamiento puede ser aplicado a cualquier punto ubicado al Norte del borde de hielo, según se indica en la siguiente figura:



8.8 Movimiento de los campos de hielo en el mar de Weddell

El movimiento de los campos de hielo en el mar de Weddell tiene las siguientes características:

- De acuerdo con las derivas seguidas por buques atrapados por el hielo, por un témpano y por algunas boyas, pese a corresponder a distintos períodos de tiempo, se puede inferir de ellas una dirección general de deriva del campo.
- Observando la concentración media del hielo (Atlas de Hielos Marinos), correspondiente a la segunda quincena del mes de febrero vemos que el rasgo más saliente de la misma está constituido por la extensa lengua de hielo que se extiende desde el campo principal hacia el NE.

Esto es coherente con la experiencia de los viejos marinos que definían la zona de navegación, que debían recorrer en su derrota desde el norte de la península Antártica hacia las islas Orcadas en el verano, como un cementerio de témpanos, por lo siguiente:

- a) Corresponde al rumbo de deriva de los hielos tal como surge del análisis anterior.
- b) El término cementerio de témpanos se corresponde con el tipo de hielos que es dable encontrar en la zona. No podemos esperar allí un campo constituido por bandejones dado que los mismos, para la época del año que estamos analizando y por la interacción con el medio ambiente océano-atmósfera, no pueden sobrevivir al derretimiento, sí pueden hacerlo los témpanos aunque muy erosionados.

8.8.1 Movimiento del hielo paralelo a la costa

- a) Existe una circulación del hielo en el mar de Weddell por la cual se desplaza en forma casi paralela a la costa oeste de la península Antártica.
- b) El hielo que deriva en forma paralela a la península Antártica, cuando supera en su deriva el norte de la misma es arrastrado por la Corriente Circumpolar Antártica hacia el Este.

Capítulo 9

IDENTIFICACIÓN, NOCIONES DE COMPORTAMIENTO, Y TERMINOLOGÍA DE HIELO MARINO Y TERRESTRE FLOTANTE

Beatriz E. Lorenzo y Manuel H. Picasso

TEMARIO

9.1 El hielo en el mar

9.2 Identificación y clasificación de hielo marino

- 9.2.1 Etapas de desarrollo
- 9.2.2 Formas de hielo marino
- 9.2.3 Topografía - efectos de presión
- 9.2.4 Estado de fusión
- 9.2.5 Aberturas en el hielo marino
- 9.2.6 Concentración del hielo marino
- 9.2.7 Cielo de agua y resplandor de hielo

9.3 Identificación y clasificación de hielo terrestre flotante.

Los témpanos

- 9.3.1 Orígenes de los témpanos
- 9.3.2 Tamaños de los témpanos
- 9.3.3 Apariencia de los témpanos
- 9.3.4 Peligros y precauciones

Bibliografía

9.1 El hielo en el mar

En mares antárticos y subantárticos al igual que en otras regiones marítimas del Artico, se observan extensas áreas cubiertas por hielo marino y trozos de hielo de origen terrestre (témpanos) de diferentes tamaños, varados y derivando tanto dentro de esos campos de hielo marino como en aguas libres, y que alcanzan excepcionalmente muy bajas latitudes en su deriva hacia el norte. El hielo marino proviene del congelamiento del agua de mar, con temperaturas menores de -1.9 C y salinidad del 35%, mientras que los témpanos son desprendimientos de hielos continentales, en general glaciares y/o barreras de hielo. El hielo ma-

rino contiene sal y los témpanos son inmensos bloques de hielo de agua dulce.

En una primera descripción somera, se podrían simplificar las características topográficas del hielo marino y los témpanos, en que el primero apenas emerge menos de un par de metros de la superficie del mar, y los témpanos por lo contrario, sobresalen con obras muertas que pueden llegar a emerger más de 20/25 m si provienen de la barrera de Larsen o hasta 100m si se han desprendido de las barreras de Ronne y Filchner en el fondo del mar de Weddell. Por estas particularidades, los témpanos son fácilmente detectables por radar, pero esto no ocurre con las formas más pequeñas de hielo, denominadas gruñones, de extraordinaria dureza, preferentemente transparen-

tes, sin obra muerta alguna, por lo que se mimetizan con el agua de mar y en su mayoría, no son detectables por radar ni distinguibles visualmente, aún con luz de día.

El hielo marino y los témpanos representan un peligro para la navegación, por lo que es necesario saber distinguir las diferentes etapas de hielo marino a la deriva (nuevo, joven, del primer año y viejo), los efectos de presión, los cielos de agua, los resplandores de hielo, saber interpretar la cobertura de hielo en décimos y, en general, conocer la terminología del hielo.

Estas formas, etapas y características del hielo en el mar están ampliamente desarrolladas e ilustradas en el manual de Terminología del Hielo Marino de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), razón por la cual, el presente capítulo sólo tiene el propósito, en primer término, de compendiar dicho texto de modo de ofrecer al navegante antártico una síntesis ilustrada que describa la esencia del hielo en el mar y, en segundo término, de incluir la última versión -1996- de la terminología completa de hielo de la OMM como material de consulta y referencia. Por último cabe advertir que las definiciones de esta terminología suelen sufrir cambios y actualizaciones frecuentes como consecuencia del avance del conocimiento sobre el hielo en el mar.

9.2 Identificación y clasificación del hielo marino

Como todo proceso natural que el hombre debe interpretar y comprender, al hielo marino en el mar se lo intenta describir identificándolo por medio de varios elementos diferentes que nos resulten fáciles de manejar. Dichos elementos se pueden clasificar en 6 grupos principales; difíciles de deslindarlos unos de otros porque en gran parte se entremezclan, pero que a pesar de ello, nos permiten identificar adecuadamente al hielo:

1. Por su *etapa de desarrollo*
2. Por su *forma*
3. Por su *topografía - efectos de presión*
4. Por su *estado de fusión*
5. Por sus *aberturas*
6. Por su *concentración*

9.2.1 Etapas de desarrollo

Se basa en la apariencia y el espesor del hielo marino, reconociéndose, a su vez, cuatro (4) divisiones principales, cuyas definiciones según OMM están transcritas en el Anexo 1. Por este motivo a continuación se agregan descripciones comprensivas de cada etapa de desarrollo.

HIELO NUEVO

Término general para el hielo recientemente formado que incluye cristales de hielo, hielo grasoso, pasta y shuga. Estos tipos de hielo están compuestos de cristales de hielo que sólo están débilmente soldados entre sí por congelamiento (si es que todos lo están) y tienen una forma definida únicamente mientras ellos están a flote.

NILAS

Costra de hielo delgada y elástica, que se dobla fácilmente por efecto de las olas de viento y mar de leva y bajo presión interponiéndose en un modelo de 'dedos' entrelazados (Sobreescurreamiento de dedos). Tiene una superficie mate y hasta 10 cm de espesor. Puede subdividirse en nilas oscuras y nilas claras.

HIELO JOVEN

Quebradizo y resistente, de apariencia más definida en placas de hielo marino delgadas, grises y/o blancas. Es una etapa de transición entre nilas y hielo de primer año, con 10-30 cm de espesor.

HIELO DE PRIMER AÑO

Quebradizo y resistente según su espesor originado durante un invierno, de color blanco, entre 30 cm y 2 m de espesor, liso durante la primera fase de poco espesor, pero que presenta efectos visibles de presión en sus etapas finales de mayor espesor. Se subdivide en: delgado (30-70 cm), medio (70-120 cm), y grueso (120 cm - 2m).

HIELO VIEJO

Duro, de estructura más resistente al impacto de los rompehielos, que ha sobrevivido, por lo menos, a un derretimiento de verano. Los trozos de este hielo han sufrido fuerte erosión por tempeste, suelen permanecer enmascarados por nieve lo que dificulta observar su coloración azulada (debido al escaso contenido salino), los efectos de presión y los patrones de fusión y drenaje en su superficie. En otras palabras, los rasgos topográficos de esta etapa de desarrollo son más lisos que los del hielo del primer año. Sus espesores exceden los 2 m. Se puede subdividir en: de segundo año o de varios años.

9.2.2 Formas de hielo marino

La forma se basa en la apreciación de la mayor extensión lineal del trozo de hielo, es decir, caracterizar al hielo marino por su mayor medida de longitud. Así se clasifican en panqueques (no más de 3 m), tortas pequeñas, escombros y bandejones que oscilan entre 20 m y más de 1 km de longitud. En la Tabla 9-1 se indican los tamaños de los bandejones.

Tabla 9-1. Tamaño de los bandejones

TIPO DE BANDEJON	DIMENSIONES
Escombros	< 2 m
Hielo Panqueque	30 cm - 3 m
Torta de hielo	3 - 20 m
Bandejón Pequeño	20 - 100 m
Bandejón Mediano	100 - 500 m
Bandejón Grande	500 m - 2 km
Bandejón Vasto	2 - 10 km
Bandejón Gigante	> 10 km

9.2.3 Topografía - efectos de presión

Los efectos de presión son consecuencia de la expansión (a razón de 12.6 m por milla náutica) del hielo marino por congelamiento del agua de mar, por crecimiento de la estructura cristalina y de la deriva de los hielos forzada por las corrientes marinas y vientos. Esto tiene directa incidencia no sólo en la topografía o rugosidad de la superficie emergida del hielo sino en el riesgo creciente para la navegación según sea la magnitud de los procesos de presión.

Los efectos de presión se denominan **sobreescurrecimiento, cordón, y montículo**. El sobreescurrecimiento indica el deslizamiento de unas capas o placas de hielo sobre otras, mientras que cordones y montículos líneas, paredes, protuberancias, o pequeñas lomas formadas en el hielo marino cuando éste es forzado hacia arriba y hacia abajo por efectos de presión. La Tabla 9-2 presenta la distribución general de estos tipos de topografías.

Los cordones, cualesquiera fueren sus etapas de desarrollo, y los montículos son los efectos en el hielo marino que más peligro representan para la navegación, por lo que deberían ser adecuadamente identificados. A modo de comparación podría afirmarse que cordones y montículos en el

Efectos de presión		Hielo nuevo	Nilas	Hielo joven	Hielo 1er. año delgado-medio-grueso	Hielo viejo
Sobreescurrecimiento		*NSO*	En nilas	En hielo gris	*NSO*	*NSO*
C o r d o n e s	Nuevo	*NSO*	*NSO*	En hielo gris blanco	En todas sus etapas y espesores	*NSO*
	Afectado por temperie	*NSO*	*NSO*	*NSO*	Sólo en hielo medio y grueso	En el segundo año
	Muy apt (1)	*NSO*	*NSO*	*NSO*	*NSO*	En el segundo año o de varios años
	Viejo (2)	*NSO*	*NSO*	*NSO*	*NSO*	En el de varios años
Montículo		*NSO*	*NSO*	*NSO*	En medio o grueso	En el segundo año o de varios años

- (1) Peligroso para la navegación
 (2) Muy peligroso para la navegación
 APT Afectado por temperie
 NSO No se observa el efecto de presión

Tabla 9-2 Distribución y ocurrencia de efectos de presión según etapas de desarrollo del hielo marino

hielo marino son como las rocas en aguas libres de hielo.

El aspecto esquemático de estas topografías de hielo se detalla a continuación, indicándose en cada uno de los casos las características salientes de la estructura cristalina y la incidencia en la navegación.

Cordón de hielo nuevo: recientemente formado con picos agudos y sus paredes con pendientes de 40°, superando fácilmente alturas de 2 metros en el sur del mar de Weddell. Los fragmentos son observables desde el aire a baja altura. Pueden formarse en cualquier edad del hielo menos en el hielo nuevo y en el hielo gris. Sin embargo estos predominan en el hielo gris-blanco y del primer año.

Son trozos de hielo fácilmente identificables unos de otros, en general no solidificados entre ellos, con intersticios de aire entre sí, igual volumen de las masas emergida y sumergida del cordón, todo lo cual tiende a restarle dureza y resistencia al impacto de rompehielos siempre que se trate de hielo joven gris - blanco o hielo de primer año medio o menor.

Cordón afectado por temperie: tiene sus topos suavizados y redondeados y una pendiente de sus paredes de 30° a 40°. No se observan fragmentos individuales. Generalmente encontrado en las últimas etapas del hielo del primer año en el invierno, o en el del segundo año.

Pasó por un proceso de asentamiento de los diferentes trozos de hielo que lo forman, los cuales ya están consolidados entre sí. La parte emergida disminuye en altura e irregularidades por erosión, aumentando su profundidad.

Cordón de hielo muy afectado por temperie: sus topos muy redondeados y pendiente de sus paredes de 20° a 30°. Normalmente encontrados en hielo del segundo año y de varios años.

*Continúan los procesos de erosión y solidificación/consolidación de los diferentes trozos de hielo marino que lo forman. La estructura cristalina del cordón gana en consistencia y dureza y permanece más enmascarado a la vista del navegante por la erosión y la cobertura de nieve. Tiende a ser observado en el sur del mar de Weddell y en el golfo de Erebus y Terror. **Es peligroso para la navegación.***

Cordón de hielo viejo: tiene un marcado efecto de nivelamiento. Estos cordones son mejor descritos como ondulaciones. Es rasgo topográfico común al hielo de varios años.

*Representa la máxima consolidación, dureza, y resistencia al impacto de rompehielos, de la estructura cristalina del cordón. Es la última topografía que el navegante puede avistar tan sólo como una línea en el campo de hielo marino. Es frecuente en el sur del mar de Weddell y en el golfo de Erebus y Terror. **Es muy peligroso para la navegación.***

Montículo: loma pequeña de hielo quebrado que ha sido elevado por efecto de la presión. El volumen del hielo quebrado sumergido debajo de un montículo se lo llama *bummock*. Este volumen sumergido es también consecuencia del efecto de presión. Su dureza y resistencia cristalina está en concordancia con la etapa de desarrollo del hielo marino en donde se formó el montículo.

9.2.4 Estado de fusión

La superficie del hielo marino presenta agua en estado líquido como consecuencia de la fusión de la nieve y del hielo cuando la temperatura del aire se mantiene por encima de 0°C en épocas estivales.

Reconocer el estado de fusión tiene importancia para el navegante por cuanto según fuese su magnitud puede encontrarse en presencia de (a) hielo duro y resistente al impacto de los rompehielos, con sus riesgos emergentes, o (b) dentro de campos que no ofrecen dificultad a la navegación con naves adecuadas.

En efecto, el primer caso (a) corresponde a fusión sobre trozos de hielo viejo, de color azulados, y en los cuales la superficie de agua líquida no predomina en comparación con el área del hielo. Se observan patrones de drenaje, es decir líneas de agua que unen un charco con otro.

Por lo contrario, el segundo caso (b), se da cuando la relación de áreas es inversa, es decir, predominan los charcos de agua sobre la superficie del hielo. Este se define como hielo podrido y es signo inequívoco de menor severidad de las condiciones de hielo. Es importante apreciar si se mantienen dichas tendencias por cuanto puede ser índice de disolución del campo de hielo marino y consecuente mejoramiento de las condiciones glaciológicas.

Dentro de este contexto también es importante distinguir los alvéolos de fusión. Estos son los charcos que lograron perforar el hielo y llegar a las aguas subyacentes, adquiriendo color azul oscuro o negrusco, indicativo del agua de mar. Este es otro índice del proceso estival de desintegración del hielo marino.

9.2.5 Aberturas en el hielo marino

Al congelarse el agua de mar aumenta su volumen manteniéndose constante la masa de agua involucrada. Ese aumento de volumen no se mantiene constante sino que, al principio de la congelación el hielo se expande alrededor de 12% para luego disminuir su volumen al 9% al final del proceso de congelación. Esto mismo expresado en otros términos permite decir que el hielo se expande al principio a razón de 12,6 metros por milla náutica para luego contraerse 3,6 metros por milla náutica, dando origen a las aberturas.

No deben confundirse aberturas con charcos o alveolos (c.f. 9.6). En todos ellos pueden existir procesos de fusión pero, mientras que los charcos y alveolos se dan sobre los trozos de hielo describiendo sólo características de la superficie del hielo, las aberturas separan trozos o campos de hielo por donde pueden darse condiciones de navegabilidad independientemente del estado de fusión, congelación, o consolidación del hielo marino.

Los charcos y alvéolos son superficies de agua provenientes de la fusión del hielo marino y/o la nieve que lo cubre. Las aberturas, en cambio, son superficies de agua de mar que pueden estar cu-

biertas, en ocasiones, de hielo nuevo o joven. En definitiva, charcos y alvéolos se encuentran en los meses estivales de fusión, y aberturas se pueden presentar y aún persistir en cualquier época del año.

Se distinguen siete tipos de aberturas. Las no navegables: fractura, rajadura y grieta. Las vías navegables: canal, canal costero, canal grietado y polinias. Las definiciones están desarrolladas en el Anexo 1.

9.2.6 Concentración del hielo marino

Es la apreciación, en décimos, de la superficie del mar cubierta por hielo marino en relación con el área total de observación. Para determinar la concentración es necesario tener muy en cuenta que la observación debe limitarse a un radio de no más de 1 km del observador, para evitar errores por paralaje y apreciaciones de concentraciones indebidas, a raíz de la diafanidad del aire en las regiones polares que conduce, en definitiva, a sobreestimar la concentración.

9.2.7 Cielo de agua y resplandor de hielo

En las regiones polares el navegante puede utilizar la nubosidad baja como indicador de la proximidad de hielo marino (resplandor de hielo) o aguas libres (cielo de agua), según fuere el caso por donde se navegase.

9.3 Identificación y clasificación de hielos terrestres flotantes. Los témpanos

Los hielos terrestres, compuestos de agua dulce en el estado sólido, son consecuencia del congelamiento de la nieve caída sobre la superficie de continentes e islas como, por ejemplo, sobre la isla Berkner en el fondo del mar de Weddell que comparte zonas de dos de las barreras de hielos más prolíficas -Filchner y Ronne- en generar numerosos témpanos gigantes. Por esto resulta más apropiado hablar de hielos terrestres que continentales, ya que esta última palabra restringe el significado a los hielos existentes en los continentes y excluye la contribución insular que es importante en la Antártida.

En el casquete antártico los hielos se encuentran en movimiento, fluyen hacia el mar a apro-

ximadamente 10 metros por año en zonas de pendientes suaves y hasta 100 a 1000 metros por año en declives escarpados (Sailing Directions, 1992). Invaden el mar con apéndices de formas y volúmenes variados que flotan en las aguas saladas pero manteniéndose estructuralmente unidos al hielo sobre tierra. Las barreras de hielo son, precisamente, sabanas de hielo que flotan en el mar y, del mismo modo, los frentes de glaciares son las partes a flote de los glaciares.

A medida que la masa de hielo terrestre que flota en el mar crece e invade más espacio marítimo, pero manteniéndose estructuralmente unida al hielo sobre tierra, aumentan las tensiones internas hasta el punto de fracturarla y desprender trozos de hielo que inician su deriva en el mar, dando origen a los témpanos.

Los témpanos antárticos son típicamente tabulares, considerablemente más grandes que los témpanos del Artico en donde predominan los de forma pinacular, y notablemente más numerosos que los existentes en el Artico. En la Antártida los témpanos tabulares pueden ser enormes, tanto como de 2704 MN² de superficie.

Los témpanos se diferencian del hielo marino por sus propiedades, por sus densidades, por sus obras muertas y por sus quillas profundas. Por ser nieve congelada, tienen muchas de las propiedades del hielo dulce común pero, en particular, contienen burbujas de gases atmosféricos comprimidos que quedan atrapadas cuando la nieve se congela. Esas burbujas pueden llegar a representar del 2% al 10% de la masa de hielo y suelen soportar presiones que oscilan entre 2,3 atmósferas hasta tanto como 20 atmósferas (Scholander and Nutt, 1960; Scholander et al., 1956; Urick, 1971). Por contener burbujas de aire los témpanos no alcanzan a tener la densidad del hielo puro que 0° C es de 916,7 kg/m³ (Hobbs, 1974). Los témpanos antárticos no provenientes de barrera tienen densidades comprendidas entre 880 y 910 kg/m³ (Matsuo and Miyake, 1966; Smith, 1931), mientras que los de barrera registran densidades de 459 kg/m³ en sus superficies a 860 - 890 kg/m³ a espesores de 60 metros o mayores (Crary et al., 1962; Weeks and Mellor, 1978). Los grandes témpanos pueden tener quillas de 200 a 450 metros.

Sobre la base de la relación entre la gravedad específica de los témpanos y del agua, se estima que 7/8 de la masa de un témpano está sumergida.

Por otra parte, con respecto a la profundidad, mediciones efectuadas en témpanos tabulares han indicado que éstos calan aproximadamente 5 veces su altura sobre el agua, mientras que en los témpanos de glaciar esa relación puede disminuir hasta 1 o 2 veces su altura (Scott, 1989).

Estos procesos de génesis de témpanos, complementados con otros propios de como evolucionan en sus derivas, ayudan a obtener algunos elementos distinguibles para individualizarlos y clasificarlos:

1. Por sus *orígenes*, pueden ser: *tabulares y de glaciar*
2. Por sus *tamaños*, pueden ser: *témpanos, tempanitos y gruñones*
3. Por sus *apariencias*, pueden ser: *blanquinegros y erosionados*.

9.3.1 Orígenes de los témpanos

Según provengan de una barrera de hielo o de un glaciar se identifican como tabulares o de glaciar respectivamente.

Los *témpanos tabulares* son desprendimientos de las barreras de hielo; son los más comunes, exclusivos de las regiones antárticas, de los cuales no hay parangones en el Artico. Son muy grandes, sus topes son planos y el color es particularmente blanco lustroso como yeso por el gran contenido relativo de aire en su constitución. Son los que alcanzan los mayores tamaños en ambas regiones polares y se han medido de hasta 52 MN x 52 MN como en el caso del témpano A 20 que el 28 de enero de 1986 se desprendió de la barrera de Larsen en el mar de Weddell occidental. Los témpanos que se desprenden de esta última barrera de hielo pueden alcanzar espesores, es decir parte sumergida más parte que emerge, de hasta 250 m y alturas sobre el nivel del mar de hasta 35 metros (Skvarca, 1995). Los témpanos que se desprenden de las barreras de Filchner y Ronne, al sur del Weddell, pueden alcanzar espesores de hasta 500 metros (Skvarca, 1995) y alturas de hasta 100 metros sobre el nivel del mar.

Los *témpanos de glaciar* son de forma en general irregular, más pequeños que los tabulares, con grietas en su estructura y elevaciones o puntas filosas. Son de color predominante blanco opaco uniforme, con tintes ocasionales azulados o verdosos. Muestran con frecuencia bandas de se-

dimentos de arena y desperdicios. Son de mayor densidad que los tabulares (Scott, 1989).

9.3.2 Tamaños de los témpanos

Témpano: gran masa de hielo flotante o varada que emerge más de 5 m sobre el nivel del mar, de forma muy variada, que se ha desprendido de un glaciar. Los témpanos pueden ser descritos como tabulares, de forma de domo, inclinados, apinaculados, afectados por temperie o témpanos de glaciar.

Tempanito: trozo grande de hielo de glaciar flotante, generalmente con menos de 5 m y más de 1 m sobre el nivel del mar, y una superficie de unos 100-300 m².

Gruñón: trozo de hielo más pequeño que un tempanito, a menudo transparente y de aspecto verdoso o casi negro; emerge menos de 1 m sobre el nivel del mar y generalmente tiene un área de unos 20 m².

9.3.3 Apariencias de los témpanos

Los témpanos *blanquinegros*, han sido descritos por Scott 1989. Afirma que se observan preferentemente al N y E del mar de Weddell. Son de color oscuro y se aprecian dos tipos difíciles de distinguir a cierta distancia: morénicos en los cuales la porción oscura es negra y opaca conteniendo barro y piedras, y verdes botella en lo que la parte oscura es de color verde intenso y translúcida. En ambas casos la separación entre la parte blanca y oscura es a lo largo de un plano nítidamente definido, apareciendo las zonas oscuras invariablemente suavizadas y redondeadas por la acción del agua. Estos témpanos han sido erróneamente confundidos con rocas.

Los témpanos *erosionados* son indicio de desintegración sufrida por la acción conjunta del mar y del viento. La mayor erosión se desarrolla debajo de la superficie del mar. A medida que la parte sumergida se erosiona y funde, el témpano se eleva por encima del nivel del mar mostrando claramente su línea de flotación primitiva. Se observan cavernas o espolones cerca de la nueva línea de flotación, signos evidentes de inminentes fracturas y desprendimientos de trozos de hielo, o de inclinación del témpano o de vuelta de campana.

Otros signos de debilidad del témpano son la presencia de rajaduras, partículas de tierra y escombros de rocas que favorecen y aceleran la desintegración. Los témpanos erosionados adoptan formas numerosas y caprichosas, de las cuales algunas se describen a continuación pero, cualquiera fuere la apariencia, es signo de que se debe observar precaución como se discute en el punto 9.3.4 siguiente.

Los témpanos *gemelos* son también indicio de erosión y es la forma caprichosa que adoptan como consecuencia del desgaste sufrido semejando dos protuberancias o torres verticales próximas una de la otra, pero siendo en realidad un solo témpano sumergido del cual emergen nítidamente esas dos partes visibles. En estos casos se debe observar la debida precaución para evitar la navegación entre ambas partes emergidas del témpano.

Los témpanos azules o también de color verdoso, cubiertos de poca nieve, o sin ella, presentando comúnmente varias grietas. Son más pequeños que los tabulares y suelen provenir tanto de glaciares como de lenguas de hielos terrestres.

9.3.4 Peligros y precauciones

Un témpano es signo de existencia de gruñones (ver definición de gruñón en la terminología de hielo) que suelen orientarse cubriendo un gran arco por delante del témpano, en la dirección del viento, corriente abajo, pero pueden derivar en direcciones y velocidades bien distintas del témpano cercano. Los gruñones son muy peligrosos porque son muy difíciles de observar visualmente con luz de día, no se detectan con radar, flotan entre aguas, suelen ser transparentes y sus estructuras son extremadamente duras. El golpe de un gruñón puede causar daños aún en rompehielos. Hay reportes de cuaderna de rompehielos abollada por golpe de gruñón en aguas libres de hielo marino.

Los témpanos erosionados son advertencia de desprendimientos de trozos de hielo, vuelta de campana del témpano, y de lugares donde no se puede navegar. Como se dijo en el segundo párrafo del punto 9.3.3, al tratar témpanos erosionados, los signos de debilidad como cavernas, espolones, línea de flotación elevada, grietas, escombros de rocas y partículas de tierra advierten de un posible desprendimiento de trozos de hielo. Esto se produce repentinamente, pudiendo produ-

cir oleaje notable y es tanto más peligroso cuanto más alto y grande sea el témpano. El efecto no se limita a la zona en donde se sumerge el trozo de hielo desprendido sino que se extiende a áreas adyacentes y relativamente distantes en relación con el tamaño del desprendimiento. Los trozos grandes pueden aparecer lejos del lugar en donde se desprendieron con efectos asociados de onda de mar. Lo mismo sucede cuando los témpanos dan vuelta de campana, siendo tanto más peligrosa la situación cuanto más grande sea el témpano que se invierte. A veces no es posible observar signo de debilidad o erosión alguno por estar en alguna cara oculta del témpano o dentro de este mismo, lo que da cuenta de la debida precaución de no acercarse peligrosamente a los témpanos. Por último, los témpano gemelos son claro indicio de témpano invertido y peligro para la seguridad náutica. Es muy probable, casi seguro, que por debajo de la línea de flotación ambas protuberancias gemelas permanezcan unidas entre sí, por lo que debe evitarse toda navegación entre ambas medio de ambas protuberancias.

Anexo 1

Terminología del hielo según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), 1996

En las definiciones transcritas a continuación se ha incluido, en cada caso, la terminología en inglés entre paréntesis, y al final de cada definición el número por conceptos asignado por la Organización Meteorológica Mundial.

ACORDONAMIENTO (Ridging [en]): Proceso de presión por el cual el hielo marino es forzado a formar cordones (6.3).

AGUAS CON TEMPANITOS (Bergy water [en]): Área de agua libremente navegable en la cual está presente hielo de origen terrestre en concentraciones menores de 1/10. Puede haber hielo marino presente, si bien la concentración total de todo el hielo no excederá 1/10 (4.2.7).

AGUAS LIBRES (Open water [en]): Área grande de agua libremente navegable en la cual el hielo marino está presente en concentraciones menores de 1/10. No está presente el hielo de origen terrestre (4.2.6).

ALVÉOLOS DE FUSIÓN (Thaw holes [en]): Agujeros verticales en el hielo marino formados cuando la fusión de los charcos de superficie lo atraviesan hasta el agua subyacente(9.2).

AMONTICULAMIENTO (Hummocking [en]): Proceso de presión por el cual el hielo marino es forzado a formar montículos. Cuando los bandejones giran en el proceso se llaman arremolinados (6.2).

AREA ACCESIBLE (Easy area [en]): Expresión cualitativa general que indica, de manera relativa, que las condiciones de hielo prevaleciendo en un área son tales que la navegación en ella no es difícil (12.6).

ÁREA DE DEBILIDAD (Area of weakness [en]): Área observada por satélite en la que o bien la concentración o el espesor del hielo es significativamente inferior que aquél de las áreas circundantes. Porque la situación es observada por satélite, no siempre es posible un análisis cuantitativo preciso, pero las condicio-

nes de navegación son significativamente más fáciles que en áreas circundantes (12.7).

ÁREA DIFICULTOSA (Difficult area [en]): Expresión cualitativa general que indica, de manera relativa, que la severidad de las condiciones hielo prevaleciendo en un área es tal que la navegación en ella es dificultosa. (12.5).

ATRAPADO (Beset [en]): Situación de un buque rodeado por el hielo e imposibilitado de moverse (12.1).

BANDEJÓN (Floe [en]): Cualquier trozo de hielo marino relativamente plano de 20 m o más transversalmente. Los bandejones son subdivididos de acuerdo a su mayor extensión horizontal como sigue:

BANDEJÓN CHICO (Floe small [en]): 20-100 m a través (4.3.2.5).

BANDEJÓN GIGANTE (Floe giant [en]): Más de 10 km a través (4.3.2.1).

BANDEJÓN GRANDE (Floe big [en]): 500-2000 m a través (4.3.2.3).

BANDEJÓN MEDIO (Floe medium [en]): 100-500 m a través (4.3.2.4).

BANDEJÓN VASTO (Floe vast [en]): 2-10 km a través (4.3.2.2).

BANDEJÓN LEVANTADO (Standing floe [en]): Bandejón de hielo separado, parado verticalmente o inclinado y encerrado por hielo preferentemente más plano (8.3).

BARRERA DE HIELO (Ice shelf [en]): Sabana de hielo flotante de considerable espesor, 2-50 m o más sobre el nivel del mar, anexada a la costa. Usualmente tiene una gran extensión horizontal y con una superficie plana o suave-

mente ondulada. Alimentada por acumulaciones anuales de nieve y a menudo también por la extensión hacia el mar de glaciares terrestres. Áreas limitadas pueden estar varadas. El borde hacia el mar de la barrera de hielo se denomina frente del hielo (qv). (10.3)

BARRERA DE HIELO APIÑADO DE ESCOMBRO (Jammed brash barrier [en]): Cinta o faja angosta de hielo nuevo, joven o escombros de hielo (generalmente de 100 a 5.000 m de ancho) formada en el borde de ambos hielo a la deriva o fijo o en la costa. Es extremadamente compacta debido a la acción del viento y puede extenderse de 2 a 20 metros bajo de la superficie, pero normalmente no tiene topografía apreciable. Una barrera de hielo apiñado de escombros puede dispersarse con cambios del viento pero puede también consolidarse para formar una inusual cinta de hielo grueso comparada con el hielo a la deriva circundante. (4.4.8.1.1).

BORDE COMPACTO DE HIELO (Compacted ice edge [en]): Borde de hielo claramente definido, cerrado, compactado por viento o corriente; usualmente a barlovento de un área de hielo a la deriva. (4.4.8.1)

BORDE DE HIELO (Ice edge [en]): Demarcación en cualquier momento dado entre el mar abierto y el hielo marino de cualquier tipo, sea fijo o a la deriva. Puede ser compacto o difuso (cf frontera de hielo). (4.4.8)

BORDE DE HIELO FIJO (Fast-ice edge [en]): La demarcación en cualquier momento dado entre hielo fijo y aguas libres. (4.4.8.5)

BORDE DIFUSO DE HIELO (Diffuse ice edge [en]): Borde de hielo pobremente definido limitando un área de hielo disperso; usualmente a sotavento de un área de hielo a la deriva. (4.4.8.2)

BORDE MEDIO DE HIELO (Mean ice edge [en]): Posición media del borde de hielo en algún mes o período dado basada en observaciones sobre un número de años. Otros términos que pueden utilizarse son borde máximo medio del hielo y borde mínimo medio del hielo (cf límite de hielo). (4.4.8.4)

BRECHA DE HIELO (Ice breccia [en]): Hielo de diferentes estados de desarrollo, soldados entre si por congelamiento. (4.3.5)

CALETA (Bight [en]): Entrada pronunciada en el borde del hielo producida por viento o corriente. (4.4.6)

CAMPO DE CORDÓN DE CORTANTE (Shear ridge field [en]): Muchos cordones de cortante uno al lado de otro. (8.2.2.7.1)

CAMPO DE ESCOMBROS (Rubble field [en]): Área de hielo marino extremadamente deformada de espesor inusual formada durante el invierno por el movimiento del hielo a la deriva en contra, o alrededor de una roca sobresaliente, islote u otra obstrucción. (8.2.3.2)

CAMPO DE HIELO (Ice field [en]): Área de hielo flotante consistente en cualquier tamaño de bandejón, superior a 10 km a través. (4.4.1)

CAMPO DE HIELO CHICO (Small ice field [en]): Campo de hielo de 10-15 km a través. (4.4.1.3)

CAMPO DE HIELO GRANDE (Large ice field [en]): Campo de hielo de más de 20 km a través. (4.4.1.1)

CAMPO DE HIELO MEDIO (Medium ice field [en]): Campo de hielo de 15-20 km a través. (4.4.1.2)

CANAL (Lead [en]): Cualquier fractura o pasaje a través del hielo marino que es navegable por embarcaciones de superficie. (7.3)

CANAL COSTERO (Shore lead [en]): Canal entre hielo a la deriva y la costa o entre hielo a la deriva y el frente del hielo. (7.3.1)

CANAL GRIETADO (Flaw lead [en]): Pasaje entre hielo a la deriva y hielo fijo que es navegable por embarcaciones de superficie. (7.3.2)

CERCADO POR EL HIELO (Ice-bound [en]): Un puerto, caleta, etc., se dice que está cercado por el hielo cuando la navegación por buques queda impedida a causa del hielo, excepto posiblemente con asistencia de un rompehielos. (12.2)

CHARCO (Puddle [en]): Acumulación de agua líquida sobre el hielo, principalmente de-

bido al derretimiento de la nieve, pero en los estados más avanzados también por el derretimiento del hielo. La etapa inicial consiste de parches de nieve derretida. (9.1)

CIELO DE AGUA (Water sky [en]): Manchones oscuros que se observan en la base de las nubes bajas, indicando presencia de rasgos de agua en la vecindad del hielo marino.(11.1)

CINTA DE HIELO (Strip [en]): Área larga y angosta de hielo flotante, de alrededor de 1 km o menos de ancho, usualmente compuesta de fragmentos pequeños, separados de la masa principal de hielo y unidos bajo la influencia del viento, el mar de leva o la corriente.(4.4.5)

COBERTURA DE HIELO (Ice cover [en]): La relación de un área de hielo de cualquier concentración respecto del área total de la superficie del mar dentro de alguna area geográfica local grande; esta área local puede ser global, hemisférica o prescripta por una entidad oceanográfica específica, tal como la bahía Baffin o el mar de Barents . (4.1)

COMPACTACIÓN (Compacting [en]): Se dice que trozos de hielo flotante se están compactando cuando ellos están sujetos a un movimiento de convergente, que incrementa la concentración de hielo y/o produce tensiones que pueden resultar en deformación de hielo. (5.2)

COMPRIMIR (Nip [en]): Se dice que el hielo comprime cuando presiona fuertemente contra un buque. Un buque así atrapado, aunque no dañado, se dice que ha sido comprimido. (12.3)

CONCENTRACIÓN (Concentration [en]): La relación expresada en décimas* describiendo la cantidad de superficie del mar cubierta por hielo como una fracción del área total considerada. La concentración total incluye todos los estados de desarrollo presentes, la concentración parcial puede referirse a la cantidad de un estado determinado o a una forma particular de hielo y representa solamente una parte del total.

*Nota: En datos históricos de hielo marino, los octavos han sido usados por algunos países.(4.2)

CORDÓN DE CORTANTE (Shear ridge [en]): Formación de un cordón de hielo que se desarrolla cuando un tipo de hielo pasa rozando a otro. Este tipo de cordón es más lineal que aquellos causados por presión solamente. (8.2.2.7)

CORDÓN DE HIELO (Ridge [en]): Línea o pared de hielo quebrado forzado hacia arriba por presión. Puede ser nuevo o erosionado. El volumen sumergido de hielo quebrado bajo un cordón, forzado hacia abajo por presión, se denomina quilla de hielo.(8.2.2)

CORDÓN DE HIELO AFECTADO POR TEMPERIE (Weathered ridge [en]): Cordón con sus topes suavizados y redondeados, y la pendiente de sus costados usualmente de 30° a 40°. Fragmentos individuales no son visibles.(8.2.2.2)

CORDÓN DE HIELO CONSOLIDADO (Consolidated ridge [en]): Cordón en el cual la base se ha soldado entre si por congelación.(8.2.2.5)

CORDÓN DE HIELO MUY AFECTADO POR TEMPERIE (Very weathered ridge [en]): Cordón con sus topes muy redondeados, la pendiente de sus costados usualmente de 20° - 30°.(8.2.2.3)

CORDÓN DE HIELO NUEVO (New ridge [en]): Cordón recientemente formado con picos agudos y la pendiente de sus costados usualmente de 40°. Los fragmentos son visibles desde el aire a baja altura.(8.2.2.1)

CORDÓN DE HIELO VIEJO (Aged ridge [en]): Cordón que ha sido sometido a un considerable desgaste. Estos cordones son mejor descriptos como ondulaciones.(8.2.2.4)

CORRIENTE DE HIELO (Ice stream [en]): Parte de una sabana de hielo de tierra adentro en la que el hielo fluye más rápidamente y no necesariamente en la misma dirección que el hielo circundante. Los márgenes están a veces claramente determinados por un cambio en la dirección de la superficie de la ladera pero puede ser indistinto.(10.2.3)

CORTANTE (Shearing [en]): Área de hielo a la deriva que está sometida a cortante cuando el movimiento de hielo varía significativa-

mente en la dirección normal a la del movimiento, sometiendo al hielo a fuerzas rotacionales. Estas fuerzas pueden resultar en fenómeno similar a la cisura.(5.3)

COSTRA DE HIELO (Ice rind [en]): Costra de hielo quebradiza y brillante formada sobre una superficie quieta por congelamiento directo o de hielo grasoso, usualmente de baja salinidad. Espesor de alrededor de 5 cm. Se rompe fácilmente por la acción del viento o mar de leva, partiéndose comúnmente en pedazos rectangulares.(2.2.3)

CRISTALES DE HIELO (Frazil ice [en]): Agujas o placas finas de hielo, suspendidas en el agua.(2.1.1)

DESPRENDIMIENTO (Calving [en]): La fractura y separación de una masa de hielo desde una pared de hielo, frente de hielo o témpano. (10.4.1)

DIVERGENCIA (Diverging [en]): Campos de hielo o bandejones que en un área están sujetos a movimientos divergentes o dispersivos, de esta manera reduciendo la concentración de hielo y/o aliviando tensiones en el hielo.(5.1)

EFFECTOS DE TEMPERIE (Weathering [en]): Procesos de ablación y acumulación los cuales eliminan gradualmente las irregularidades en una superficie de hielo.(6.6)

ESCOMBRO DE HIELO (Brash ice [en]): Acumulaciones de hielo flotante formadas por fragmentos de no más de 2 m a través, despojos de otras formas de hielo. (4.3.6)

ESPOLÓN (Ram [en]): Proyección sumergida de hielo de una pared de hielo, frente del hielo, témpano o bandejón. Su formación es usualmente debida a derretimiento y erosión muy intensa de la parte sumergida. (8.4)

FAJA DE HIELO (Belt [en]): Rasgo grande de una distribución de hielo a la deriva; más largo que ancho; desde 1 km a más de 100 km de ancho.(4.4.3)

FONDO DE HIELO (Bummock [en]): Desde el punto de vista del submarinista, la proyección hacia abajo desde el lado inferior del hielo del techo de hielo, la contraparte de un montículo. (13.4)

FRACTURA (Fracture [en]): Cualquier quebradura o ruptura a través de hielo muy cerrado, hielo compacto, hielo consolidado, hielo fijo o de un bandejón aislado como consecuencia de procesos de deformación. Las fracturas pueden contener escombros de hielo y/o pueden estar cubiertas con nilas y/o hielo joven. La extensión puede variar de unos pocos metros a varios kilómetros. (7.1)

FRACTURA CHICA (Small fracture [en]): 50 a 200 m de ancho. (7.1.3)

FRACTURA GRANDE (Large fracture [en]): Más de 500 m de ancho. (7.1.5)

FRACTURA MEDIA (Medium fracture [en]): 200 a 500 m de ancho.(7.1.4)

FRACTURA MUY CHICA (Very small fracture [en]): 1 a 50 m de ancho. (7.1.2)

FRACTURAMIENTO (Fracturing [en]): Proceso de presión por medio del cual el hielo es permanentemente deformado, y las rupturas ocurren. Más comúnmente utilizado para describir quebraduras a través del hielo muy cerrado, hielo compacto y hielo consolidado. (6.1)

FRAGMENTO DE BANDEJÓN (Floebit [en]): Trozo relativamente pequeño de hielo marino; normalmente no más de 10 m a través, compuesto de (un) montículo(s) o parte de (un) cordón(ones), soldados entre si por congelamiento, y separado de cualquier hielo circundante. Sobresale típicamente hasta 2 m sobre el nivel del mar. (4.3.4.1)

FRAGMENTO DE TEMPANITO (Bergy bit [en]): Trozo grande de hielo de glaciar flotante, mostrando generalmente menos de 5 m sobre el nivel del mar pero más de 1 m y normalmente de unos 100-300 m² de área. (4.3.11)

FRENTE DEL HIELO (Ice front [en]): Acantilado vertical que forma la cara hacia el mar de una barrera de hielo u otro glaciar flotando variando la altura de 2-50 m o más sobre el nivel del mar (cf pared de hielo). (10.3.1)

FRONTERA DE CONCENTRACIONES (Concentration boundary [en]): Línea aproximando la transición entre dos áreas de hielo a

la deriva con concentraciones claramente diferentes. (4.4.9.2)

FRONTERA DE HIELO (Ice boundary [en]): La demarcación en cualquier momento dado entre el hielo fijo y el hielo a la deriva o entre áreas de hielos a la deriva de diferentes concentraciones (véase borde de hielo). (4.4.9)

FRONTERA DE HIELO FIJO (Fast ice boundary [en]): La frontera de hielo en algún momento dado entre el hielo fijo y el hielo a la deriva. (4.4.9.1)

FUSIÓN COSTERA (Shore melt [en]): Agua libre entre la costa y el hielo fijo, formada por la fusión y/o como resultado de una descarga de río. (9.6)

GLACIAR (Glacier [en]): Masa de nieve y hielo continuamente en movimiento de la parte superior a la inferior del terreno o, si está a flote, extendiéndose continuamente. Las formas principales de glaciar son: sábanas de hielo tierra adentro, barreras de hielo, corrientes de hielo, casquetes de hielo, hielos de piedemonte, circos glaciarios y varios tipos de glaciares de montaña (valle). (10.2.1)

GRIETA (Flaw [en]): Zona de separación angosta entre hielo a la deriva y hielo fijo, en donde los trozos de hielo se encuentran en estado caótico; se forma cuando el hielo a la deriva cizalla bajo el efecto de viento fuerte o corriente a lo largo de frontera de hielo fijo (cf cortante). (7.1.1.2)

GRUÑÓN (Growler [en]): Véase 10.4.5 – **Enmendado en ETSI-I (2001) para leer:** Pieza de hielo más pequeña que un fragmento de tempanito y flotando menos de 1 m sobre la superficie del mar, un gruñón generalmente aparece blanco pero algunas veces transparente o de color azul verdoso. Se extiende menos de 1 m sobre la superficie del mar y normalmente ocupando un área de alrededor de 20 m², los gruñones son difíciles de distinguir cuando están rodeados de hielo marino o en fuerte estado de mar. (10.4.5)

HIELO A LA DERIVA/ PACK DE HIELO (Drift ice/Pack ice [en]): Término utilizado en sentido amplio para incluir cualquier área de hielo marino menos hielo fijo, no importando que forma adopta o como está dispuesto.

Cuando las concentraciones son altas, i.e. 7/10 o más, el hielo a la deriva puede ser reemplazado por el término pack de hielo*. * Nota El término pack de hielo fue previamente utilizado para todos los rangos de concentraciones. (1.1.2)

HIELO ABIERTO (Open ice [en]): Hielo flotante con concentración de 4/10 a 6/10, con muchos canales y polinias y los bandejones no están mayormente en contacto uno con los otros. (4.2.4)

HIELO ACORDONADO (Ridged ice [en]): Hielo apilado al azar, un trozo sobre otro formando cordones o paredes de hielo. Normalmente se encuentra en hielo de primer año (cf acordonamiento). (8.2.2.6)

HIELO AMIGABLE (Friendly ice [en]): Desde el punto de vista del submarinista, un techo de hielo conteniendo muchas lumbreras grandes u otros rasgos que permiten al submarino emerger a la superficie. Deberá haber más de diez de tales lumbreras por cada 30 millas náuticas (56 km) a lo largo de la derrota del submarino. (13.2)

HIELO AMONTICULADO (Hummocked ice [en]): Hielo marino apilado al azar un trozo sobre otro para formar una superficie irregular. Cuando han sido afectados por temperie, toma la apariencia de suaves lomas. (8.2.3.1)

HIELO APIÑADO (Ice jam [en])– **Enmendado por ETSI-I (2001) para leer:** Acumulación de hielo roto de río o de mar sin movimiento debido a alguna restricción física y resistiendo a presiones. (4.4.7)

HIELO BAJO PRESIÓN (Ice under pressure [en]): Hielo en el cual los procesos de deformación están ocurriendo activamente y en consecuencia presentan impedimento potencial o peligro para la navegación. (12.4)

HIELO CERRADO (Close ice [en]): Hielo flotante con concentración es 7/10 a 8/10 compuesto de bandejones mayormente en contacto. (4.2.3)

HIELO COMPACTO (Compact ice [en]): Hielo flotante en 10/10 de concentración y no hay agua visible. (4.2.1)

HIELO CONSOLIDADO (Consolidated ice [en]): Hielo flotante con concentración de 10/10 y los bandejones están soldados unos con otros por congelamiento. (4.2.1.1)

HIELO COSTERO JOVEN (Young coastal ice [en]): La etapa inicial de formación de hielo fijo consistiendo de nilas o hielo joven, su ancho varía desde unos pocos metros hasta 100 - 200 m desde la línea de la costa. (3.1.1)

HIELO DE FONDO (Anchor ice [en]): Hielo sumergido, anexado o fijado al fondo, sin tener en cuenta la naturaleza de su formación. (3.3)

HIELO DE GLACIAR (Glacier ice [en]): Hielo en, u originándose de, un glaciar, ya sea sobre tierra o flotando en el mar como témpanos, tempanitos o gruñones. (10.2)

HIELO DE ORIGEN TERRESTRE (Ice of land origin[en]): Hielo formado sobre tierra o en una barrera de hielo que se encuentra flotando en el agua. El concepto incluye hielo encallado o varado. (1.2)

HIELO DE PRIMER AÑO (First-year ice [en]): Hielo marino de no más de un invierno de crecimiento, desarrollándose de hielo joven, de espesor entre 30 cm y 2 m. Puede ser subdividido en hielo delgado de primer año / hielo blanco, hielo medio de primer año y hielo grueso de primer año. (2.5)

HIELO DE VARIOS AÑOS (Multi-year ice [en]): Hielo viejo de hasta 3 o más m de espesor que ha sobrevivido por lo menos dos derretimientos de verano. Montículos aún más aliados que el hielo de segundo año y el hielo está casi libre de sal. El color, en donde está desnudo, es generalmente azul. Los modelos de fusión consisten en grandes charcos irregulares interconectados y en un sistema de drenaje bien desarrollado. (2.6.2)

HIELO DEFORMADO (Deformed ice [en]): Término general para el hielo que ha sido apretado entre sí y en algunos lugares forzado a movimientos verticales hacia arriba (y hacia abajo). Subdivisiones son hielo sobreescurreido, hielo acordonado y hielo amonticulado. (8.2)

HIELO DEL SEGUNDO AÑO (Second-year ice [en]): Hielo viejo que ha sobrevivido sólo un derretimiento de verano; de espesor típico

de hasta 2,5 m y a veces más. Debido a que tiene más espesor que el hielo de primer año, está más alto sobre la superficie del agua. En contraste con el hielo de varios años, el derretimiento del verano produce un modelo regular de numerosos charcos pequeños. Las manchas y charcos desnudos son usualmente de color azul verdoso. (2.6.1)

HIELO DELGADO DE PRIMER AÑO / HIELO BLANCO (Thin first-year ice / white ice [en]): Hielo de primer año de 30 a 70 cm de espesor. (2.5.1).

HIELO DELGADO DE PRIMER AÑO/ HIELO BLANCO PRIMERA ETAPA (Thin first-year ice / white ice first stage [en]): 30 a 50 cm de espesor. (2.5.1.1)

HIELO DELGADO DE PRIMER AÑO/ HIELO BLANCO SEGUNDA ETAPA (Thin first-year ice / white ice second stage [en]): 50 a 70 cm de espesor. (2.5.1.2)

HIELO DESNUDO (Bare ice [en]): Hielo sin cobertura de nieve. (8.5).

HIELO ENCALLADO (Stranded ice [en]): Hielo que ha estado flotando y ha sido depositado sobre la costa al retirarse la marea alta. (3.4.1)

HIELO FIJO (Fast ice [en]): - Hielo marino que se forma y permanece fijo a lo largo de la costa, en donde es anexado a la orilla, a una pared de hielo, a un frente de barrera, entre bajos fondos o témpanos varados. Fluctuaciones verticales del hielo fijo pueden ser observadas durante cambios del nivel del mar. El hielo fijo puede ser formado in situ de agua de mar o por congelamiento hacia la costa del hielo flotante de cualquier edad, y puede extenderse unos pocos metros o varios cientos de kilómetros desde la costa. El hielo fijo puede ser de más de un año de edad y entonces añadir con sufijo la categoría apropiada de su edad (viejo, del segundo año o de varios años). Cuando tiene más de alrededor de 2 m sobre el nivel del mar se lo denomina barrera de hielo. (1.1.1)

HIELO FLOTANTE (Floating ice[en]): Cualquier forma de hielo que se encuentra flotando en el agua. Las principales clases de hielo flotante son hielo lacustre, hielo fluvial y hielo marino, que se forman por la congelación

del agua en la superficie; y hielo glaciario (hielo de origen terrestre) formado sobre tierra o en una barrera de hielo. El concepto incluye hielo encallado o varado. (1)

HIELO FLUVIAL (River ice[en]): Hielo formado en un río sin considerar el lugar en donde se lo observe. (1.4)

HIELO GRASOSO (Grease ice [en]): Estado posterior de congelamiento quede los cristales de hielo cuando éstos han coagulado para formar una capa espesa sobre la superficie. El hielo grasoso refleja poca luz, dando al mar una apariencia o aspecto mate. (2.1.2)

HIELO GRIS (Grey ice [en]): Hielo joven de 10-15 cm de espesor. Es menos elástico que las nilas y se quiebra por efecto del mar de leva. Usualmente se junta bajo presión. (2.4.1)

HIELO GRIS-BLANCO (Grey-white ice [en]): Hielo joven de 15-30 cm de espesor. Bajo presión es más probable que se acorde antes que se apile. (2.4.2)

HIELO GRUESO DE PRIMER AÑO (Thick first-year ice [en]): Hielo de primer año de más de 120 cm de espesor. (2.5.3)

HIELO HOSTIL (Hostile ice [en]): Desde el punto de vista del submarinista, techo de hielo que no contiene grandes lumbreras u otros rasgos que permitan un submarino emerger a la superficie. (13.3)

HIELO INUNDADO (Flooded ice [en]): Hielo marino que ha sido inundado por agua líquida o agua de río y es pesadamente cargado de agua y nieve húmeda. (9.5)

HIELO JOVEN (Young ice [en]): Hielo en la etapa de transición entre nilas y hielo de primer año, con 10-30 cm de espesor. Puede ser subdividido en hielo gris y hielo gris-blanco. (2.4)

HIELO LACUSTRE (Lake ice[en]): Hielo formado sobre un lago sin considerar el lugar en donde se lo observe. (1.3)

HIELO MARINO (Sea ice[en]): Cualquier forma de hielo encontrado en el mar, originado por la congelación de agua de mar. (1.1)

HIELO MEDIO DE PRIMER AÑO (Medium first-year ice [en]): Hielo de primer año de 70-120 cm de espesor. (2.5.2)

HIELO MONTADO SOBRE LA COSTA (Shore ice ride-up [en]): Proceso por el cual el hielo es empujado a la costa como una placa. (6.5)

HIELO MUY ABIERTO (Very open ice [en]): Hielo flotante con concentración de 1/10 a 3/10 y agua predomina sobre el hielo. (4.2.5)

HIELO MUY CERRADO (Very close ice [en]): Hielo flotante con concentración de 9/10 a menos de 10/10. (4.2.2)

HIELO NEVADO (Snow-covered ice [en]): Hielo cubierto con nieve. (8.6)

HIELO NUEVO (New ice [en]): Término general para el hielo recientemente formado que incluye cristales de hielo, hielo grasoso, pasta y shuga. Estos tipos de hielo están compuestos de cristales de hielo que sólo están débilmente soldados entre sí por congelamiento (si es que todos lo están) y tienen una forma definida únicamente mientras ellos están a flote. (2.1)

HIELO PANQUEQUE (Pancake ice [en]): Trozos de hielo predominantemente circulares de 30 cm a 3 m de diámetro, y hasta 10 cm de espesor, con bordes levantados por los choques entre uno y otro. Pueden formarse sobre un mar de leva suave, de hielo grasoso, shuga o pasta, o de rupturas de costra de hielo o nilas; o bajo severas condiciones de mar de leva y de viento, de hielo gris. Algunas veces se forman a cierta profundidad, en la interfase entre cuerpos de agua de distintas características físicas, desde donde aflora a la superficie; su aparición puede rápidamente cubrir vastas áreas de agua. (4.3.1)

HIELO PLANO (Level ice [en]): Hielo marino el cual no ha sido afectado por deformación. (8.1)

HIELO PODRIDO (Rotten ice [en]): Hielo marino que se ha comenzado a alveolarse y que se encuentra en un estado avanzado de desintegración. (9.4)

HIELO SECO (Dried ice [en]): Hielo marino de la superficie del cual ha desaparecido el

agua líquida luego de la formación de grietas y alvéolos de fusión. Durante el período de secado, la superficie se emblanquece. (9.3)

HIELO SOBREESCURRIDO (Rafted ice [en]): Tipo de hielo deformado que se forma por pasaje de un trozo sobre otro (cf sobreescurreamiento de dedos). (8.2.1)

HIELO SOBREESCURRIDO CON FORMA DE DEDOS (Finger rafted ice [en]): Tipo de hielo sobreescurreido en el cual los bandejos se asemejan a ‘dedos’ entrelazados alternándose uno arriba y otro abajo. (8.2.1.1)

HIELO VARADO (Grounded ice [en]): Hielo flotante varado en bajos fondos. (3.4)

HIELO VIEJO (Old ice [en]): Hielo marino que ha sobrevivido al menos un derretimiento de verano; de espesor típico de hasta 3 m o más. La mayoría de los rasgos topográficos son más suaves que sobre el hielo de primer año. Puede ser subdividido en hielo de segundo año y hielo de varios años. (2.6)

HUMO DE MAR (Frost smoke [en]): Nubes semejante a neblina producidas por el contacto del aire frío con el agua de mar relativamente más cálida, que puede aparecer sobre aberturas de agua en el hielo o a sotavento del borde del hielo, y que puede persistir mientras el hielo se está formando. (11.3)

ISLA DE HIELO (Ice island [en]): Gran trozo de hielo flotante sobresaliendo unos 5 m sobre el nivel del mar, que se ha desprendido de una barrera de hielo ártica, teniendo 30-50 m de espesor y un área de unos pocos miles de metros cuadrados a 500 km² o más, y usualmente caracterizado por una superficie regularmente ondulada lo cual le da un aspecto acanalado desde el aire. (10.4.3)

ISTMO DE HIELO (Ice isthmus [en]): Conexión angosta entre dos áreas de hielo muy cerradas o compactas. Puede ser difícil de atravesar, mientras sea parte algunas veces de una ruta recomendada. (4.4.5.1)

LENGUA (Tongue [en]): Saliente del borde del hielo de varios kilómetros de longitud, causada por viento o corriente. (4.4.4)

LENGUA DE GLACIAR (Glacier tongue [en]): Extensión de un glaciar proyectada hacia el mar, usualmente a flote. En la Antártida, las lenguas de glaciar pueden extenderse sobre varias decenas de kilómetros. (10.2.4)

LENGUA DE TÉMPANO (Iceberg tongue [en]): Una mayor acumulación de témpanos proyectada desde la costa, retenida en su lugar por varadura y unidos entre sí por hielo fijo. (10.4.2.3)

LIBRE DE HIELO (Ice-free [en]): No hay hielo presente. Si cualquier tipo de hielo está presente éste término no debe ser usado. (4.2.8)

LÍMITE DE HIELO (Ice limit [en]): Término climatológico referido a la extensión extrema mínima o extrema máxima del borde de hielo correspondiente a un mes o período basado en observaciones sobre un número de años. El término debe ser precedido por mínimo o máximo (cf borde medio de hielo). (4.4.8.3)

LUMBRERAS (Skylight [en]): Desde el punto de vista del submarinista, capas delgadas en el techo de hielo, usualmente de menos de 1 m de espesor y una apareciendo desde abajo como manchas relativamente claras, translúcidas en la oscuridad circundante. La superficie inferior de estas lumbreras es normalmente chata. Las lumbreras son llamadas grandes si es lo bastante gran para permitir la emersión de un submarino a través de ellas (120 m) o pequeñas si no lo permiten. (13.6)

MACIZO DE HIELO (Ice massif [en]): Acumulación variable de hielo cerrado o muy cerrado cubriendo cientos de kilómetros cuadrados que es encontrada en la misma región cada verano. (4.4.2)

MANCHÓN DE HIELO (Ice patch [en]): Área de hielo flotante de menos de 10 km a través. (4.4.1.4)

MONTÍCULO (Hummock [en]): Loma pequeña de hielo quebrado que ha sido forzado hacia arriba por efecto de la presión. Puede ser nuevo o erosionado. El volumen sumergido de hielo quebrado debajo del montículo por efecto de presión se denomina bummock. (8.2.3)

MONTÍCULO VARADO (Grounded hummock [en]): Formación de hielo varado y

amonticulado. Hay montículos varados aislados e hileras (o cadenas) de montículos varados. (3.4.2)

NEVIZA (Firn [en]): Nieve vieja que ha recristalizado en un material denso. A diferencia de la nieve ordinaria, las partículas son hasta cierto punto juntadas unas con otras, pero, a diferencia del hielo, los espacios de aire en ese material aún se conectan entre sí. (10.1)

NIEVE A LA DERIVA (Snowdrift [en]): Acumulación de nieve arrastrada por el viento depositada a sotavento de obstrucciones o protuberancias por los remolinos del viento. Nieve a la deriva con forma de luna creciente, con las puntas apuntando viento abajo, es conocida como barca de nieve. (8.6.2)

NILAS (Nilas [en]): Costra de hielo delgada y elástica, que se dobla fácilmente por efecto de las olas de viento y mar de leva y bajo presión interponiéndose en un modelo de ‘dedos’ entrelazados (Sobreescurreamiento de dedos). Tiene una superficie mate y hasta 10 cm de espesor. Puede subdividirse en nilas oscuras y nilas claras. (2.2)

NILAS CLARAS (Light nilas [en]): Nilas que tiene más de 5 cm de espesor y preferentemente de color más claro que la nilas oscuras. (2.2.2)

NILAS OSCURAS (Dark nilas [en]): Nilas que tiene por debajo de 5 cm de espesor y coloración muy oscura. (2.2.1)

PARED DE HIELO (Ice wall [en]): Acantilado de hielo formando el margen hacia el mar de un glaciar que no está a flote. Una pared de hielo está varada, el basamento rocoso está a nivel o por debajo del nivel mar. (cf frente de hielo). (10.2.2)

PASTA O GRUMO (Slush [en]): Nieve que está saturada y mezclada con agua sobre superficies terrestres o de hielo, o como una masa flotante viscosa en agua después de una intensa nevada. (2.1.3)

PIE DE HIELO (Icefoot [en]): Una angosta pestaña de hielo anexada a la costa e inmóvil por mareas y permaneciendo después que el hielo fijo se ha apartado. (3.2)

POLINIA (Polynya [en]): Cualquier abertura de forma irregular encerrada en hielo. Las polinias pueden contener escombros de hielo y/o estar cubiertas con hielo nuevo, nilas o hielo joven. (7.4)

POLINIA COSTERA (Shore polynya [en]): Polinia entre hielo a la deriva y la costa o entre hielo a la deriva y el frente del hielo. (7.4.1)

POLINIA GRIETADA (Flaw polynya [en]): Polinia entre hielo a la deriva y hielo fijo. (7.4.2)

POLINIA RECURRENTE (Recurring polynya [en]): Polinia, que reaparece en la misma posición cada año. (7.4.3)

PUERTO DE HIELO (Ice port [en]): Bahiamiento en el frente del hielo, a menudo de naturaleza temporaria, en donde los buques pueden amarrar a lo largo y descargar directamente sobre la barrera de hielo. (12.8)

QUILLA DE HIELO (Ice keel [en]): Desde el punto de vista del submarinista, la proyección hacia abajo de un cordón sobre el lado de abajo de un techo de hielo; la contraparte de un cordón. Las quillas de hielo pueden extenderse hasta 50 m por debajo del nivel del mar. (13.5)

RAJADURA (Crack [en]): Cualquier fractura de hielo fijo, hielo consolidado o de un bandejón aislado la cual puede haber sido seguida de una separación de unos pocos centímetros a 1 m. (7.1.1)

RAJADURA DE MAREA (Tide crack [en]): Rajadura en la línea de unión entre pie de hielo o pared de hielo inmóvil y hielo fijo, este último sujeto a subir y bajar por la marea. (7.1.1.1)

RESPLANDOR DEL HIELO (Ice blink [en]): Iluminación blanquecina en las nubes bajas sobre una acumulación distante de hielo. (11.2)

SASTRUGI (Sastrugi [en]): Cordones irregulares y agudos formados sobre una superficie nevada por erosión del viento y deposición. En hielo a la deriva los cordones son paralelos a la dirección del viento predominante en el momento en que ellos fueron formados. (8.6.1)

SHUGA (Shuga [en]): Acumulación de terrones de hielo blanco esponjoso, de pocos centímetros de espesor; se forman del hielo grasoso o pastoso y algunas veces de hielo de fondo que ascendiendo a la superficie. (2.1.4)

SOBREESCURRIMIENTO (Rafting [en]): Proceso de presión mediante el cual un trozo de hielo pasa por encima de otros. Más común en hielo nuevo y joven (cf sobreescurrecimiento de dedos). (6.4)

SOBREESCURRIMIENTO DE DEDOS (Finger rafting [en]): **Enmendado por ETSI-I (2001) para leer:** Tipo de sobreescurrecimiento por el cual los encastres entrelazados están formados como “dedos” alternadamente sobre y debajo del otro hielo. Esto es comúnmente encontrado en nilas y hielo gris. (Fue observado que el sobreescurrecimiento de dedos en hielo gris es común en la Antártida). (6.4.1)

TECHO DE HIELO (Ice canopy [en]): Hielo a la deriva desde el punto de vista del submarinista. (13.1).

TEMPANITO MARINO (Floeberg [en]): Trozo de hielo marino macizo compuesto de un montículo de hielo o un grupo de soladados entre sí por congelamiento, y separado de cualquier hielo circundante. Generalmente puede emerger hasta 5 m sobre el nivel del mar. (4.3.4)

TÉMPANO (Iceberg [en]): Véase 10.4.2. – Trozo de hielo macizo de formas muy variadas, sobresaliendo más de 5 m sobre el nivel del mar, que se ha desprendido de un glaciar, y puede estar a flote o varado. Los témpanos pueden ser descriptos como tabulares, abovedados (forma de domo), inclinados, pinaculares, afectados por temperie o témpanos de glaciar. (4.3.7)

TÉMPANO DE GLACIAR (Glacier berg [en]): Véase 10.4.2.1 - Témpano de forma irregular. (4.3.8)

TÉMPANO TABULAR (Tabular berg [en]): Véase 10.4.2.2 - Témpano de tope plano. La mayoría de los témpanos tabulares se forman por el desprendimiento de una barrera de hielo y muestran estratos horizontales (cf isla de hielo). (4.3.9)

TORTA CHICA DE HIELO (Small ice cake [en]): Una torta de hielo de menos de 2 m a través. (4.3.3.1)

TORTA DE HIELO (Ice cake [en]): Cualquier trozo de hielo marino relativamente plano de menos de 20 m a través. (4.3.3)

ZONA DE FRACTURA (Fracture zone [en]): Area que tiene gran número de fracturas. (7.2)

ZONA DE HIELO ACORDONADO (Ridged ice zone [en]): Area en la cual se ha formado mucho hielo acordonado con características similares. (8.2.2.6.1)

Capítulo 10

SUPERVIVENCIA EN LA ANTARTIDA

Néstor O. Faccio

TEMARIO

10.1 Introducción

10.2 Procedimientos a seguir ante una situación de emergencia

- 10.2.1 Medidas a tomar para facilitar el rescate
- 10.2.2 Encendido del fuego
- 10.2.3 Necesidad de obtención de agua

10.3 Refugio

- 10.3.1 Reparos naturales mejorados
- 10.3.2 Refugios expeditivos
 - a) Pozo en la nieve/hielo
 - b) Cueva de nieve
 - c) Iglú
- 10.3.3 Alojamiento sobre hielo marino

10.4 Normas para la vida en el alojamiento

10.5 La alimentación en función de los recursos naturales

- 10.5.1 Aves
 - a) Pingüinos
 - b) Otras especies de aves
- 10.5.2 Mamíferos
 - a) Foca cangrejera
 - b) Foca de Weddell
 - c) Foca de Ross
 - d) Foca leopardo
 - e) Elefante marino
- 10.5.3 Peces
- 10.5.4 Krill
- 10.5.5 Algas

10.6 Zona de grietas

- 10.6.1 Pasaje de grietas

10.7 Elementos y accesorios necesarios

- 10.7.1 Cuerdas
- 10.7.2 Eslingas
- 10.7.3 Mosquetones
- 10.7.4 Clavos para hielo
- 10.7.5 Piqueta
- 10.7.6 Grampones

10.8 Señales

- 10.8.1 Código de señales internacional
 - a) Señales tierra-aire
 - b) Señales aire-tierra

10.9 Consideraciones finales

10.1 Introducción

El continente antártico no ofrece alimentos, agua dulce en estado líquido, materiales para refugios, ni fuente alguna de energía, por lo que el hombre debe llevarse absolutamente todo para subsistir.

Este particular ambiente geográfico resulta ser poco propicio para la vida del hombre.

Las características particulares y extremadamente rigurosas, constituyen “peligros” permanentes, que el hombre tendrá que superar para “sobrevivir”.

Este continente, considerado “muerto”, se transforma en un verdadero obstáculo y desafío para la vida humana.

No se podrá sobrevivir sin una adecuada capacitación.

Dicha capacitación tendrá que ser previa, minuciosa, metódica y completa.

Quien viaje a la Antártida deberá poseer amplios conocimientos de “técnica polar”, para poder resolver el problema de la vida en esa zona inhóspita y más aún en caso de emergencia.

La “técnica polar” es el conjunto de procedimientos, recursos y habilidades específicas que se emplean para evitar, disminuir y/o sortear los distintos y variados obstáculos que la geografía antártica impone.

Los procedimientos, recursos y habilidades que se deberán adquirir, están en íntima relación con la supervivencia: de no mediar una preparación previa, la posibilidad de sobrevivir será remota.

Lo que se expresará a continuación, es una síntesis del resultado de las experiencias vividas en la Antártida por veteranos exploradores de la zona, durante un período que abarca muchos años.

El personal tendrá que estar en condiciones de sobrevivir en grupo y si fuese necesario aislado, de las resoluciones que adopte y de la aplicación de la técnica adquirida, correcta o no, dependerá su vida.

La iniciativa, previsión y precaución y la permanente e inquebrantable “voluntad de vencer”, serán las características distintivas de quienes deban viajar al continente antártico.

Las tripulaciones de los buques que naveguen en los mares antárticos deberán tener un adecuado número de personal especialista en dicha técnica,

con la experiencia necesaria, a efectos de asesorar y guiar al resto de la tripulación y pasaje, en caso de alguna emergencia. Serán también los responsables de instruir a dicho personal durante la navegación.

La oportuna preparación, proporciona al individuo una gran fuerza psicológica para hacer frente a sus dificultades. Por supuesto, nadie “espera” verse en esas circunstancias pero podemos “prevenir” ciertos riesgos que nos favorecerán.

El presente trabajo es solo una guía que, puesta en práctica, constituirá un firme sostén psicológico en las distintas y variadas situaciones de emergencia en las que nos podamos encontrar. El miedo no solo que es normal, sino saludable. El miedo agudiza nuestros sentidos y nos templea para afrontar con éxito los peligros que nos amenazan, o sea, nos prepara para la defensa. No obstante tiene que ser refrenado y debidamente canalizado para que no se transforme en pánico.

El pánico es la reacción MAS DESTRUCTIVA que puede darse en caso de SUPERVIVENCIA, puesto que las energías se desperdician, el pensamiento racional queda disminuido o completamente destruido y toda acción positiva con miras a sobrevivir se torna imposible. El pánico conduce no pocas veces a la desesperación, enemiga acérrima en tales circunstancias.

Para hacer del miedo un aliado y del pánico una imposibilidad, es menester adoptar ciertas medidas de tipo mental que fomenten en nosotros una actitud positiva.

Como ya hemos dicho, una adecuada preparación y el conocimiento de las técnicas básicas de supervivencia inspiran seguridad, lo cual es ya un primer paso hacia el dominio de sí mismo y del medio ambiente.

Además importa OCUPAR LA MENTE DE INMEDIATO con un análisis de la situación y de las tareas que se impongan con mayor urgencia. La soledad y el tedio son compañeros inseparables del miedo y el pánico; pero al contrario de éstos, no se apoderan de nosotros brutal y repentinamente, sino con suavidad y de manera gradual, sin que nos demos cuenta. En general sobrevienen una vez concluidas las tareas básicas de supervivencia y cubiertas las necesidades más apremiantes: agua, comida, refugio y vestuario. La soledad y el tedio definen al individuo y socavan su voluntad de sobrevivir.

El antídoto psicológico contra ambos estados de ánimo, es el mismo que se emplea para combatir los anteriores: MANTENER LA MENTE OCUPADA.

Para ello se deben establecer prioridades y cometidos que disminuyan la incomodidad, incrementen las posibilidades de rescate y garanticen la supervivencia el mayor tiempo posible.

Las actividades han de ser amplias, por ejemplo, la construcción de un refugio o acciones que deben repetirse cada día, como llevar un diario.

La soledad y el aburrimiento solo pueden darse cuando no existe una línea positiva de pensamiento y conducta. En situaciones de supervivencia quedan siempre muchas cosas por hacer.

La supervivencia en grupo es a veces una ayuda y otras un peligro para la supervivencia individual. Obviamente, el disponer de muchas manos para ejecutar las tareas indispensables y el contacto con otras personas, contribuyen a una mayor firmeza psicológica.

Pero conviene recordar que la fuerza de una cadena es la de su eslabón más débil y que las dificultades inherentes a la supervivencia colectiva pueden verse multiplicadas por el número de individuos que han de sobrevivir. La supervivencia colectiva introduce en ocasiones, un nuevo elemento destructor: LA INDECISION, que debe evitarse a toda costa.

Los grupos que trabajan al unísono obedeciendo a jefes responsables, tienen las máximas posibilidades de sobrevivir. Si el jefe ha sido víctima de las circunstancias, deberá elegirse uno nuevo. Normalmente surgen líderes que se harán cargo de la situación en forma natural.

Es importante recalcar que la mayor prueba a que se verán sometidos sus nervios y su voluntad, sobrevendrá precisamente en el momento en que la persona se crea casi rescatada, es decir, cuando la aeronave o el buque aparezcan y pasen de largo ignorantes de lo que sucede.

En tales casos, la depresión y la desesperación son impulsos naturales. Habrá que cuidarse de sucumbir a ellos. Si ha pasado un avión, ya pasará otro, si está recorriendo sistemáticamente la zona, es indicio de que alguien nos busca. Ahora es cuando hay que aplicar a fondo las energías disponibles y utilizar todas las técnicas de supervivencia para que los encuentren en buen estado la próxima vez que pasen y los vean; pues habrá siempre una próxima vez.

Podríamos decir que la supervivencia en la Antártida, consiste en la correcta aplicación de la técnica adquirida y en la disposición más adecuada de los recursos que se dispongan y de los recursos naturales existentes en la zona a efectos de conservar las energías orgánicas necesarias para mantener por mayor tiempo la vida.

10.2 Procedimientos a seguir ante una situación de emergencia

En caso que se deba abandonar una embarcación, se procederá según las indicaciones de la tripulación de la misma, la supervivencia en el mar no está incluida en este capítulo.

Si la emergencia se produce en proximidades de la costa o de hielo marino, lo aconsejable es dirigirse hacia esos lugares, puesto que ofrece mayores posibilidades de sobrevivir hasta que se produzca el rescate. Se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) Recordar que la permanencia en el lugar aumentará la posibilidad del rescate.
- b) Por sobre todas las cosas MANTENER LA CALMA Y EVITAR EL PANICO. La confianza se obtiene mediante el entrenamiento.
- c) Conservar el calor y la energía del cuerpo.
- d) Efectuar anotaciones para mantener la noción del tiempo.
- e) Construir un alojamiento.
- f) Revistar el equipo y víveres que se dispongan.
- g) Analizar la situación y preparar el plan de acción a seguir.
- h) Proporcionar a los heridos, si es que los hay, los primeros auxilios y, de ser posible, protegerlos de las inclemencias del tiempo.
- i) Intentar comunicarse, si se dispone de un equipo de radio, manteniendo un horario de transmisión estable. Si no se logra establecer contacto, emitir radioseñales siguiendo un horario.

- j) Centralizar los alimentos y administrarlos.
- k) Recordar que se podrá sobrevivir con agua dulce durante casi 10 días aproximadamente, pero para ello no se deberán realizar esfuerzos y se tendrá que estar alojado con cierta comodidad y protegido de las inclemencias del tiempo.
- l) Buscar por todos los medios obtener alimentos de la zona, aves, mamíferos, peces, algas, etc.

10.2.4 Medidas a tomar para facilitar el rescate:

- a) Al oír el ruido de un avión o un helicóptero, recorrer el horizonte a intervalos frecuentes con algún espejo.
- b) Comunicarse con estos por medio de paños de señalamiento.
- c) Buscar y señalar una zona de anevizaje segura para el avión o helicóptero de rescate.
- d) Si está sobre mar congelado, tener en cuenta que para que pueda anevizar un avión tipo "C 130", el hielo deberá tener un espesor de por lo menos 155 cm, y para uno tipo "C 47", 80 cm. De no existir este espesor, el avión no podrá anevizar. De tratarse de un helicóptero, el espesor del hielo no constituirá un problema grave, ya que podrá mantenerse estacionario a muy baja altura hasta producirse el rescate.

10.2.2 Encendido del fuego

El fuego es necesario, en el alojamiento, para mantenerse seco, hacer señales, cocinar, derretir nieve y estar calefaccionado.

Se utilizará cualquier tipo de calentador que se pueda improvisar, el factor limitante será el combustible. Se podrá emplear grasa de foca, aceite, gas oil o nafta, dentro de un recipiente metálico. El aceite puede ser quemado mediante una mecha de trapo, empapado con nafta. La grasa de foca se mantiene prendida aún con viento.

El recipiente metálico se podrá mejorar cortando el borde superior en forma de ranuras rectas que servirán de escapes para las llamas y el humo. Luego se perforarán agujeros alrededor de la lata y a 2 cm del fondo, aproximadamente, para favo-

recer el tiraje. El combustible que se coloque deberá llegar al nivel de los agujeros. Para que la nafta dure más, podrá mezclarse con aceite usado. El aceite lubricante también podrá utilizarse como combustible, siempre que se le coloque alguna mecha. La misma podrá improvisarse con un pedazo de cuerda, soga, cigarrillo o trapo.

El aparente peligro que representa usar combustible como la nafta, se reduce mucho por la baja temperatura. No obstante, será conveniente experimentar al aire libre con los calentadores que se improvisen, antes de usarlos dentro del alojamiento.

10.2.3 Necesidad de obtención del agua

- a) Constituye la necesidad más vital. El consumo ideal es de 2 litros por día.
- b) Su obtención resulta dificultosa, por tenerse que derretir nieve o hielo para hacerla.
- c) Si se está sobre mar congelado, lejos de la costa, administrar y racionar el agua que se tenga. Si se encuentra hielo marino viejo, puede ser usado como fuente de agua potable, por haber perdido casi toda la sal. Si se duda, derretirla y probarla: si está aún salada no beberla.
- d) Evitar colocar nieve o hielo en la boca porque puede provocar dolores estomacales y hasta congelamiento de la lengua.
- e) Durante el verano, el derretimiento del hielo marino antiguo, forma charcos de agua dulce sobre los bandejones.
- f) La digestión requiere líquidos, si no tiene agua, NO COMA, la grasa corporal en esta situación será una óptima fuente de energía.
- g) El agua, durante grandes esfuerzos, será el mejor alimento para los músculos, además o en reemplazo del azúcar.

10.3 Refugio

El alojamiento, ante una determinada situación de emergencia, está en íntima relación con la su-

pervivencia. El personal deberá protegerse de las rigurosidades del clima hasta tanto se produzca el rescate; además favorecerá la recuperación integral, con cierta comodidad en relación a la situación que se viva y los recursos disponibles.

Los distintos tipos de alojamientos que se podrán improvisar, son los siguientes:

10.3.1 Reparos naturales mejorados

Serán aprovechados cuando las características ambientales, la situación meteorológica adversa, la insuficiente disponibilidad de tiempo o la falta de materiales, impidan la construcción de otra instalación más completa.

Estos reparos pueden realizarse, aprovechando accidentes del terreno como montículos de nieve, hielo, grietas o rocas y serán mejorados con bloques de hielo, nieve dura, lonas, paños, cajones, etc.

A pesar de que no es conveniente alojarse en un campo de grietas, ante determinadas circunstancias de emergencia, se podrá pernoctar dentro de ellas, siempre y cuando sus características así lo permitan.

Normalmente, se tiene idea de que las grietas son estrechas y profundas, pero también existen otras que son estrechas sólo en superficie y sumamente amplias a poca profundidad, como verdaderas cavernas. En estos casos se deberá tener la precaución de asegurarse de que los bordes y/o paredes flojas o sueltas, caigan al sondearlas con cualquier elemento punzante, piqueta, caña, escoplo, etc.

10.3.2 Refugios expeditivos

Serán construidos de formas y divisiones diversas, según el tiempo, material a disposición, condiciones climáticas y número de hombres a utilizarlo, para ser empleado ante una situación que implique la permanencia en el lugar durante un tiempo prolongado y no se disponga de otros medios para alojarse.

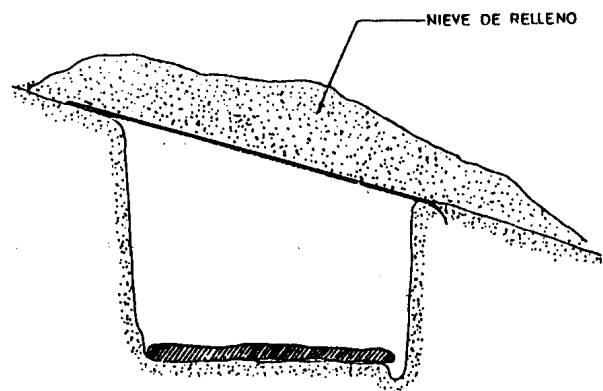
La construcción de estos refugios debe ofrecer una serie de ventajas en cuanto a su comodidad y aislación térmica para que el personal en emergencia tenga mayores posibilidades de sobrevivir. Para ello será necesario disponer de cierto tipo de nieve y equipo para cortar y preparar los bloques necesarios y/o cavar sobre el lugar elegido.

Si la nieve tiene suficiente firmeza para que el peso de un hombre no deje más que una ligera huella, puede considerarse apta para ser utilizada en forma de bloques. Primero conviene sondear para comprobar que la firmeza de la nieve es solo superficial o profunda.

Los refugios expeditivos que se pueden construir en la Antártida, por las características del terreno, son los siguientes:

a) Pozo en la nieve/hielo

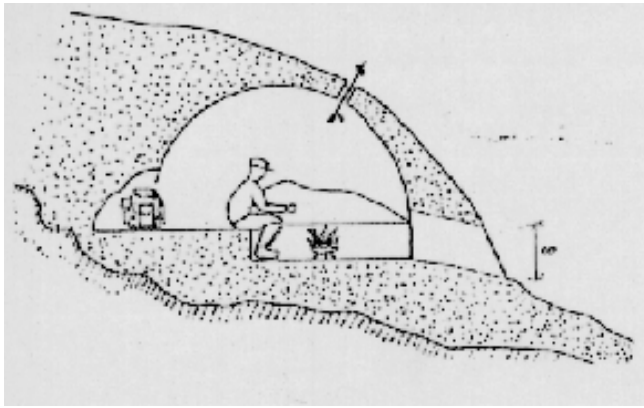
Se excava un pozo de las dimensiones deseadas y se lo recubre con los bloques que se extraigan. El techo debe tener cierta inclinación para que no produzca goteras.



b) Cueva de nieve

Pueden construirse fácilmente cuando la nieve es profunda y compacta.

Cuando se encienda fuego, en su interior, es muy probable que se ablande la nieve y se caiga el techo. Un orificio en la parte más alta de este, suministra ventilación y retarda la fusión de la nieve. Para mantener más alta la temperatura interior, todas las cuevas deben tener los bancos de dormir a un nivel superior al de la entrada.



c) Iglú

Tratándose de refugios seguros, de pronta y fácil construcción, es siempre aconsejable recurrir a este, cada vez que se deba alojar por varias noches; ofrece mayor comodidad y seguridad.

La construcción consiste en elevar sobre un basamento circular, una serie de bloques dispuestos en espiral y con una determinada inclinación de las caras, de manera de formar una cúpula.

i) Tipo de nieve necesaria

El iglú se puede construir con cualquier nieve, sin embargo, la más apta es la nieve compacta; la menos apta, la helada o harinosa porque son demasiado difíciles de trabajar o poco consistentes.

ii) Elementos necesarios, pala y cuchillo

La pala sirve para sacar los bloques de nieve; el cuchillo, para cortar los bloques cuando la nieve es demasiado dura y no permite el empleo de la pala. Para nieve muy dura conviene,

si se dispone, usar un serrucho.

iii) Capacidad en función de la dimensión

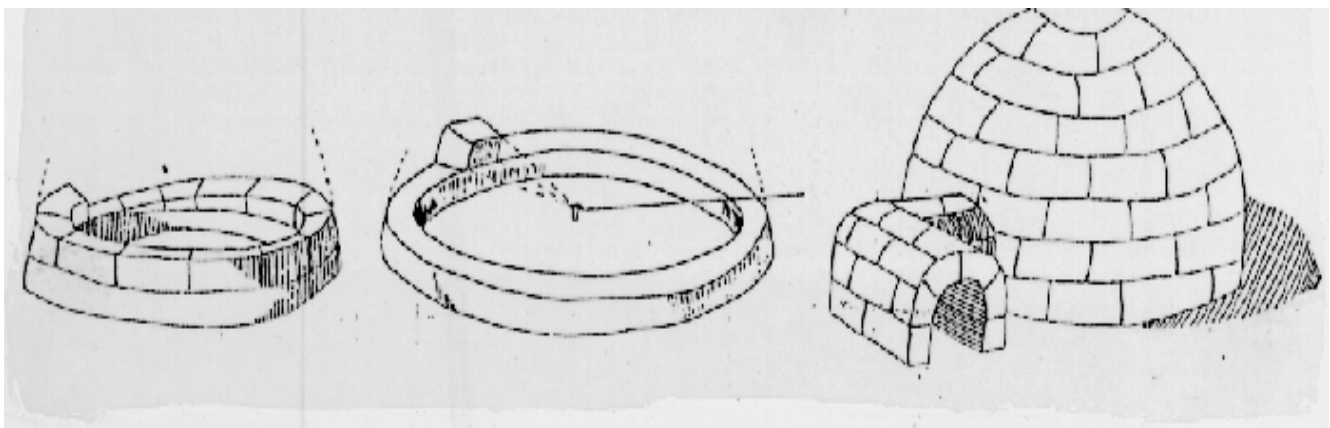
Radio interno	Capacidad
1,10 m	4/7 hombres
1,50 m	6/15 hombres
1,90 m	18/28 hombres

iv) Tiempo necesario para la construcción

Con personal adiestrado, un iglú de 1,10 m de radio puede ser construido por 3 hombres en 2 horas aproximadamente, personal sin experiencia tardará mucho más, pero el tiempo que se tarde en construirlo o el que se emplee a diario en agrandarlo y/o mejorarlo, servirá para mantener al hombre ocupado.

v) Procedimiento para la construcción

Se clavará cualquier elemento, piqueta, caña, palo, etc. en una superficie horizontal. Con la ayuda de una cuerda o algo similar, se marcará una circunferencia del radio deseado. Se cortarán bloques de nieve del interior del círculo, levantando una pared de aproximadamente 60 cm, se chanflearán los bordes de los bloques dándoles una suave inclinación hacia el centro del iglú. Luego se colocarán más bloques, pero con mayor inclinación, hasta cubrir toda la superficie del círculo. Se soldarán los espacios irregulares de la pares con nieve suelta, emparejando la superficie interna y externa. La entrada podrá construirse en forma de "ele", dejando siempre la abertura en forma perpendicular a la dirección predominante del viento.



10.3.3 Alojamiento sobre hielo marino

Siempre que sea posible, evitar alojarse sobre hielo marino, debido a que la nieve puede escasear y el mismo no es apto para la construcción de refugios. Es más seguro que el mar y menos que el continente.

Si no se puede evitar, buscar un bandejón sólido, de más de 20 cm de espesor. Cortar planchas de hielo delgadas para construir un refugio lo más chico posible, para incrementar su consistencia.

Se debe estar alistado y atento para abandonar el lugar en forma rápida, dado que en cualquier momento se podrá quebrar y formar canaletas en todas direcciones, normalmente peligrosas.

10.4 Normas para la vida en el alojamiento

Las siguientes normas deben ser tenidas especialmente en cuenta, las mismas tienden a mejorar las condiciones de vida de esas circunstancias, incrementando en consecuencia la comodidad, bienestar y recuperación integral del personal:

- a) Todo alojamiento deberá tener ventilación.
- b) Mantener el orden de manera tal que si se requiere el empleo de algún elemento del equipo, este pueda ser encontrado, aún sin luz.
- c) Las prendas o equipos húmedos o mojados se colgarán en la parte superior del refugio debido a que allí es donde se va a tener mayor temperatura.
- d) Se harán pozos en la nieve en aquellos lugares previstos, en el piso, para tirar residuos, hacer las necesidades fisiológicas y alejado de estos, uno para hacer agua.
- e) Si se tiene bolsas cama, introducirse en ellas solo con ropa interior.
- f) La ropa a utilizar al día siguiente se guardará dentro de ellas.
- g) Será conveniente no tocar las paredes interiores de la instalación a fin de evitar que por esos

lugares se produzcan filtraciones o goteras.

10.5 La alimentación en función de los recursos naturales

La fauna antártica, constituye el único recurso natural disponible y abunda normalmente en las costas y/o islas próximas a estas.

Especialmente durante el verano, en determinados sectores, resulta relativamente fácil obtener una adecuada cantidad de animales mediante la caza o la pesca, para satisfacer las necesidades alimenticias.

Cabe destacar que durante el invierno, la fauna marina prácticamente desaparece. Entre la fauna antártica, los animales fácilmente de obtener son los siguientes:

10.5.1 Aves

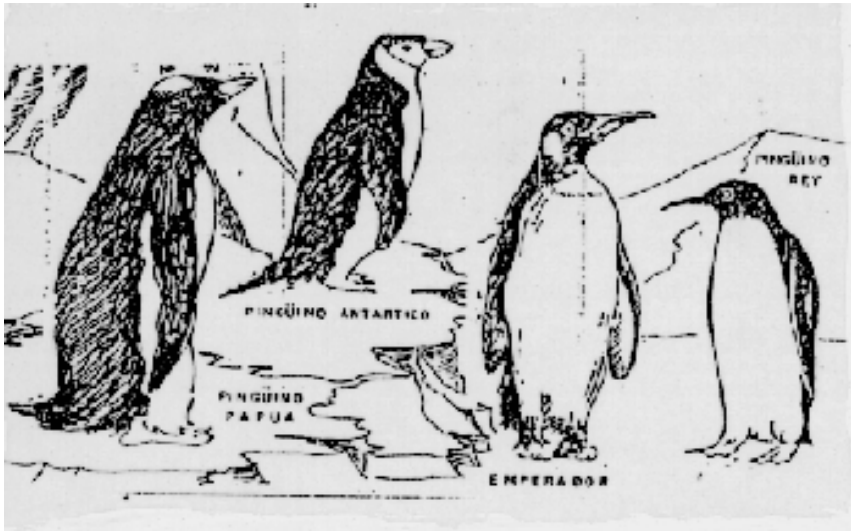
Todas las especies son utilizables.

a) Pingüinos

Es el ave más abundante, existen distintas especies, dentro del Círculo Polar se puede encontrar en cantidades reducidas el pingüino “Emperador”, de gran tamaño. El resto de las especies tiene su hábitat en el norte de la península Antártica.

Los pingüinos viven en colonias muy numerosas, de más de 10.000 ejemplares, que se forman durante el verano en las costas. Los más abundantes son los pingüinos “Adelia”.

Su carne, en especial su pechuga, es utilizable y gustosa, sumamente rica en proteínas. Cada pareja pone dos huevos hasta comienzos del mes de diciembre aproximadamente, son altamente nutritivos. Al cocinarlos, su clara mantiene el aspecto gelatinoso. Se los puede localizar a simple vista en los nidos de las colonias. Su caza resulta muy simple, ya que la misma consiste en tomarlos con las manos.

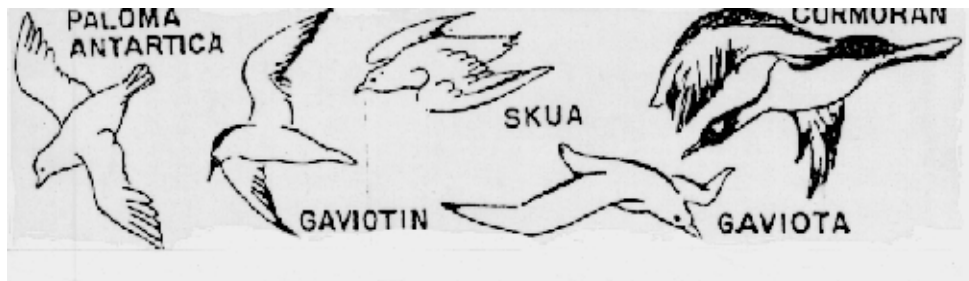


b) Otras especies de aves

Dentro del Círculo Polar podemos encontrar “petreles” y “skúas”. Estos últimos gozan de la distinción de ser las aves de distribución más meridional del mundo. Han sido observadas cerca del Polo Sur geográfico, pero su morada habitual es a lo largo de la costa.

El “petrel gigante”, el “petrel de Wilson”, la

“paloma antártica”, la “gaviota”, el “gaviotín” y el “albatros”, entre otros, habitan, al igual que los pingüinos, al norte de la península Antártica y por consiguiente se las puede llamar especies circumpolares. La caza de estas aves, a pesar de ser también fácil, requiere de trampas o de algún arma.



10.5.2 Mamíferos

Los mares antárticos, son muy ricos en mamíferos marinos, especialmente focas. Estas generalmente permanecen circunscriptas a la zona. Las especies más comunes que podemos encontrar, son las siguientes:

a) Foca cangrejera

Habita en invierno y en verano en cercanías

del hielo a la deriva y es circumpolar, aunque ocasionalmente aparezca en latitudes antárticas.

b) Foca de Weddell

Tiene una distribución más meridional que la anterior, se la encuentra generalmente sobre el hielo firme a lo largo de la costa durante todo el año.

c) Foca de Ross

Considerada circumpolar, habita la franja de hielo a la deriva.

d) Leopardo marino

Tiene difusión bastante amplia en el sentido latitudinal, ya que se encuentra a partir de las costas de la Antártida hasta ciertos lugares de la zona templada. Es agresivo.

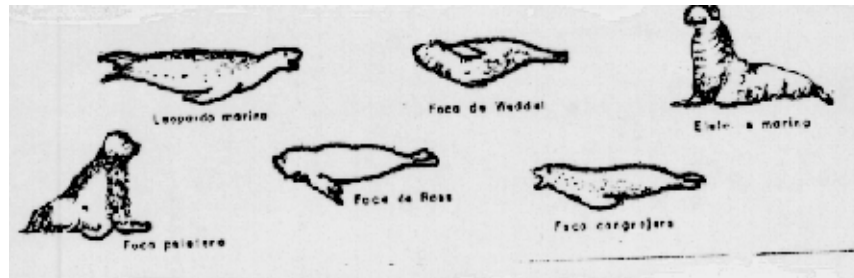
e) Elefante marino

Normalmente se cría en las islas subantárticas, pero aparece ocasionalmente en aguas de la península Antártica.

Estas especies son relativamente fáciles de cazar. Es preferible hacerlo cuando se encuentran

fuera del agua y con pocas posibilidades de retornar a la misma. Un golpe fuerte en el hocico los atonta y facilita el posterior degollamiento. Es necesario dejarlos desangrar lo máximo posible. Sus partes aprovechables son: el hígado, el corazón, los sesos y el lomo. Para quitar de su carne el olor característico y fuerte sabor que poseen, bastará con sumergir la carne en agua de mar por espacio de dos horas antes de cocinarla. La grasa extraída de las focas, servirá de combustible ya que arde con suma facilidad. Diez centímetros de grasa de foca proporcionará una llama durante varias horas.

Si se cuenta con un recipiente para colocar la grasa y se fabrica una mecha, se obtendrá luz y calor. Las cenizas de grasa de foca son, además, comestibles.

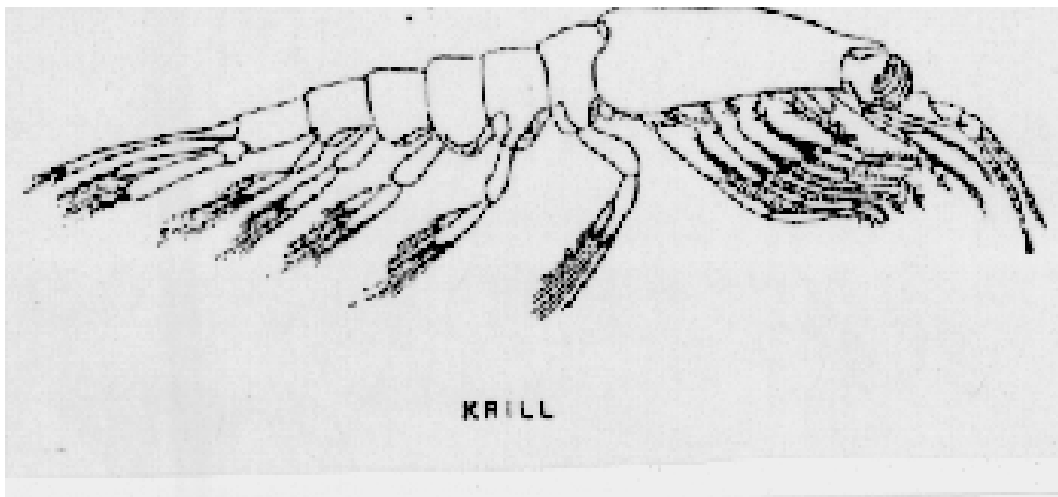


10.5.3 Peces

En las costas, se encuentra gran variedad de peces siendo el más común la “nototecnia”. Resulta muy fácil la pesca colocando carne de foca, de pingüino o bien un elemento de color rojo en el anzuelo. Cuando la marea está baja, suelen quedar atrapadas en pequeños charcos y se las puede atrapar con la mano.

10.5.4 Krill

Es un crustáceo con la apariencia de un camarón, de color rojo pálido, que en estado adulto puede alcanzar de 5 a 7 cm de longitud. Constituye el alimento del mundo del futuro por ser sumamente rico en proteínas. Se lo puede obtener fácilmente entre las piedras del fondo del mar cuando baja la marea.



10.5.5 Algas

Son vegetales que crecen en el fondo del mar.

Este es el mayor reservorio del mundo, ya que en él sedimentan las sales y minerales arrastrados por las corrientes marinas. Por lo tanto las algas son ricas en yodo, magnesio, fósforo, hierro y cobre. Tienen además aminoácidos esenciales y apreciables cantidades de vitaminas A, C, D y las del complejo B, necesarias para el funcionamiento normal del organismo humano.

10.6 Zona de grietas

Las nevadas acumulan nieve en los bordes de las grietas, las que se proyectan en forma de cornisas, constituyendo puentes de nieve que cubren total o parcialmente las mismas, haciendo en consecuencia peligrosos todos los desplazamientos que se realicen en muchas zonas de la Antártida; no obstante, puede determinarse con cierta precisión que en los siguientes lugares existen grietas:

- a) En proximidades de bloques de hielo o témpanos varados en el mar.
- b) En sectores marginales de la costa.
- c) En proximidades de las barreras de hielo.
- d) En proximidades de las montañas.
- e) En los bordes de las playas o depresiones del hielo continental.
- f) Durante el período estival, verano antártico o día polar, las grietas quedan normalmente al descubierto, alcanzando su anchura máxima.

Es en esta época cuando los desplazamientos resultan más peligrosos, aunque presenta la ventaja que se las puede detectar a simple vista.

Cabe destacar que no existe un método infalible para la detección de grietas, por lo tanto será conveniente que siempre se sondee la zona elegida para permanecer en ella y el camino elegido para algún eventual desplazamiento.

Nunca un hombre solo, salvo que haya quedado aislado y deba para sobrevivir hacerlo, deberá realizar ningún tipo de desplazamiento.

Excepcionalmente lo podrán hacer dos hombres y debidamente encordados.

10.6.1 Pasaje de grietas

Las grietas plenamente visibles, constituyen más un inconveniente, que un peligro real.

Por regla general, las pequeñas grietas pueden ser atravesadas de un salto, siempre que haya buenos puntos de apoyo, sobre ambos lados. Las grietas mayores, deben ser cruzadas por un puente lo bastante fuerte que soporte el peso de por lo menos un hombre, de lo contrario tendrán que ser esquivadas.

Siempre el personal tendrá que estar encordado; si se desplazan atentos y observan las medidas de seguridad, la caída de un hombre se interrumpirá instantáneamente por la tensión de la cordada.

10.7 Elementos y accesorios necesarios

El uso de un equipo adecuado en la Antártida, es tan importante como el dominio de las diversas técnicas, por ser este uno de los complementos imprescindibles para la correcta aplicación de aquellas.

Por lo expuesto, será de suma importancia disponer de los siguientes elementos y accesorios para ser utilizados ante una eventual situación de emergencia.

Las características y empleo de este material será explicado por los especialistas a bordo; no obstante se expondrá a continuación lo más importante en relación a su empleo.

10.7.1 Cuerdas

Se utilizarán para encordonarse, una cordada es la unión de dos o más hombres por medio de una de ellas.

Durante el desplazamiento a pie, aunque sean distancias cortas, será necesario unirse en cordada y más aún al desplazarse por terrenos desconocidos.

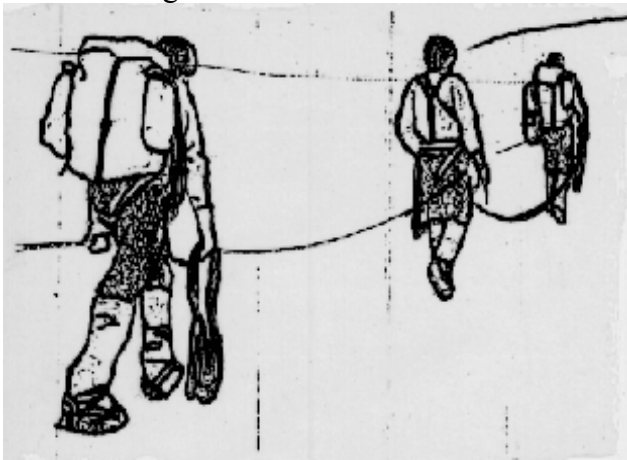
La cordada ideal para el desplazamiento a pie, es de tres hombres. Esta formación es ágil y permite una segura recuperación del hombre caído en una grieta.

La cordada utilizada por más de tres hombres,

se denomina “ciempiés” y se constituye para atravesar zonas muy agrietadas y peligrosas.

Será suficiente un intervalo de 8 a 10 metros entre hombre y hombre.

10.7.2 Eslingas



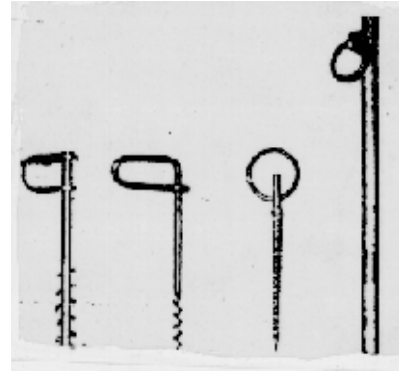
Se emplean principalmente para la confección de arneses y otros dispositivos de seguridad y rescate; eventualmente como cuerda de amarre, pasamanos, etc.

10.7.3 Mosquetones

Es el elemento indispensable para asegurar la cuerda a los clavos y arneses. Normalmente está constituido por un anillo metálico de alta resistencia, que puede abrirse mediante una leva.

10.7.4 Clavos para hielo

Se emplean para dar seguridad engancho la cuerda mediante un mosquetón.



10.7.5 Piqueta

La piqueta es el principal medio de ayuda cuando se transita por terreno nevado. Se la emplea como:

- Sostén, bastón.
- Sondeo de una zona de grietas.
- Anclaje para dar seguridad.
- Frenaje en caso de caídas.

10.7.6 Grampones

Su empleo facilitará el desplazamiento en pendientes de nieve dura o hielo.

10.8 Señales

El equipo de supervivencia, debe incluir también paños de señalamiento de color anaranjado o rojo. Si no se dispone de ellos, se deberán improvisar, a efectos de establecer un rápido enlace TIERRA-AIRE. Ante la aproximación de aviones de búsqueda, las señales a efectuar son de carácter internacional y conocidas por las tripulaciones de las aeronaves.

10.8.1 Código de señales internacional

a) Señales Tierra-Aire

Se emplean para las comunicaciones de emergencia.

b) Señales Aire-Tierra

El conocimiento de estas señales por parte del personal en emergencia es fundamental, ya que contribuirá a una rápida comprensión en caso de recibir apoyo aéreo.

Nro	MENSAJE	SEÑAL
1	Tenemos herido grave. Necesitamos médicos.	I
2	Necesitamos un botiquín de primera y/o medicamentos en general.	II
3	Imposible seguir. Regresamos.	XX
4	Necesitamos víveres.	F
5	Necesitamos medios de comunicación. Radio.	D
6	Necesitamos combustible y lubricantes.	L
7	Necesitamos cartografía de la zona y brújula.	□
8	Necesitamos repuestos para vehículos (bujías, lámparas, baterías).	I
9	No entendi. Aclare su mensaje.	JL
10	Comprendido. Todo está bien.	LL

11	Indíquenos la dirección a seguir.	K
12	Afirmativo. Sí.	Y
13	Negativo. No.	N
14	Avanzaremos en esta dirección.	↑
15	Necesitamos un mecánico.	W
16	Solamente hallamos a algunas personas.	++
17	La operación está terminada. Misión cumplida.	LLL
18	No hallamos nada. Continuaremos buscando.	NN

MENSAJE	ACTITUD DEL AVION
Comprendido	Balanceo de alas
No comprendido	Giro de 360 hacia la derecha, sobre el grupo
Sigan esta dirección	Pasar sobre el grupo balanceando las alas y siguiendo una dirección determinada. Se repite la maniobra 2 veces.

CONSIDERACIONES FINALES

Extractado del Manual de Supervivencia del Dr. J. Artigas, Sobrevivir es un arte.

Las capacidades individuales tienen gran importancia, las personas imaginativas y serenas están en superioridad de condiciones.

La aptitud física concede una ventaja adicional.

El entrenamiento previo es la mejor ventaja.

El miedo es el sistema que tiene el cuerpo para preparar la defensa.

Concentrarse solo en lo que es real.

Si está en grupo, no distraiga a quien más sabe, colabore. El estar solo, no es la situación ideal pero dispondrá de mucho tiempo para pensar sin que nadie lo distraiga.

Deje que lo invadan los buenos recuerdos, cuando se haya tranquilizado, actúe.

- S** obrevivir es su única misión.
- O** rdene los elementos útiles.
- B** uena ropa y alimentos son indispensables.
- R** eprese la instrucción de supervivencia.
- E** lija un lugar adecuado.
- V** enza el miedo, actúe lógicamente.
- I** mprovise, use su ingenio.
- V** ea el modo de mejorar su situación.
- E** studie los recursos de la región.
- N** o sobrestime sus fuerzas, ahorre energía.
- C** amine solo lo indispensable.
- I** ndique su ubicación con señales.
- A** dministre racionalmente los recursos.

Capítulo 11

ABANDONO EN AGUAS FRÍAS

Ignacio Alberto Arangio

TEMARIO

11.1 Introducción

11.2 Escenarios de evacuación

- 11.2.1 Aguas abiertas y hielo en crecimiento
- 11.2.2 Hielo nuevo y hielo joven
- 11.2.3 Hielo a la deriva abierto
- 11.2.4 Hielo acordonado
- 11.2.5 Hielo consolidado
- 11.2.6 Charcos sobre hielo
- 11.2.7 Resumen

11.3 Equipo y procedimientos para la evacuación de buques

- 11.3.1 Equipo personal
- 11.3.2 Equipo para evacuación de un buque
 - a) Botes salvavidas
 - b) Balsas salvavidas
 - c) Redes de desembarco
 - d) Escala
 - e) Grúas
- 11.3.3 Resumen

11.4 Supervivencia a flote

- 11.4.1 Ordenando la formación de botes y balsas
- 11.4.2 Refugio
- 11.4.3 Conservando el calor
 - a) Ropas
 - b) Equipo de dormir

11.5 Alimentos y agua

- 11.5.1 Raciones
- 11.5.2 Agua

11.6 Medios de comunicaciones

- 11.6.1 Comunicaciones radiales
 - 11.6.2 Señales pirotécnicas
-

11.1 Introducción

Muchos libros y estudios han sido publicados sobre el tema de la supervivencia en regiones frías, pero muy poco ha sido escrito sobre la supervivencia de tripulaciones navales en tales áreas.

En regiones frías, las circunstancias de la evacuación con las cuales debe enfrentarse la tripulación de un buque son diversas y pueden incluir la cobertura de hielo total o parcial, hielo delgado, hielo roto o hielo presionado.

A menudo estas condiciones del hielo estarán acompañadas por aire muy frío, bajas temperaturas del mar y fuertes vientos.

Tales combinaciones de temperatura, viento y hielo son significativamente diferentes de las condiciones para las cuales están normalmente desarrollados los equipos salvavidas y el adiestramiento de la tripulación convencional.

Este capítulo tiene por objeto proveer al marino información básica acerca de la supervivencia en regiones frías.

Incluye la revisión de situaciones de abandono y evacuación de buques, equipos y técnicas de supervivencia, temas de salud, flora y fauna.

La evacuación de buques en regiones frías puede exponer a los miembros de la tripulación a uno de los ambientes sobre la tierra más hostiles.

La supervivencia en este ambiente depende de la disponibilidad de equipo de supervivencia adecuado y del conocimiento de las técnicas de supervivencia.

Está bien reconocido que los factores más importantes para la supervivencia en regiones frías, en su orden aproximado, de importancia, son:

1. Calor y refugio.
2. Agua y comida.
3. Atención médica.

Muchos otros factores, tales como el procedimiento de evacuación de un buque y el conocimiento del sistema de búsqueda y rescate son diferentes para regiones frías y deben ser bien comprendidos.

Esto se basa en la información publicada anteriormente en una amplia gama de literatura, incluyendo los muchos estudios de investigación y especialmente en la guía de la Prefectura Canadiense.

La intención es proveer información sobre la evacuación de buques en regiones heladas y sobrevivir hasta ser rescatados.

La descripción será referida a los factores más importantes relacionados con la evacuación de buques y supervivencia.

Sin embargo, no incluiré información relacionada con los procedimientos comunes para la evacuación y la supervivencia en áreas más templadas. Asumo que tal conocimiento es enseñado como parte del proceso de adiestramiento de una tripulación.

11.2 Escenarios de evacuación

Las regiones de clima frío pueden estar caracterizadas por temperaturas del aire extremadamente bajas, temperaturas del mar bajas, vientos fuertes, mar agitado, niebla persistente y la presencia de hielo en el mar.

Estas características, tanto individualmente como combinadas, pueden producir escenarios de evacuación muy diferentes de aquellos esperados en las regiones para las cuales normalmente nos adiestramos.

Como resultado, la utilidad del equipo y los procedimientos de salvamento convencional puede estar drásticamente disminuida.

Los escenarios de evacuación para todas las regiones con clima frío tienen un factor común: frío extremo.

En presencia de temperaturas bajas y viento, los evacuados experimentan pérdidas de calor tanto convectivas como conductivas.

Esto puede ser pensado como una temperatura del aire más baja que la temperatura registrada.

La Tabla muestra el efecto sensación térmica.

La combinación de varias características del medio ambiente de la región de clima frío, da nacimiento a seis escenarios de evacuación:

- a) Aguas abiertas y hielo en crecimiento.
- b) Hielo nuevo y hielo joven.
- c) Hielo a la deriva abierto.
- d) Hielo acordonado.
- e) Hielo consolidado.
- f) Charcos sobre hielo.

Cada uno de estos escenarios presenta su pro

pio grupo de problemas, frente a una evacuación, utilizando el equipo convencional de un buque.

11.2.1 Aguas abiertas y hielo en crecimiento

En regiones frías, la altura de la ola en aguas abiertas depende de la ubicación. En zonas tales como el pasaje Drake las alturas de las olas pueden ser extremadamente altas, mientras que en otras zonas más protegidas, las alturas de las olas serán muy reducidas.

Las temperaturas mínimas extremas del aire pueden estar en los -30°C ; la temperatura de la superficie del mar puede variar de -2° a $+5^{\circ}\text{C}$ y la velocidad del viento puede ser muy alta.

El hielo en crecimiento puede ocurrir dentro de un rango de severidad cuando se combinan las temperaturas del aire con las condiciones de viento, tal como vimos antes.

Los resultados pueden ser muy severos, y pueden inhibir grandemente la habilidad para lanzar botes y balsas salvavidas.

Una espesa capa de hielo puede congelar las balsas contra sus cunas y los pescantes dificultando el lanzamiento de los botes.

En tales condiciones, es difícil evacuar el buque con seguridad.

Estas condiciones pueden ocurrir durante los meses de invierno en la zona más al norte de la Antártida y durante todo el año en las latitudes más altas.

En la mayoría de las zonas antárticas, la transición de aguas abiertas a hielo nuevo ocurre durante marzo, abril y mayo.

Más al norte, esto ocurre durante junio, julio y agosto.

11.2.2 Hielo nuevo, hielo joven

Durante marzo, abril y mayo en la mayoría de las zonas antárticas y durante junio, julio y agosto en el norte, la temperatura del aire es suficientemente baja como para provocar el crecimiento de hielo nuevo.

Aunque el espesor del hielo se incrementa rápidamente, hay un período durante el cual el hielo es demasiado delgado como para soportar el peso de una persona (menos de 7 cm de espesor), pero puede aún impedir que los botes y balsas salvavidas se alejen del buque.

Esta es una de las situaciones más peligrosas, dado que la misma puede restringir severamente los movimientos.

El hielo de transición de nuevo a joven puede soportar un peso sustancial, esto ocurre rápidamente, dependiendo de la temperatura del aire.

11.2.3 Hielo a la deriva abierto

Las condiciones de hielo a la deriva abierto consiste en bandejones grandes o pequeños, separados por aguas abiertas.

Tales condiciones pueden existir en todas las regiones de clima frío en varios momentos durante el año.

Normalmente, las temperaturas del aire serán muy bajas, las velocidades de los vientos serán altas y la niebla será persistente.

Los bandejones pueden estar comprimidos por la acción del viento y/o la corriente o pueden estar ampliamente separados con aguas relativamente calmas, abiertas entre ellos.

En bandejones grandes o pequeños y en campos abiertos o cerrados, se podrán lanzar los botes o balsas salvavidas, aun así podrían no alejarse y aún volcarse, debido al movimiento del campo de hielo.

Los bandejones grandes ofrecen algún refugio, pero la inestabilidad de los más pequeños impide su uso como plataforma salvavidas.

La transición desde estas condiciones depende de la estación:

- En el otoño, los hielos se consolidan porque la baja temperatura del aire favorece su crecimiento.
- En la primavera, los bandejones se deterioran. Eventualmente se funden a mediados o fines del verano. Aquellos que sobreviven al verano vuelven a crecer durante el otoño y se los llama luego hielos del segundo año.
-

11.2.4 Hielo acordonado

El hielo acordonado es el resultado de la presión generada por el viento y/o la corriente sobre los hielos flotantes.

Cuando los hielos flotantes se juntan bajo tal presión, son aplastados en los bordes y el resulta-

do puede ser: cordones de hielo, zonas de piezas de hielo rotas (trozos de hielo) o zonas de hielo amonticulado donde los hielos flotantes quedan colocados unos sobre otros, a veces en varias capas de profundidad.

El hielo en trozos usualmente soporta el peso de sobrevivientes y equipos, pero el movimiento desde el buque puede ser difícil.

La supervivencia depende de la habilidad de la tripulación para encontrar refugio un poco alejado del buque.

Temperaturas del aire muy bajas hacen esenciales el refugio y ropa de abrigo.

Aunque puede ser posible maniobrar con botes y balsas salvavidas en el camino abierto por el buque, frecuentemente el progreso es difícil porque dicho camino se congela pronto.

11.2.5 Hielo consolidado

El hielo consolidado cubre una gran zona y es suficientemente grueso como para soportar las presiones creadas por el viento y la corriente (dicho hielo puede tener más de dos metros de espesor).

Aunque pueden existir cordones dentro de un campo de hielo consolidado, serán relativamente estables hasta que comiencen las rupturas de la primavera.

Fragmentos de hielos flotantes del segundo año o de varios años que se congelaron durante la época de enfriamiento del otoño, pueden estar entremezclados dentro del hielo consolidado.

En tales condiciones, con vientos fuertes y dado lo abierto y liso de la cubierta de hielo, es difícil para los sobrevivientes encontrar refugio natural contra el viento.

Las temperaturas muy bajas del aire con potenciales vientos fuertes hacen esenciales el refugio y las ropas de abrigo.

11.2.6 Charcos sobre hielo

Los charcos sobre hielo aparecen durante la primavera y el comienzo del verano, cuando la temperatura del aire aumenta y derrite la nieve y la superficie del hielo.

Como resultado, el hielo consolidado y el hielo flotante son cubiertos con nieve húmeda, hielo blando, grandes charcos de agua o agujeros de fusión.

Ocasionalmente, la temperatura del aire puede descender debajo del nivel de congelamiento y la velocidad del viento puede ser alta.

Como resultado, algunos de los charcos o agujeros pueden estar cubiertos por un hielo fino que no soportará mucho peso.

Estas circunstancias ocurren en todas las regiones de clima frío.

Los botes y balsas salvavidas pueden ser lanzados sobre los agujeros de fusión, pero el movimiento para alejarse del buque puede ser peligroso si hay zonas de hielo podrido.

Además, las cubiertas naturales serán escasas y las condiciones serán húmedas y frías.

11.2.7 Resumen

Una variedad de condiciones de agua y hielo pueden ocurrir en regiones frías que pueden ser peligrosas para la tripulación de un buque y sus equipos durante una evacuación.

En particular, la acumulación de hielo, el hielo nuevo, joven compactado y los charcos sobre el hielo pueden presentar problemas especiales.

Estos problemas pueden ser parcialmente resueltos con el equipo salvavidas llevado hoy día a bordo, pero en algunas circunstancias se requerirán equipos y técnicas de supervivencia no convencionales.

11.3 Equipo y procedimientos para la evacuación de buques

La evacuación de un buque es siempre difícil.

Aún en condiciones cálidas y calmas el movimiento de la tripulación para ingresar a botes y balsas salvavidas puede ser peligroso.

En regiones de clima frío las dificultades se multiplican. Por lo tanto, el efecto de un clima frío sobre el personal y el equipo debe ser considerado cuidadosamente.

Cuando llegue la orden de evacuar el barco habrá muy poco tiempo para pensar en qué artículos de uso personal, como la ropa o equipo, se deben llevar.

Los temas de evacuación pueden ser divididos en aquellos concernientes a personal, equipo y la operación del equipo.

Hablaremos ahora sobre el equipo del personal y el equipo de a bordo del buque y las acciones requeridas como parte del proceso de evacuación, y analizaremos los seis escenarios que describen los peligros de una evacuación de un buque, que ya fueron antes presentados.

**PIENSE EN ESTO CON MUCHA
ANTICIPACION**

11.3.1 Equipo personal

Asegúrense que su equipo personal de supervivencia en la Antártida esté bien mantenido en su camarote.

Cuando es notificada de que el buque va a ser evacuado, la tripulación debe dirigirse rápidamente a sus camarotes, ponerse ropa de abrigo y recoger su traje para inmersiones y cualesquiera otros efectos personales que puedan mejorar la supervivencia.

Luego deben dirigirse a sus estaciones de abandono y esperar órdenes para la evacuación.

La temperatura del agua de mar, en regiones frías, es frecuentemente inferior a 0°C y pueden pasar muchas horas hasta el rescate.

En tales condiciones, los trajes para inmersiones no aíslan el cuerpo efectivamente.

En tierra o sobre hielo, los trajes para inmersiones son un pobre sustituto de la ropa aislante; la calidad de la aislación de estos trajes es insuficiente para proteger contra temperaturas muy frías del aire.

Sin embargo, si hay cualquier probabilidad de caer al agua, un traje para inmersiones provee la mejor protección. Un traje seco para inmersiones, vestido sobre ropa para abrigo, retendrá el calor por una o dos horas en temperaturas tan bajas como -40°C, si el individuo está activo (aunque una excesiva actividad puede provocar transpiración).

Si se está inactivo, un traje seco para inmersiones vestido sobre ropa para abrigo probablemente proveerá suficiente aislación como para retener el calor en temperaturas de alrededor de 5°C.

Con temperaturas del aire extremadamente bajas, vista ropa de abrigo debajo del traje para inmersiones.

Lo preferible es la ropa interior térmica vestida con medias gruesas, pantalones de abrigo y sweaters.

Lo mejor es colocarse toda la ropa de abrigo que el traje para inmersiones permita.

Esta ropa debe estar colocada antes de dirigirse a la estación de abandono, pero el traje para inmersiones debe colocárselo en la misma.

Puede ser necesario que la dotación actúe en parejas para ayudarse mutuamente en la colocación del traje para inmersiones.

Sería recomendable tener el siguiente equipo personal, para el caso de un imprevisto abandono:

ROPAS	VERANO	RESTO DEL AÑO
Gorro	1	1
Bufanda	1	1
Guantes	Un par	Un par
Medias gruesas	Un par	Un par
Pantalones de abrigo	1	-
Parka de abrigo	1	-
Pantalones para frío extremo	-	1
Parka para frío extremo	-	1
Ropa interior térmica	-	Un set

OTROS OBJETOS

Anteojos de sol	Un par	Un par
Fósforos	Dos Cajas	Dos cajas
Silbato	1	1
Jarro para beber	1	1
Cortaplumas	1	1
Mochila	1	1

**NO USE NINGUNO DE ESTOS
ARTICULOS PARA LAS TAREAS DIARIAS**

**LLEVE TODO LO QUE PUEDA
AUMENTAR SUS POSIBILIDADES
DE SUPERVIVENCIA**

11.3.2 Equipo para evacuación de un buque

Las redes de desembarco y escalas pueden ser útiles para la evacuación de abordó.

La utilidad de este equipo varía, dependiendo de las condiciones encontradas.

Todos los buques llevan botes y balsas salvavidas.

a) Botes salvavidas

Los botes salvavidas son los medios tradicionales de escapar de un buque dañado.

En las regiones de clima frío y particularmente en hielo marino, sin embargo, hay un peligro cierto de que estos botes sean inadecuados para proteger a la tripulación.

Las condiciones amenazantes para la vida existirán si el casco está dañado debido a una colisión contra el hielo, y el personal está expuesto a temperaturas extremadamente bajas.

Pueden estar propulsados manualmente (remos), motorizados o equipados con propulsión mecánica. Ser abiertos, parcialmente abiertos o totalmente cerrados.

* El casco

Los botes salvavidas pueden estar contruídos en madera, acero, aluminio o vidrio reforzado con plástico.

Generalmente, están apoyados sobre el buque, en pescantes que pueden ser del tipo radial, operado manualmente o tipo gravedad (los botes salvavidas de caída libre han sido incorporados recientemente sobre estructuras "off-shore" y algunos buques).

En aguas con hielos, hay una posibilidad cierta de daño al casco si estos botes son lanzados en caída libre.

**LOS BOTES SALVAVIDAS ABIERTOS NO
DAN PROTECCION CONTRA EL MEDIO
AMBIENTE**

** El motor

Se observará una disminución en el rendimiento de los motores en climas fríos, las bajas temperaturas y los hielos serán sus principales causantes.

Los motores de los botes salvavidas deben ser mantenidos calientes para asegurar un arranque confiable en temperaturas muy frías.

Elementos tales como bujías incandescentes dependen de la potencia de la batería, la que se reduce dramáticamente en un clima frío.

Debido al incremento en la viscosidad del aceite con el frío, se requiere mayor potencia para girar el motor.

A menudo el motor o el bote salvavidas mismo están equipados con un calefactor para mantener el motor por sobre la temperatura requerida para un arranque confiable.

La corriente para el sistema de calefacción se provee usualmente desde el tablero de emergencia buque.

Un envase de QUICK START debe mantenerse a mano para rociar dentro de la toma de aire del motor para poner éste en marcha en climas fríos.

Los motores enfriados con agua tienen tendencia a congelarse. Los sistemas de enfriamiento de motores de circuito cerrado serán llenados con glicol. Los motores enfriados con aire evitan este problema.

La hélice debe ser capaz de ser desacoplada del motor y estar protegida contra daños provocados por el hielo.

Los botes salvavidas pueden ser lanzados al agua, a los hielos flotantes, abiertos o al hielo delgado usando las mismas técnicas comunes para regiones más atemperadas.

A menos que los pescantes estén congelados, la tripulación ingresará a los botes en la cubierta y luego descenderá al agua.

Si hay congelamiento, el hielo debe ser removido con masas o martillos para limpiar las partes móviles de los pescantes.

Una vez en el agua, los botes pueden ser usados para reunir a las balsas lejos del buque; por otra parte, los bicheros pueden ser utilizados para romper el hielo que exista alrededor.

En condiciones de hielo delgado, el mismo puede estar suficientemente fracturado por la pre-

sencia del buque como para permitir que el bote progrese.

Cuando el bote salvavidas esté en peligro de ser aplastado, el bichero debe ser usado para protección contra cualquier hielo flotante que se aproxime.

Los botes salvavidas no podrán alejarse del buque si están rodeados por hielo consolidado, hielo fragmentado o hielo podrido, pues su peso será demasiado grande como para que la tripulación lo mueva sobre el hielo.

En tales circunstancias, deben usarse otros medios de abandono, tales como balsas salvavidas.

b) Balsas salvavidas

Las balsas salvavidas inflables son las más comunes y están construidas con goma o nylon recubierto con neoprene.

Estas balsas salvavidas están embaladas en contenedores y son estibadas sobre la cubierta listas para su uso inmediato.

Uno o más contenedores pueden ser estibados en un solo estante.

A menos que las cunas de las balsas salvavidas y disparadores estén congelados, pueden ser lanzadas del buque, al agua o a hielos flotantes abiertos, utilizando las mismas técnicas comunes a regiones más templadas.

Si hay congelamiento, el contenedor de la balsa debe ser limpiado del hielo utilizando masas o martillos.

El inflado se logra tirando de su "boza" (algunas balsas salvavidas están equipadas con un sistema de disparo hidrostático que inflará automáticamente la balsa cuando el contenedor sea cubierto por agua).

En temperaturas extremadamente bajas, puede que la balsa no se infle apropiadamente. En tales casos, si las circunstancias lo permiten, podrá ser inflada totalmente utilizando las bombas a fuelle provistas.

Las balsas salvavidas rígidas son "flotadores" con suficiente flotabilidad y superficie como para acomodar personal.

Estas balsas salvavidas convencionales pueden ser apropiadas para regiones templadas, pero las mismas no proveen protección contra el aire ambiente frío y pueden ser dañadas por el hielo del mar. Aún así, son mejores que no tener refugio, pero son inadecuadas.

Las balsas pueden ser desplazadas a remo o remolcadas por los botes salvavidas.

Una vez en el agua, las balsas deben ser alejadas del buque.

En hielos flotantes, las balsas salvavidas estarán en peligro de ser aplastadas y los remos deben ser usados para alejar los que se aproximen.

En hielo delgado, las balsas salvavidas son inútiles con frecuencia, porque el hielo puede impedir el movimiento y provocar pinchaduras.

El hielo puede estar suficientemente fracturado por la presencia del buque como para permitir que la balsa haga algún progreso.

Alternativamente, los remos pueden ser usados para romper el hielo alrededor.

Aproximadamente 7 cm de espesor de hielo se requieren para soportar el peso de una persona. Por lo tanto, si las condiciones son correctas, puede ser posible permanecer sobre el hielo y alejar la balsa salvavidas del buque arrastrándola.

En hielo consolidado, fragmentado o charcos sobre hielo, los contenedores de las balsas salvavidas deben ser descendidos a nivel de la superficie del hielo y luego ser llevados a una distancia segura antes de ser inflados. Esto implica la desconexión de la boza del buque.

El contenedor puede ser empujado fácilmente sobre el hielo por los miembros de la tripulación.

LAS RACIONES DE LOS BOTES Y LAS BALSAS SALVAVIDAS SON INADECUADOS PARA PERIODOS DE TIEMPO PROLONGADOS EN REGIONES DE CLIMA FRIO

c) Redes de desembarco

La mayoría de los buques están equipados con redes que normalmente están adosadas al costado de la escala y pueden ser utilizadas como redes de desembarco durante la evacuación del buque.

Si bien pueden ser utilizadas en cualquier escenario de evacuación, serán particularmente útiles sobre hielo consolidado, hielo fragmentado o charcos sobre hielo.

d) Escala

Algunos buques tienen escalas que están diseñadas para llegar cerca de la línea de agua.

Durante una evacuación sobre hielo consolida-

do, hielo fragmentado o charcos sobre hielo, estas escalas pueden ofrecer la manera más rápida y segura de llegar a la superficie del mismo.

e) Grúas

Las grúas pueden ser usadas para descender personal y equipo a la superficie del hielo si las circunstancias lo permiten, si hay tiempo para hacerlo y si el equipo está operativo.

En situaciones de abandono del buque, cuando el tiempo está limitado, no lo pierda tratando de poner operativas las grúas (vgr., quitándoles el hielo).

11.3.3 Resumen

En estos peligrosos escenarios, la evacuación puede ser menos difícil que con un estado de mar alto en regiones más templadas.

Sin embargo, la presencia de hielos flotantes, de hielo delgado o congelamientos cambia la naturaleza del proceso de evacuación de tal forma, que la utilidad del equipo convencional estará limitada.

El uso selectivo del equipo disponible para adaptarse a las circunstancias debe, en la mayoría de los casos, asegurar una evacuación exitosa.

Los oficiales y la tripulación deben diseñar planes de acción, detallando sobre qué hacer en cada escenario y cómo usar mejor el equipo disponible.

La preparación previa y la previsión incrementarán las posibilidades de una evacuación exitosa.

11.4 Supervivencia a flote

11.4.1 Ordenando la formación de botes y balsas

Los botes y las balsas salvavidas deben ser maniobrados hacia aguas abiertas y mantenidos en la formación más cerrada posible, evitando su contacto con masas de hielo flotantes.

Si bien las balsas pueden ser subidas sobre las masas de hielo más grandes, las más pequeñas corren peligro de darse vuelta campana.

11.4.2 Refugio

Las balsas salvavidas y los botes salvavidas cerrados no son refugios cómodos pero son los únicos disponibles.

Las aberturas deben mantenerse cerradas para conservar el aire caliente del interior pero se debe prestar especial atención a los respiraderos ya que una adecuada ventilación resulta vital.

Es muy importante que la misma sea adecuada.

Mantenga los respiraderos abiertos.

En los botes salvavidas total o parcialmente abiertos, se debe cubrir la abertura con una lona impermeabilizada.

11.4.3 Conservando el calor

En un bote salvavidas motorizado el área en torno al motor será más cálida.

Esta área debe reservarse para los más afectados por el frío.

a) Ropas

Use la ropa más abrigada posible.

Cuando resulte práctico se debe usar ropa para exteriores impermeabilizada, guantes y botas.

Si el interior del bote o la balsa está mojado, puede usar su traje de inmersión sobre la ropa de abrigo.

b) Equipo de dormir

Probablemente no resulte práctico usar bolsas de dormir dentro de botes y balsas mientras estén flotando.

La situación será de hacinamiento y las bolsas resultan inútiles si están mojadas.

LAS OPERACIONES DE BUSQUEDA Y RESCATE PODRAN ENCONTRARLOS MAS RAPIDO SI PERMANECEN CERCA DEL BUQUE

11.5 Alimentos y agua

Debe realizarse todo esfuerzo necesario para calentar el alimento y el agua antes de su ingestión.

Si se tomaran fríos la temperatura corporal puede descender, induciendo o agravando la hipotermia.

Debido al movimiento de los botes y balsas salvavidas es improbable que sea seguro utilizar calentadores o velas de supervivencia como fuente de calor.

Puede que sea posible, con gran cuidado, usarlos afuera sobre la capota del bote o en botes total o parcialmente abiertos.

LOS ALIMENTOS Y EL AGUA DEBEN SER CALENTADOS ANTES DE SU INGESTIÓN.

11.5.1 Raciones

Las raciones estándar de supervivencia consisten en galletas, caramelos de glucosa y, sólo en botes salvavidas, leche condensada.

Estos pueden ser complementados con cualquier alimento traído del barco durante la evacuación, incluyendo las bebidas de alto valor energético.

Las raciones deben ser distribuidas calculando que el rescate como mínimo llevará cinco días.

Para preservar las raciones y reducir la posibilidad de mareos no se debe comer durante las primeras veinticuatro horas luego de la evacuación.

11.5.2 Agua

No debe consumirse el agua de mar, ya que aumentará la sed y puede ocasionar diarrea y vómitos.

La provisión de agua potable estará contenida en sachets plásticos individuales o en potes plásticos y probablemente esté congelada.

El calor del motor del bote salvavidas puede derretir y calentar el agua fresca congelada contenida en sachets, pero no podrá usarse en el caso de los potes plásticos de inferior calidad, como así tampoco en las balsas salvavidas.

EL CONSUMO DE AGUA DE MAR AUMENTARÁ LA SED Y PUEDE OCASIONAR DIARREA Y VÓMITOS

11.6 Medios de comunicación

Un medio de comunicación es una parte esencial del equipo de seguridad transportado a bordo de un buque.

Los sobrevivientes deben ser capaces de alertar a las autoridades a cargo de las operaciones de búsqueda y rescate sobre su ubicación y situación.

Si pueden establecerse comunicaciones, se debe transmitir información que pueda ayudar a la operación de rescate.

Esta información incluye:

- Ubicación.
- Estado de salud de los sobrevivientes y requerimientos de atención sanitaria.
- Número de sobrevivientes.
- Situación actual del grupo de sobrevivientes:
 - ⇒ a salvo en botes salvavidas.
 - ⇒ sobre el hielo.
 - ⇒ en peligro inmediato por alguna razón.
- Tipo de asistencia que se requiere de inmediato:
 - ⇒ Agua.
 - ⇒ Comida.
 - ⇒ Médica
 - ⇒ Equipos de flotación adicionales.
- Descripción del lugar:
 - ⇒ Apto para aterrizaje de aeronaves.
 - ⇒ Navegación de embarcaciones.

Este tipo de información es necesaria para una eficiente operación de rescate y para minimizar las demoras.

LA VELOCIDAD CON QUE LOS SOBREVIVIENTES PUEDAN SER RECUPERADOS ES CRÍTICA.

11.6.1 Comunicaciones radiales

La radiocomunicación provee un vínculo vital para los buques.

Es una parte esencial de las operaciones de Búsqueda y Rescate (SAR) desde el primer mensaje de emergencia a las comunicaciones entre los sobrevivientes, los Centros de Coordinación de Rescate (CCR), las patrullas de rescate, dueños

del buque y otros buques en la zona.

No especificaré datos sobre sistemas de emergencia por exceder los alcances del tema.

Mencionaré solamente dos sobre las que se mantiene una guardia continua, ellas son las frecuencias de emergencias y alertas de 500 y 2182 KHz (MF) además todas las estaciones de radio portuarias mantienen guardia continua sobre la frecuencia de seguridad y alertas de 156.8 MHz (VHF).

En una emergencia, deben utilizarse los procedimientos y frecuencias internacionales designados.

Si esto fuera imposible, puede usarse cualquier otra frecuencia que llame la atención.

11.6.2 Señales pirotécnicas

La pirotecnia es parte del equipamiento normal de los botes y lanchas salvavidas, y puede ser utilizada para señalar la posición y los problemas.

Sin importar el color, cualquier señal pirotécnica será investigada por una patrulla de búsqueda.

En la blancura de la Antártida, señales luminosas verdes y rojas tendrán mejor resultado que las blancas.

Las siguientes señales son reconocidas internacionalmente por los servicios de rescate:

Señal luminosa roja	Necesito ayuda.
Señal luminosa blanca	Mensaje comprendido.
Señal luminosa verde	Regreso a la base.

Los miembros de las tripulaciones deben familiarizarse con los muchos tipos de materiales pirotécnicos que se llevan a bordo.

Las prácticas regulares de emergencias a bordo deben incluir la práctica en el disparo de material pirotécnico.

Velocidad del viento		TEMPERATURA EL AIRE (Grados Centígrados)														
		0	-4	-8	-12	-16	-20	-24	-28	-32	-36	-40	-44	-48	-52	-56
Nds	Km/h	TEMPERATURAS EQUIVALENTES POR ACCION DEL VIENTO (Grados C.)														
3	6	0	-4	-8	-12	-16	-20	-24	-28	-32	-36	-40	-44	-48	-52	-56
5	10	-4	-8	-13	-17	-22	-26	-31	-35	-40	-44	-49	-53	-58	-62	-67
11	20	-10	-15	-21	-26	-31	-36	-42	-47	-52	-57	-63	-68	-73	-78	-84
16	30	-14	-20	-25	-31	-37	-43	-48	-54	-60	-65	-71	-77	-82	-88	-94
22	40	-17	-23	-29	-35	-41	-47	-53	-59	-65	-71	-77	-83	-89	-95	-101
27	50	-18	-25	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68	-74	-80	-87	-93	-99	-105
32	60	-19	-26	-32	-39	-45	-51	-58	-64	-70	-77	-83	-89	-96	-102	-109
38	70	-20	-27	-33	-40	-46	-52	-59	-65	-72	-78	-85	-91	-98	-104	-111
43	80	-21	-27	-34	-40	-47	-53	-60	-66	-73	-79	-86	-92	-99	-105	-112
49	90	-21	-27	-34	-40	-47	-53	-60	-66	-73	-79	-86	-92	-99	-105	-112
54	100	-21	-27	-34	-40	-47	-53	-60	-66	-73	-79	-86	-92	-99	-105	-112

Peligro creciente (el cuerpo puede congelarse dentro de los 60 seg.)

Gran peligro (el cuerpo puede congelarse dentro de los 30 seg.)

Capítulo 12

PRIMEROS AUXILIOS EN LA ANTÁRTIDA

José Hernandez

TEMARIO

12.1 Conceptos generales

12.2 Recomendaciones preventivas contra el frío

- 12.2.1 Vestuario y equipo
- 12.2.2 Alimentación
- 12.2.3 Higiene personal y riesgos para la salud
- 12.2.4 Otras prevenciones

12.3 Problemas más frecuentes que afectan la salud en la Antártida

- 12.3.1 Envenenamiento por monóxido de carbono
- 12.3.2 Afecciones por el frío
 - a) Enfriamiento por el viento
 - b) Congelamiento
- 12.3.3 Ceguera de nieve
- 12.3.4 Quemaduras de sol

12.4 Tratamientos de emergencia

- 12.4.1 Shock
 - 12.4.2 Fracturas
 - 12.4.3 Luxaciones y dislocaciones
 - 12.4.4 Heridas
 - 12.4.5 Hemorragias
 - a) Arterial
 - b) Venosa
 - c) Externa
 - d) Interna
 - 12.4.6 Conmoción
 - 12.4.7 Asfixia
 - 12.4.8 Paro cardíaco
-

12.1 Conceptos Generales

En la Antártida, siempre existe la posibilidad de tener que enfrentar una emergencia, especialmente durante las patrullas, de manera que las técnicas de supervivencia, deben constituir un elemento imprescindible en toda expedición proyectada. La Antártida presenta grandes y perma-

nentes peligros que pueden clasificarse en:

SUBJETIVOS: provocados por factores de orden físico, psíquico y moral del individuo.

OBJETIVOS: creados por el uso de equipos deficientes, por la naturaleza misma de la Antártida y sus condiciones meteorológicas.

Los primeros, generalmente, pueden ser evitados procediendo con prudencia. Los segundos, mediante la adopción de medidas de carácter preventivo.

La prudencia será el resultado de los conocimientos adquiridos y la correcta aplicación de los mismos.

Las medidas preventivas, estarán dirigidas a disminuir los efectos del frío extremo en esas latitudes.

12.2 Recomendaciones preventivas contra el frío

11.2.1 Vestuario y equipo

Resulta indispensable el uso correcto del mismo, para mantener el calor necesario y la sequedad del cuerpo. Para ello:

- Usar prendas superpuestas y holgadas, preferentemente de algodón, sobre el cuerpo, luego lana y exteriormente impermeables, que permitan una adecuada ventilación.
- Evitar el excesivo abrigo que pueda producir transpiración.
- Evitar la ropa ajustada, especialmente en brazos y piernas.
- Usar guantes de seda o rayón debajo de los mitones de lana.
- No usar guantes o calzados de cuero aceitados o engrasados, porque impiden la evaporación de la transpiración.
- Mantener las medias secas y limpias.
- No usar anillos u objetos metálicos en contacto con la piel.
- Mantener la ropa seca, evitando la acumulación de nieve sobre ella.
- Usar siempre antiparras o anteojos con filtro UV.

12.2.2 Alimentación

La alimentación en la Antártida debe ser adecuada, fraccionada (en cuatro comidas diarias) y balanceada: 50% hidratos de carbono, 35% proteínas, 15% grasa, fácilmente digerible, y por lo menos una vez al día en caliente.

Tener en cuenta que el requerimiento mínimo de calorías, energía, que necesita el cuerpo humano, para mantener las funciones vitales es de 1800, metabolismo basal, y que en zonas frías aumenta a 5000 cal/día.

Los alimentos deben cumplir las siguientes exigencias:

- Ligereza, transportar la menor cantidad de paquetes y agua.
- Volumen, preferentemente concentrado.
- Nutritivos, además de composición adecuada.
- Conservación, bien envasados.
- Buen sabor.

La bebida ideal para consumir en la Antártida es el agua, líquido que constituye el 65% del peso corporal total del cuerpo humano, a tal punto que el hombre puede sobrevivir cuatro veces más tiempo sin alimentos sólidos que sin agua. Por consiguiente:

- Reprimir la sed daña al organismo.
- Si se transpira mucho, hay que beber mucho.
- Es preferible beber con mayor frecuencia y pequeñas cantidades.
- Hay que controlar la cantidad que se orina cada día, no debe ser inferior a 0,5 litros.

12.2.3 Higiene personal y riesgos para la salud

En algunas personas, existe una tendencia a pasar por alto muchos de los hábitos de la higiene corporal, especialmente si se encuentran en una patrulla. En la mayor parte de los casos, el descuido es forzado por los factores que emanan de la particular situación que están viviendo.

La limpieza del cuerpo es esencial para el bie

nestar personal y el mantenimiento del calor del cuerpo. Recordar las siguientes reglas:

- Para higienizarse durante una patrulla hacerlo, de ser posible, con agua tibia y una esponja. Cuando no tenga agua, frotarse el cuerpo con un trapo, preferentemente de lana, por lo menos una vez por semana.
- La renovación periódica de las medias y de la ropa interior contribuirá a mantener la higiene.
- Los pies requerirán atención especial; si es imposible lavarlos, son útiles masajes frecuentes.
- Los dientes deben mantenerse limpios, si no dispone de cepillo, usar trozo de gasa.
- Está comprobado que la barba excesiva no brinda ninguna protección. Por razones de higiene se recomienda iniciar la patrulla afeitados.
- Mantener las uñas cortas.
- Mantener el cuerpo seco, especialmente manos y pies.
- Evitar respirar con la boca abierta.

12.2.4 Otras previsiones

Además de las previsiones a adoptar contra el frío, existen otras, que se detallan a continuación, y que deben ser igualmente consideradas para preservar la salud.

- El personal que por alguna circunstancia quede aislado debe evitar la fatiga.
- Si no puede dormir, relaje los músculos hasta disminuir la tensión.
- Descanse durante las marchas o trabajos pesados.
- La diarrea y otros malestares intestinales, pueden ser causados por un cambio de dieta, el agua, la fatiga excesiva, la sobreingestión de provisiones, o el empleo de utensilios sucios.

- La ausencia de evacuación intestinal no debe preocupar ya que generalmente se corrige al cabo de pocos días.
- Mantener el alojamiento limpio y ordenado.
- Entierre materia fecal y otros desperdicios.
- Evitar el agotamiento excesivo durante las marchas.
- Observar a sus compañeros y hacerse observar la cara para prevenir el congelamiento.
- Trabajar siempre en pareja.

12.3 Problemas más frecuentes que afectan la salud en la Antártida

12.3.1 Envenenamiento por monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, producido por combustión incompleta. En la Antártida siempre está presente el peligro del envenenamiento por monóxido de carbono en cualquier lugar donde haya un motor en marcha o una estufa encendida. El primer síntoma de envenenamiento es el “ardor en los ojos”. Este síntoma constituye una advertencia para mejorar la ventilación inmediatamente. Los síntomas más graves son: dolor de cabeza, mareos, pulsación en la sien, fatiga, náuseas, zumbidos en los oídos, palpitaciones del corazón y la imposibilidad de mantenerse en pie. El tratamiento consiste en reemplazar el oxígeno de la sangre lo más rápido posible tal como se indica:

- Sacar al individuo al aire libre.
- Si está inconsciente, administrarle respiración artificial.
- Mantenerlo al aire libre tanto tiempo como sea necesario.
- El individuo afectado, debe guardar reposo por lo menos 24 horas, porque el ejercicio quita oxígeno a la sangre.

La única manera de evitar el envenenamiento con monóxido de carbono, es mantener una buena ventilación en todo momento y no dejar estufas encendidas cuando quedan personas dormidas.

12.3.2 Afecciones por el frío

a) Enfriamiento por el viento

El cuerpo humano continuamente produce y pierde calor. El viento aumenta la pérdida de calor al dispersar las capas de aire contenidas dentro del ropaje aislante.

Esta pérdida de calor, aumenta con la intensidad y los congelamientos ocurren cuando reinan bajas temperaturas, con un viento fuerte que disipa el calor más rápidamente de lo que puede ser repuesto por el cuerpo. Así pues, el descenso de la temperatura del aire ambiental o la velocidad del viento aumenta el peligro de congelamiento.

La ropa o el calzado mojado, tienen un poder aislante muy reducido produciendo una pérdida de calor casi igual a la de la piel desnuda.

Asimismo, para reducir el efecto del enfriamiento que produce el viento sobre el rostro y otras zonas expuestas, manténgase de espaldas al viento, siempre que la situación lo permita, aprovechando reparos naturales, artificiales y otros objetos que puedan ofrecer abrigo.

b) Congelamiento

Las partes del cuerpo que con más frecuencia se congelan son el rostro, las manos y los pies. El rostro es el que más inconvenientes causa. El ataque se anuncia por un repentino empaldecimiento de la piel de la nariz, orejas o mejillas, acompañado por un cosquilleo momentáneo de la zona afectada y luego por una rigidez de los músculos faciales. El sistema de compañeros, contribuye a evitar las lesiones permanentes; un par de hombres que trabajen a la par y vigilen metódicamente el rostro del compañero para dar aviso de la aparición de las manchas blancas que denoten el principio del congelamiento. Si el frío es tal que la cara, las manos o los pies, cesan de doler, deben ser revisados inmediatamente. La ausencia de sensación significa el principio del congelamiento; la piel congelada es fría al tacto, pero queda blanda y de consistencia gomosa.

Se debe usar siempre algún tipo de protección sobre la cabeza y rostro: pasamontañas, máscara antiblizzard, etc. Estos protegen adecuadamente el

rostro.

El tratamiento para el rostro congelado se realiza colocando una mano sobre el lugar afectado, hasta que la zona comience a doler nuevamente. El congelamiento de los dedos se evita con el uso de guantes de cinco dedos, mitones y cubremitones apropiados. La mejor manera de tratar el congelamiento de los pies es colocarlos dentro del ropaje de un tercero.

En ningún caso se debe tratar el congelamiento mediante refriegas con nieve.

Cuando comienza a caerse la piel de una superficie congelada, igual que las quemaduras de sol, aplique a la zona afectada un ungüento.

En los casos de congelamiento serio, se deben extremar los esfuerzos para llevar a el o los afectados hasta una base o destacamento que cuente con servicio médico. El calentamiento lento e inadecuado de la piel, especialmente si vuelve a congelarse, produce inevitablemente una lesión seria. La parte congelada debe ser colocada dentro de un recipiente profundo con agua a una temperatura de 40 a 42 grados, sumergiendo hasta que la superficie se torne rojiza.

Nunca se debe tratar de descongelar una superficie a la intemperie, si no hay posibilidad de mantenerla caliente después. Se recomienda no fumar, pues la nicotina constriñe aún más los vasos sanguíneos. No olvidar que el congelamiento es un paso hacia la gangrena.

12.3.3 Ceguera de nieve

Esta afección se produce a causa del reflejo de la luz del sol en el suelo nevado. La nieve resplandece aunque el cielo esté cubierto o haya niebla. El primer síntoma de ceguera se manifiesta cuando el individuo deja de percibir las variaciones de nivel del terreno. Enseguida experimenta una sensación de ardor en los ojos, que va en aumento hasta el punto de no poder soportar ni siquiera una luz débil, además de irritación, ardor en los párpados y dolor de cabeza.

Prevenir es, también aquí, mejor que curar, pero, llegado el caso de tener que remediar el mal, no hay medicina más eficaz que la oscuridad completa; el tiempo es la única cura efectiva. Llévase siempre anteojos para sol. Si no los posee, improvísese un antifaz con algún trozo de cuero, tela, madera u otra cosa, dejando unas aberturas

estrechas para los ojos. El efecto del resplandor de la nieve sobre la piel se reduce embadurnándose de hollín la nariz y las mejillas.

12.3.4 Quemaduras de sol

La posibilidad de tales quemaduras es tan real y peligrosa en la Antártida como en otros sitios. No importa si es un día soleado o nuboso, el viento fuerte aumenta la gravedad.

Sobre la nieve, el hielo y el agua, los rayos solares queman desde arriba y desde abajo. La luz solar reflejada desde abajo ataca las superficies más sensibles: las comisuras de los labios, las fosas nasales, la parte superior interna de las orejas, los párpados, etc.

Se deben utilizar cremas protectoras en todas las superficies expuestas; los casos de quemaduras intensas, generalmente, producen fiebre y disminución de la actividad muscular. Un accidentado por quemaduras no se encuentra en condiciones de trabajar durante varios días y por lo tanto constituye una carga para los compañeros de base, destacamento, refugio, vivac o de la situación de supervivencia.

12.4 Tratamientos de emergencia

Conceptos generales

En una situación de emergencia, pueden presentarse casos en los cuales usted tendrá que tratarse a sí mismo y auxiliar a compañeros. Será improbable que pueda contar con material médico adecuado o personal adiestrado que pueda ayudarlo. Un tratamiento médico que no sea el simple socorro de urgencia puede resultar peligroso.

Si no conoce el procedimiento correcto para el tratamiento, más vale colocar a la persona accidentada en una situación cómoda, antes de correr el riesgo de lastimarlo aún más con tratamientos incorrectos. Los traumatismos más probables que tendrá que tratar incluyen cortaduras, golpes, fracturas, luxaciones y quemaduras. En las regiones polares los accidentados entran en estado de “shock” traumático con mayor facilidad que en las regiones templadas, de allí que siempre se deba tratar a los heridos como si ya existiesen complicaciones por “shock”.

12.4.1 Shock

Es la depresión de las funciones vitales, que debe ser tratado inmediatamente para evitar la muerte. Se puede presentar en cualquier accidente, heridas, hemorragias, quemaduras, traumas, emoción súbita, temor y fatiga.

Este estado se caracteriza por palidez, temblores, sudor frío y viscoso, sed, pulso rápido y débil, seguido de desorientación, pérdida de conocimiento, coma y muerte.

Administre tratamiento de emergencia a la víctima, en el mismo lugar del accidente. Si está inconsciente, acueste al paciente en decúbito dorsal, levantándole los pies, siempre que no esté lastimado en la cabeza, o tenga dificultades en la respiración. Mantenga abrigado al accidentado, pero evite el acaloramiento. Si el herido está consciente, déle de beber bebidas calientes; si debe ser movido, utilice una camilla.

12.4.2 Fracturas

Se debe mover con cuidado a las personas accidentadas para evitar que se agraven las heridas. Los síntomas de fractura son:

- Dolor en la zona de fractura.
- Hinchazón.
- Sensibilidad y blandura al tacto.
- Historia de la lesión donde puede haberse escuchado un ruido (CRAC).
- Impotencia funcional de la zona afectada.
- Hueso sobresaliendo o asomando a través de la piel.
- Dolor localizado en un punto específico.

Si la fractura es acompañada por una herida, no titubee: corte las ropas y trate la herida antes de entablillar la fractura. El entablillado puede improvisarse con ropa enrollada o utilizando piezas del equipo. Coloque el entablillado de manera que las dos articulaciones vecinas queden inmóviles por arriba y por debajo de la fractura. Si no se dispone de los materiales necesarios, se puede inmovilizar una pierna fracturada atándola a la pierna sana.

12.4.3 Luxaciones y dislocaciones

Es consecuencia de un traumatismo que afecta a una articulación. Los síntomas son:

- Dolor intenso.
- Deformidad de la zona afectada.
- Poca inflamación.
- Movimiento de la articulación dolorosa.

La luxación debe ser vendada, haciendo descansar la extremidad afectada. Si es posible, coloque compresas frías durante las primeras 24 horas después del accidente, luego aplique calor. Efectúese tratamiento para shock.

12.4.4 Heridas

La herida es una solución de continuidad en tejidos blandos. Las heridas pueden ser:

- Pequeñas o superficiales, que requieren solo curaciones con apósitos y vendajes suaves.
- Medianas, en que está comprometida toda la piel y parte de la grasa subdérmica y requieren como tratamiento las suturas.
- Grandes, son las que comprometen un órgano interno.
- Heridas de la zona abdominal sin salida de órganos:
 - a) Mantener al paciente acostado sobre la espalda, con las rodillas flexionadas y cabeza levantada.
 - b) No administrar nada por vía bucal.
 - c) Cubrir la herida con gasa estéril y realizar vendaje suave y acolchado.

Las heridas causan dolor y pérdida de calor, hemorragias e infecciones.

12.4.5 Hemorragias: es la pérdida de sangre de un vaso sanguíneo.

- a) Arterial
Sangrado a borbotones, coincidiendo con latidos cardíacos.
- b) Venosa
Sangrado continuo como una manguera. Las

hemorragias pueden ser:

- c) Externas
En donde se visualiza directamente el lugar del sangrado y se tratan como se indica:
 - a) Elevando la parte sangrante.
 - b) Realizando compresión digital en el lugar del sangrado por diez minutos.
 - c) Vendaje compresivo.
 - d) Puntos de presión arterial, es el lugar donde la arteria puede ser comprimida contra el hueso subyacente, para evitar la pérdida más allá de dicho punto.
 - e) Aplicando un torniquete. Debe tenerse en cuenta que los mismos son peligrosos, debido a que se produce un rápido congelamiento del miembro afectado, al cortarse el flujo sanguíneo. Solo realizarlo cuando las maniobras anteriores han fracasado y resulte necesario para salvar la vida. Mantenerlo durante quince minutos y aflojarlo treinta segundos para evitar la muerte del tejido del miembro comprometido.

- d) Internas
Son siempre muy graves, la sangre puede provenir de los pulmones (roja y espesa), del aparato digestivo (oscura o negra). No se debe administrar absolutamente nada por vía bucal. Solamente humedecer labios con un paño húmedo.

12.4.6 Conmoción

Las fracturas del cráneo u otros traumatismos en la cabeza, merecen especial atención.

Los síntomas de una conmoción cerebral son el derrame de sangre aguada que emana de la nariz u oídos, las convulsiones, falta de respuesta de las pupilas, dolor de cabeza y vómitos.

Mantener al paciente abrigado y seco moviéndolo con cuidado y trate de obtener la ayuda de un médico lo antes posible.

12.4.7 Asfixia

Es una afección debida al impedimento del intercambio gaseoso a nivel de los alvéolos pulmonares, que se traduce en la detención de la respiración.

El tratamiento es la respiración artificial, que debe ser aplicada inmediatamente sobre el lugar y por el tiempo suficiente. Existen distintos métodos:

- Método de Silvester.
- Método de Eve o Schaver.
- Método boca a boca.
- Método boca a nariz.

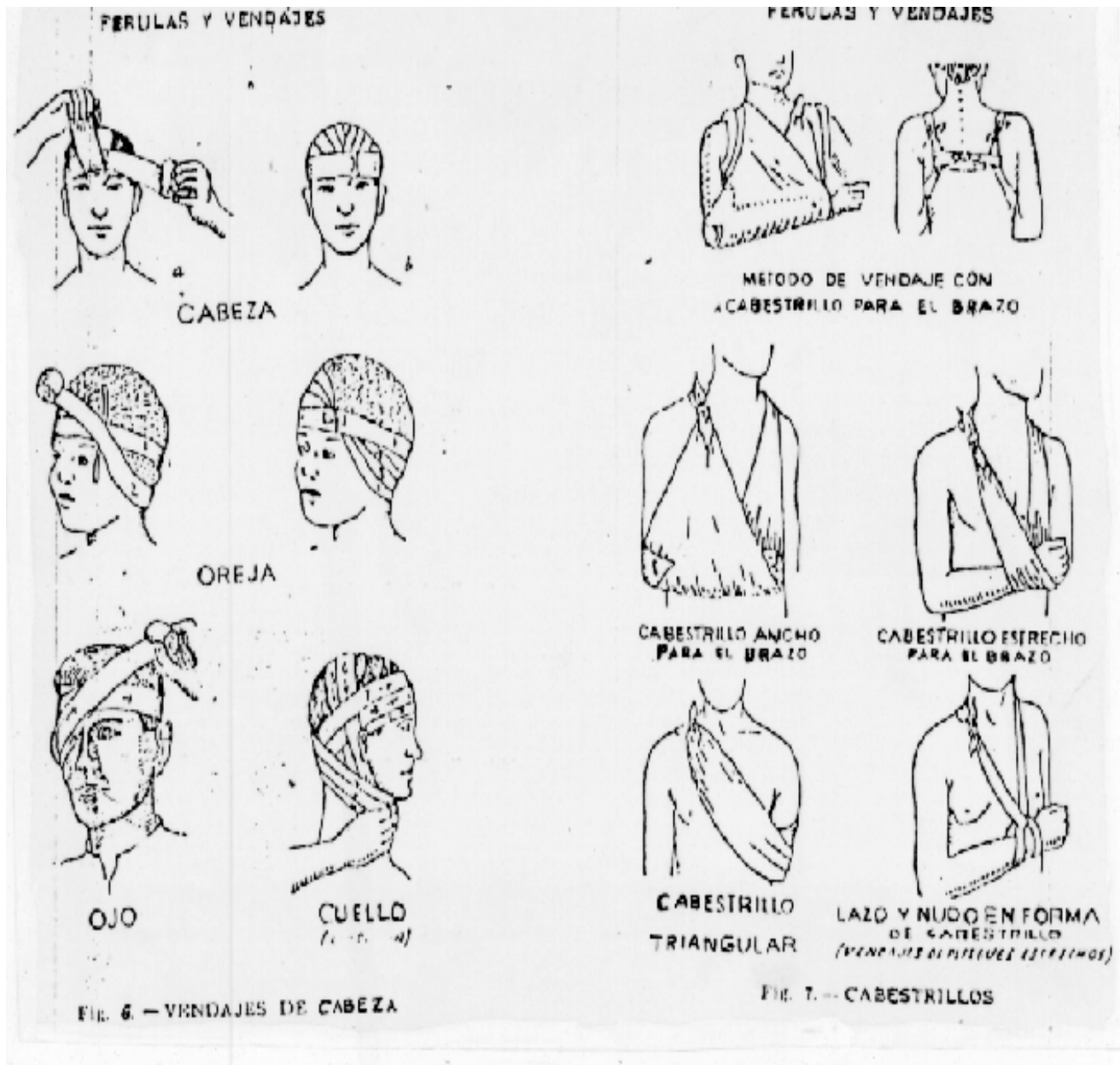
El paciente debe ser acostado sobre algo duro, aflojar la ropa, girar la cabeza y desobstruir la vía aérea, desplazando el maxilar hacia adelante. Realizar respiración artificial con una frecuencia de doce veces por minuto, durante por lo menos una hora o hasta que retome el ritmo automático normal.

12.4.8 Paro cardíaco

Estado de muerte aparente. El paciente se encuentra frío y pálido y no tiene pulso.

El tratamiento debe efectuarse de inmediato, como en la respiración artificial. Tener en cuenta que estos dos estados coexisten con mucha frecuencia, razón por la cual habrá que realizar ambos tratamientos simultáneos.

El resucitador colocará el talón de la mano en la mitad del esternón y apretará a este contra la columna vertebral a un ritmo de setenta veces por minuto. La operación debe continuarse hasta que el corazón retome su ritmo normal.

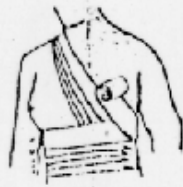


HOMBRO



ESPICA ASCENDENTE

ESPICA DESCENDENTE



UNA SOLA MAMA



MASTECTOMIA

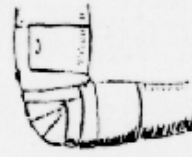


INTERIOR MUÑÓN

POSTERIOR

Fig. 11. VENDAJES PARA HOMBRO, MAMA Y MUÑÓN

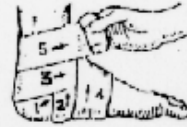
PERULAS Y VENDAJES



CODO



RODILLA FLEXIONADA



TALÓN



PULGAR



ALMOHADILLA
MANO Y DEDOS

Fig. 12. VENDAJES PARA EL MIEMBRO SUPERIOR E INFERIOR

Resucitación

Método "boca a nariz"

"Método boca a boca"



a



b



c

Fig. 28

Caso en que puede ser abierta la boca de la víctima.



a

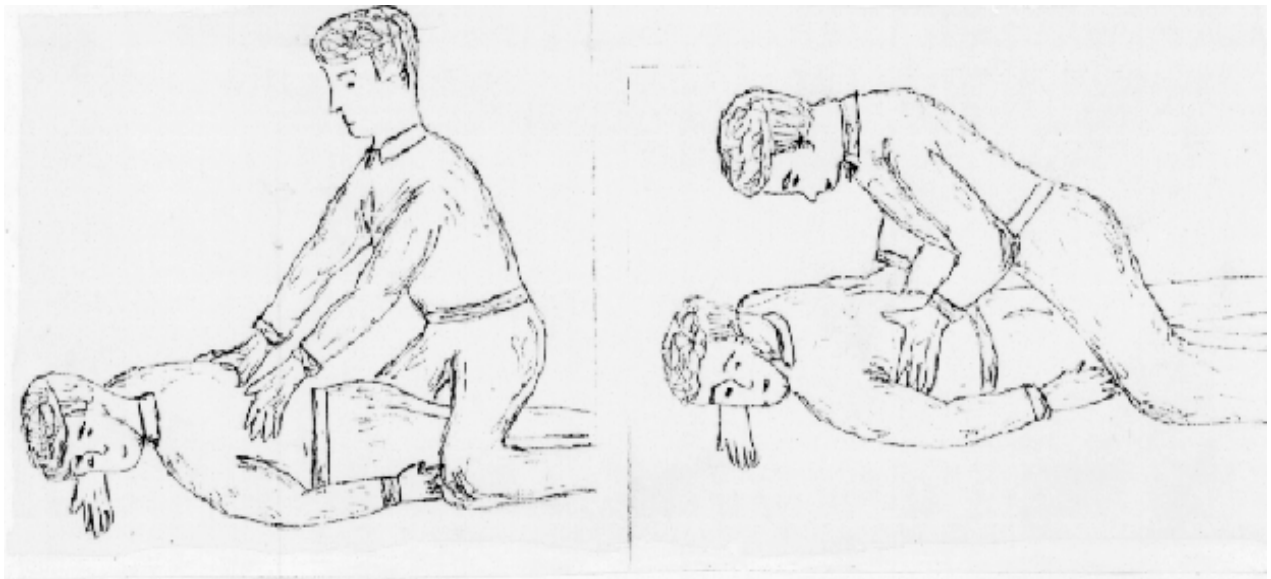


b

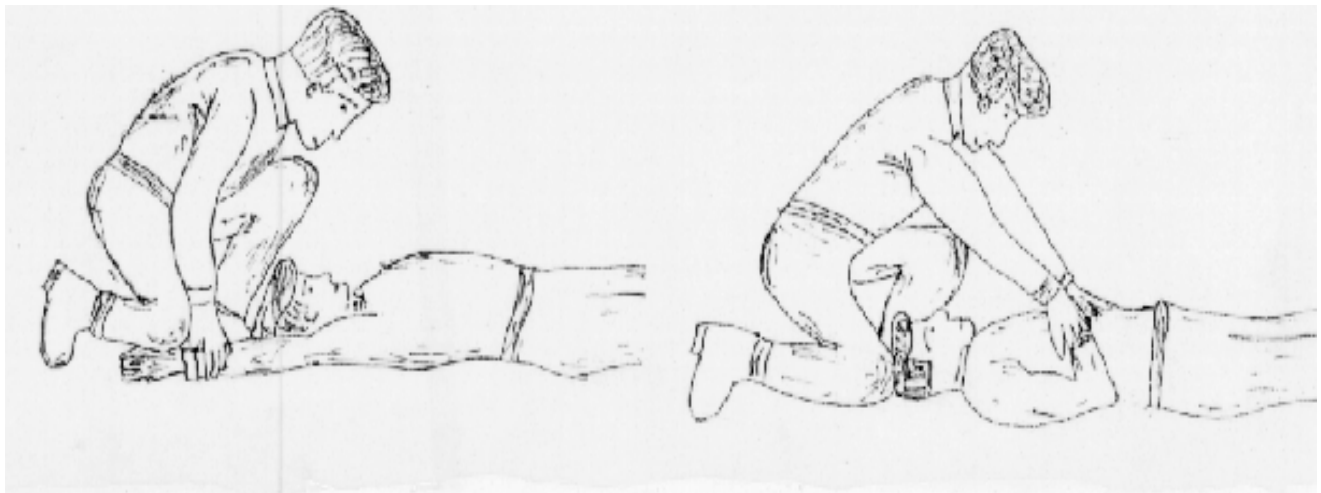
Fig. 29

Caso en que no puede ser abierta la boca de la víctima.

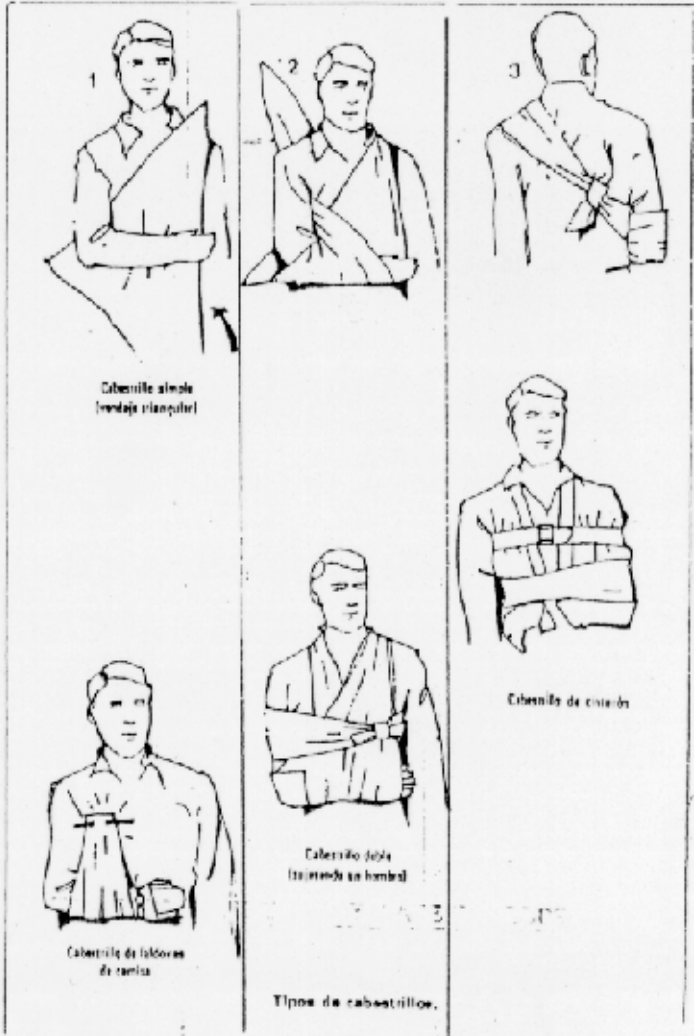
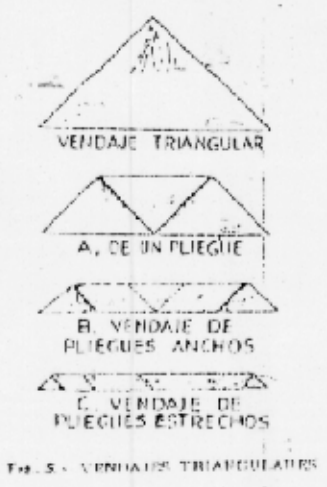
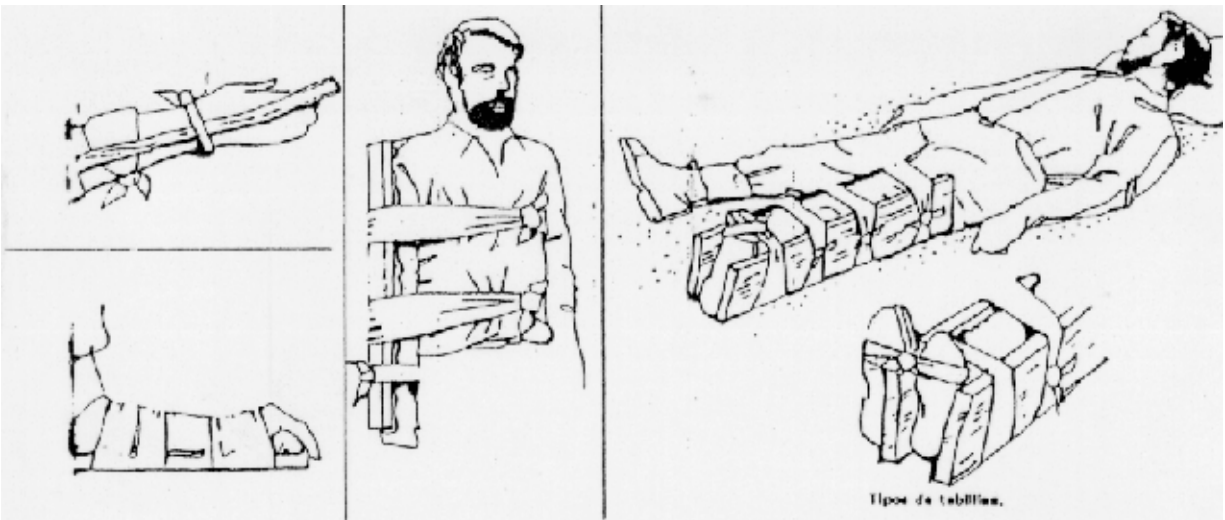
Método de Eve Schaver



Método de Silvester



Tipos de tablillas y cabestrillos



Capítulo 13

PROTECCION Y CONSERVACION AMBIENTAL EN LA ANTARTIDA

José María Acero

TEMARIO:

13.1 Antecedentes científicos y políticos sobre la protección ambiental en la Antártida

13.2 Protocolo al Tratado Antártico Sobre Protección del Medio Ambiente

13.3 Características principales del ambiente antártico

13.4 El turismo en la Antártida y la protección ambiental

13.1 Antecedentes científicos y políticos sobre la protección ambiental en la Antártida

En términos generales, los objetivos de la Ciencia nunca estuvieron desconectados de la realidad política que el mundo ha vivido en los últimos siglos. Para fines de la década del '50, momento en que se decide crear el Tratado Antártico (TA), la escena política internacional estaba dominada por la guerra fría, consecuencia del papel desempeñado por las dos grandes potencias de entonces durante la Segunda Guerra Mundial. Desde ese punto de vista, el TA fue un ejemplo de convivencia dentro de un mundo políticamente inestable y convulsionado. Pero los objetivos centrales del desarrollo científico de esos años no tenían como prioridad la protección ambiental, la idea de "cambio global" no existía y la "Ecología" era sólo una disciplina incipiente, dentro del marco general de la Biología, que se encargaba del estudio de las relaciones entre los seres vivos y el ambiente que los rodea.

Esa falta de "conciencia ambiental" se refleja de alguna manera en el texto del Tratado Antárti-

co, en el que sólo en un artículo se habla de proteger los "recursos naturales" de la Antártida. Pero la palabra "recurso" implica potencialidad de uso, por lo que la protección de los mismos se veía como una forma de asegurar su uso futuro.

El increíble desarrollo del potencial bélico nuclear, el incremento de una industria cada vez más "sucia" desde el punto de vista ambiental, el uso indiscriminado de recursos y la transformación de grandes territorios de nuestro planeta por actividades extractivas y agropecuarias, etc., generó una toma de conciencia cada vez mayor dentro de la comunidad científica sobre el peligro que corría no sólo el medio ambiente, sino la humanidad misma si no se corregía ese rumbo. Esta preocupación trascendió a la Ciencia y se fue convirtiendo en tema de discusión en el conjunto de la sociedad. De esta manera comenzaron a aparecer las primeras Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) que comenzaron a presionar con un poder cada vez mayor sobre los responsables políticos para lograr cambios en el rumbo que se seguía. Como consecuencia de esto, se comenzó a hablar de "desarrollo sustentable", "recuperación

de ambientes modificados”, “impacto ambiental”, etc.

En el escenario mundial, se centró la mira sobre la recuperación de zonas alteradas y sobre aquellas grandes regiones que permanecían con poca modificación y que tenían importancia a escala global. Sin dudas la Antártida es el mejor ejemplo dentro de esta última categoría.

El Sistema del Tratado Antártico no fue ajeno a estos cambios y, a través de las sucesivas Reuniones Consultivas (ATCMs) fue elaborando una serie de recomendaciones basadas en los avances científicos que se fueron logrando, para que las Partes del Tratado (ATCPs) lleven a cabo una serie de procedimientos de modo de mantener a la Antártida de la forma menos modificada posible y de reducir la actividad humana a la investigación científica y su logística asociada. Los antecedentes más importantes en este sentido fueron:

- Convención para la Protección de Focas Antárticas
- Convención para la Protección de Ballenas
- Convención para la Protección de Recursos Vivos Marinos Antárticos
- Recomendaciones para evitar la Contaminación Marina
- Necesidad de un Manejo más elaborado de los Residuos
- Medidas Acordadas para la Protección de Flora y Fauna
- Evaluación de Impacto Ambiental
- Establecimiento de Areas Protegidas

Posteriormente nos referiremos con mayor detalle a algunos de estos puntos.

13.2 Protocolo al Tratado Antártico Sobre Protección del Medio Ambiente

En el año 1991, en la ciudad de Madrid, las Partes Consultivas aprueban el Protocolo al Tratado Antártico Sobre Protección del Medio Ambiente, más conocido como “Protocolo de Madrid”, que declara a la Antártida como una porción del planeta dedicada exclusivamente a la paz y a la ciencia. Este Protocolo integra y perfecciona las recomendaciones del TA relacionadas con la protección ambiental en la Antártida y a través

de 13 artículos y 5 Anexos específicos logra un enfoque completo del tema. Si bien el Protocolo no estará en vigencia hasta que todas las ATCPs lo ratifiquen, hubo un compromiso general de respetar su espíritu y letra. En el caso particular de la República Argentina, lo ha ratificado en el año 1993 y convirtió sus contenidos en la Ley de la Nación 24.216.

Desde el punto de vista práctico para la Protección Ambiental, los 5 Anexos son lo más importante del Protocolo, ya que proponen una serie de procedimientos específicos de fácil interpretación para lograr los objetivos centrales que persigue. Estos Anexos son:

- Anexo I: Evaluación de Impacto Ambiental
- Anexo II: Protección de Flora y Fauna
- Anexo III: Manejo de Residuos
- Anexo IV: Contaminación Marina
- Anexo V: Areas Protegidas

Aunque a primera vista pareciera que el Anexo sobre contaminación marina es el que está más relacionado con los objetivos de este curso, todos están interconectados porque la mayoría de las actividades humanas que se producen en la Antártida seguramente se relacionan directa o indirectamente con los contenidos de cada uno de ellos.

En el caso particular de la navegación de un buque en la Antártida, los objetivos pueden ser principalmente tres:

1. Investigación científica
2. Apoyo logístico a la ciencia
3. Turismo

La siguiente tabla da algunos ejemplos de las relaciones que puede tener la navegación de un buque en aguas antárticas con los temas de cada uno de los anexos.

Anexo	Actividad
Evaluación de Impacto Ambiental	Todas las actividades a ser desarrolladas en la Antártida requieren de una EIA previa, por lo que, cualquiera sea el motivo de la navegación, deberá estar sujeta a procedimientos de este tipo.
Protección de Flora y Fauna	La navegación, sobre todo en zonas costeras donde se producen actividades de desembarco de personal y carga, puede afectar el normal desarrollo de las comunidades biológicas.
Tratamiento de Residuos	De la misma manera que los asentamientos terrestres, los buques en navegación producen residuos que deben ser tratados con normas de procedimiento específicas.
Áreas Protegidas	Independientemente de que estas Áreas sean terrestres costeras, marinas o mixtas, los planes de manejo que regulan su actividad deben ser cumplidos por cualquier buque en navegación y sus actividades asociadas, como operaciones de desembarco con lanchas, botes o helicópteros.

Los principales lineamientos de estos Anexos son:

ANEXO I: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Una EIA es un procedimiento para conocer, cuantificar y mitigar los posibles impactos que una determinada actividad humana puede ocasionar sobre el medio ambiente, entendiendo como “Impacto Ambiental” al cambio producido en el ambiente como consecuencia de una actividad. Dependiendo del nivel de impacto que se identifique o se sospeche que la actividad va a causar, el Anexo I propone tres tipos de evaluaciones:

- (PA)
- Evaluación de Impacto Inicial/Initial Environmental Evaluation (IEE)
- Evaluación de Impacto Exhaustiva/Comprehensive Environmental Evaluation (CEE)

Según este Anexo el umbral de decisión para decidir el tipo de EIA que se debe realizar está dado por una categoría de impacto denominado “mínimo o transitorio”; de este modo el requerimiento de EIA se puede resumir de la siguiente manera:

• Evaluación Preliminar/Preliminary Assessment

Posible impacto de la actividad	Tipo de EIA requerida	Observaciones
Menor que <u>mínimo o transitorio</u>	PA	Se realiza de acuerdo a los procedimientos nacionales del operador que planifica la actividad. Es un estudio simple que no pasa de una etapa descriptiva.
<u>Mínimo o transitorio</u>	IEE	Se realiza según los procedimientos del Anexo I del Protocolo. No requiere circulación previa entre las Partes del Tratado Antártico. El nivel de análisis requiere mayor información y capacidad de predicción de posibles impactos.
Mayor que <u>mínimo o transitorio</u>	CEE	Se realiza según los procedimientos del Anexo I del Protocolo. Requiere la circulación previa de un borrador para recibir comentarios y sugerencias de las Partes del Tratado. Debe estar basada en un riguroso nivel de análisis ambiental y de la actividad.

De todas maneras, hasta el momento no hay una definición científicamente satisfactoria de lo que es un impacto mínimo o transitorio ya que el concepto de impacto tiene una fuerte componente

subjetiva y el mismo cambio en el ambiente puede ser considerado mínimo desde un punto de vista o importante desde otro, dependiendo del juicio del evaluador y del nivel de aproximación que se considere. Ejemplo:

Actividad	Cambio producido en el ambiente	Nivel de aproximación local	Nivel de aproximación regional
Sobrevuelo de un helicóptero sobre una colonia de pingüinos	Pérdida del 10 % de los pichones de la colonia	Impacto mayor que mínimo o transitorio, considerando a la población particular	Impacto menor que mínimo o transitorio considerando a todas las poblaciones de pingüino de la región.
Derrame de combustible en una bahía	Contaminación leve del agua con hidrocarburos	Impacto mayor que mínimo o transitorio por afectar un estudio de monitoreo a largo plazo de la variabilidad natural en organismos del fondo marino	Impacto menor que mínimo o transitorio por no afectar significativamente al funcionamiento de la comunidad biológica de la bahía.

Pero, independientemente de estas consideraciones, es necesario tener en cuenta que dentro de la zona del Tratado Antártico, es necesario realizar una EIA para cualquier actividad que se planifique.

ANEXO II: Protección de Flora y Fauna

La flora y la fauna antárticas se encuentran protegidas por normas rigurosas, que tratan de evitar los probables efectos perjudiciales de las actividades que lleva a cabo el hombre. En términos generales, queda prohibida la “toma” o cualquier “intromisión perjudicial” sobre las especies

vegetales o animales, salvo que se cuente con una autorización expresa.

La “toma” está referida no sólo a atrapar animales o plantas, sino también a matar, herir, manipular o molestar a cualquier mamífero o ave autóctonos o dañar tales cantidades de plantas nativas que ello afecte significativamente a su distribución local o su abundancia.

Por otro lado, la “intromisión perjudicial” incluye una extensa lista de acciones que potencialmente pueden afectar a la flora y fauna.

QUE SE ENTIENDE POR INTROMISION PERJUDICIAL
• El sobrevuelo o aterrizaje de helicópteros o de otras aeronaves que pueda llegar a perturbar la concentración de aves o mamíferos.
• El tránsito de vehículos o embarcaciones.
• La utilización de explosivos y armas de fuego.
• La perturbación intencionada de la cría y la muda del plumaje de aves o de las concentraciones de aves o mamíferos por cualquier persona a pie.
• El daño significativo sobre la concentración de plantas terrestres nativas, por el aterrizaje de aeronaves, movimiento de vehículos o por caminar sobre dichas plantas.
• Cualquier otra actividad que produzca una importante modificación del hábitat de cualquier especie o población de mamíferos, aves, plantas o invertebrados autóctono.

El Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente prohíbe terminantemente la introducción de cualquier especie vegetal o animal que no sea autóctona de la zona

del Tratado Antártico, y recomienda una serie de precauciones a tomar para evitar su introducción accidental.

PRECAUCIONES PARA PREVENIR LA INTRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS
• No se permite la introducción de aves de corral u otras aves vivas en la zona del Tratado Antártico.
• Antes de que las aves preparadas para su consumo sean empaquetadas para su envío al área del Tratado Antártico, serán sometidas a una inspección para detectar enfermedades.
• Cualquier ave o partes de aves no consumidas deberán ser retiradas de la zona del Tratado Antártico o destruidas por incineración o medios equivalentes que eliminen los riesgos para la fauna y flora nativas.
• Se evitará, en la mayor medida posible, la introducción de tierra no estéril.

ANEXO III: Eliminación de Residuos

Los residuos generados por las diversas actividades humanas que se desarrollan en la Antártida pueden ocasionar innumerables impactos ambientales de no mediar un método apropiado de disposición final.

Tales residuos no sólo comprenden a los desechos domésticos (basura) sino también a los generados por las distintas actividades que se realizan en una base (de construcción, vehicular, mantenimiento, abastecimiento, etc.).

Prioridades

Cabe señalar que el objetivo principal que el Protocolo de Madrid propone es la no producción de residuos, por lo que previamente a iniciar cualquier actividad, se debe contemplar la alternativa que minimice el volumen de desechos a generar.

El Protocolo de Madrid se refiere particularmente a los principales métodos de disposición final de residuos en la Antártida. A continuación se los describe de acuerdo a la prioridad que el Protocolo establece:

1. EVACUACION DEL CONTINENTE

La pauta general de tratamiento de desechos consiste en su evacuación del territorio antártico en todos los casos en que ello sea posible.

Previamente a ser evacuados, estos residuos deben acumularse convenientemente en sectores donde no puedan dispersarse con facilidad, por ejemplo, por acción del viento o de los animales.

2. INCINERACION CONTROLADA

Esta opción es ambientalmente más favorable que la incineración a cielo abierto (descripta más

adelante), ya que toda una serie de polutantes (sobre todo partículas sólidas) no logran escapar a la atmósfera. Sin embargo, y dado su elevado costo, hasta el momento la incineración en hornos de combustión controlada sólo puede llevarse a cabo en aquellas bases permanentes que dispongan de equipamiento adecuado (incineradores).

3. Eliminación al mar

Se tenderá a arrojar aquellos desechos expresamente permitidos en aguas profundas y de alta circulación de las aguas (en corrientes que se dirijan mar adentro). Se deberá evitar arrojar residuos en aguas de circulación restringida (caletas, albuferas, bahías cerradas) y en ningún caso, sobre cuerpos de agua estancos (lagos, lagunas). En caso de grandes bases (más de 30 personas) se requiere que tales residuos sean previamente tratados (por maceración), para reducir el tamaño de partícula a verter y así favorecer la dispersión.

4. Incineración a cielo abierto

La incineración al aire libre sólo se permitirá hasta el final de la campaña 1998/99, luego de lo cual deberá elegirse otra alternativa. Mientras tanto se proceda a esta práctica, la incineración al aire libre no deberá ser estimulada con hidrocarburos combustibles ni ser realizada sobre suelos que posean algún valor científico, biológico o estético. Asimismo, se deberán tener en cuenta las condiciones meteorológicas al efectuar la operación, para evitar dispersión por el viento hacia áreas terrestres que puedan ser afectadas por las emanaciones.

Las cenizas producidas, ya sea durante la incineración a cielo abierto como durante la incineración controlada, se acumularán para ser luego removidas del continente antártico.

PRODUCTOS DE INGRESO PROHIBIDO

Asimismo, el Protocolo establece una serie de productos de ingreso prohibido. Es decir, productos a los cuales directamente no se les permite la entrada al continente antártico. Se trata de sustancias específicas, tales como los pesticidas.

CLASIFICACION DE RESIDUOS

Los residuos que puedan generarse en las estaciones y buques antárticos han sido clasificados en cuatro grupos, de acuerdo a su grado de degradabilidad, su peligrosidad o al destino final que se les piense dar.

GRUPO 1

A este grupo pertenecen los desechos biodegradables, como ser restos de comida, papeles, maderas y trapos limpios.

GRUPO 2

Está compuesto por aquellos elementos de muy lenta o nula degradación natural -desechos no biodegradables-, como ser los plásticos, el nylon, polietileno, cauchos, telgopores, esponjas sintéticas, envases tetra break, envases metalizados (tipo envoltorios de manteca o tapas de yogures, dulce de leche, etc.).

GRUPO 3

Incluye a desechos peligrosos, tanto líquidos como sólidos. Los ácidos, grasas, aceites (industriales, de motores y de cocina), combustibles, solventes orgánicos (bencina, tetracloruro de carbono, etc.), preparados químicos, etc. pertenecen al grupo de residuos peligrosos líquidos. Entre los sólidos, mencionaremos a todos los elementos que estén impregnados con residuos peligrosos líquidos (trapos, estopa, papeles, latas, pinceles, filtros de aceite), las cenizas originadas por la

combustión de los residuos del grupo 1, las pilas, baterías, metales pesados (Plomo, Mercurio, Cromo), materiales radiactivos, entre otros.

GRUPO 4

Pertenecen a esta categoría los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como “inertes”, en el sentido que su degradación no aportaría elementos perjudiciales al medio ambiente. Forman parte de este grupo los vidrios, las latas, chapas, restos de estructuras metálicas, tambores vacíos, alambres, restos de concreto/hormigón, ladrillos, sunchos de embalaje, etc.

ANEXO IV: Contaminación Marina

Debido a la relación directa que existe entre este Anexo y el conocimiento que del mismo debe tener toda persona responsable de la navegación en la Antártida, se adjunta el mismo (ver Protocolo).

ANEXO V: Areas Protegidas

Debido a la importancia natural, por su importancia para la investigación científica o por su valor histórico, ciertas áreas de la Antártida son consideradas únicas. Por esta razón las ATCPs consideraron necesario establecer un sistema de protección para considerar ciertas regiones de la Antártida lo menos modificadas posibles.

El sistema vigente considera dos tipos de Areas Protegidas:

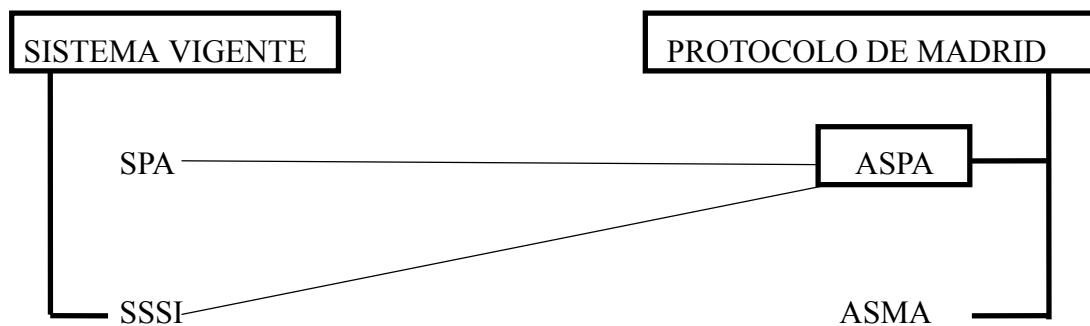
- 1. Zonas Especialmente Protegidas/Specially Protected Areas (SPA):** Son zonas que debido a sus características naturales se las considera únicas y están cerradas a toda actividad humana. Cualquier actividad humana dentro de las mismas está prohibida y para poder ingresar a las mismas es necesario contar con un permiso otorgado por una ATCP.
- 2. Sitios de Especial Interés Científico/Sites of Special Scientific Interes (SSSI):** Son zonas en las que, independientemente de su valor natural, se está desarrollando un plan de investigación que requiere que no haya ningún

tipo de disturbio que pueda modificar sus resultados. Poseen un plan de manejo. Para poder ingresar a los mismos es necesario contar con un permiso otorgado por una ATCP.

El Protocolo de Madrid modifica esta estructura creando dos nuevos tipos de Areas protegidas en la Antártida:

- Areas Antárticas Especialmente Protegidas/Antarctic Specially Protected Areas (ASPAs)
- Areas Antárticas Especialmente Administradas/Antarctic Specially Managed Areas (ASMA)

Dentro de la categoría de ASPA entran las actuales SPA y SSSI. El concepto de ASMA fue El siguiente esquema muestra la organización del sistema de Areas Protegidas en la Antártida



Otra categoría de sitios protegidos son los Sitios de Valor Histórico en los que se desea preservar algún valor relacionado con la historia de ocupación humana en la Antártida.

13.3 Características principales del ambiente antártico

Los ecosistemas antárticos poseen un conjunto de características que los definen como únicos. Sus 14 millones de kilómetros cuadrados de superficie en condiciones prácticamente no disturbadas lo convierten en la zona más importante de nuestro planeta que todavía no presenta signos serios de la intervención humana. Debido a la fragilidad de las cadenas tróficas y a sus condiciones de aislamiento, la potencialidad de impacto por parte de las actividades humanas se potencia.

Si bien las actividades logísticas, científicas y

creado para lograr proteger regiones, en general,

más grandes, donde coexisten varias actividades (científicas, logísticas y turísticas) de modo de que no exista duplicación de esfuerzos ni posibilidad de acumulación de impactos por superposición de actividades.

Tanto las ASPAs como las ASMA deben tener planes de manejo y condiciones para garantizar permisos para su ingreso en las mismas.

turísticas que se desarrollan en la actualidad son reducidas comparando su intensidad con el tamaño de la Antártida, existe una superposición espacial y temporal de requerimientos entre la actividad biológica y las necesidades del hombre que incrementan el riesgo de impacto ambiental.

El continente antártico no es un sistema homogéneo. La mayor actividad biológica se registra en una estrecha franja comprendida entre las aguas costeras y unos pocos cientos de metros dentro del territorio continental o insular. Las zonas costeras libres de hielo representan entre el 1 y 2% de la superficie total del continente y es el sector más utilizado para el desarrollo de la vegetación, nidificación de aves y desarrollos de las crías de vertebrados en general. Pero debido a las necesidades científicas y a las posibilidades de asentamiento y penetración, estas zonas son las más requeridas por el hombre para el establecimiento de campamentos y estaciones científicas

por lo que se produce esa superposición espacial de requerimientos.

La superposición temporal se produce porque tanto el hombre como la fauna y flora antárticas requieren de los meses de verano para intensificar la actividad. Por estas causas, aunque la actividad que el hombre actualmente realiza en la Antártida es pequeña comparada con la superficie del continente, esta superposición de requerimientos incrementa la posibilidad de impacto ambiental.

13.4 El Turismo en la Antártida

La actividad turística en la Antártida ha crecido significativamente en los últimos años y las Partes Consultivas del Tratado Antártico le han estado prestando especial atención a este hecho desde la IV ATCM.

Desde entonces, el Sistema del Tratado Antártico ha producido un número de recomendaciones relacionadas con la necesidad de ejercer algún tipo de control para estas actividades, basado en un rango de criterios que van desde aspectos puntuales a otros extremadamente generales.

A pesar de este valioso esfuerzo, sólo desde la adopción del Protocolo al Tratado Antártico para la Protección del Medio Ambiente, existe la tendencia a compilar el tema en un texto único, que cubra todos los aspectos involucrados en la actividad y asegurando, al mismo tiempo, una solución aceptable para cada caso. En los artículos 3 y 8 del Protocolo de Madrid se menciona al turismo y a las actividades no gubernamentales y se admite la aplicación del Anexo I a ellas.

Existen tres formas básicas de acceso a la Antártida por parte del turismo:

Aérea: al presente representa menos un 10% de la actividad total.

En pequeñas embarcaciones: frecuentemente, y en forma inesperada, son observados veleros que transportan en general un número mayor de 10 personas. En estos casos es casi imposible conocer su fecha de arribo, itinerarios y horarios con anticipación.

En buques de turismo: a través de este medio se desarrolla la mayor parte de la actividad. Consiste en el transporte de contingentes turísticos en buques de variado tamaño y el número de pasajeros puede oscilar entre 30 y 500, dependiendo de la compañía y del tipo de buque. En general los turistas descienden en botes inflables y durante su viaje visitan 5 o más sitios la mayor parte de los cuáles se encuentran en la península Antártica e islas aledañas.

Sin dudas, de estos medios, el más importante es el tercero. Normalmente cada buque realiza entre 5 y 8 visitas al Antártida durante el verano austral. Aunque los lugares específicos que visitan los buques son variados, en general las visitas se realizan a sitios que contienen colonias de aves y mamíferos, imponente belleza paisajística o a estaciones científicas a fin de conocer el tipo de actividad humana que se desarrolla.

A bordo de estos buques viajan especialistas, contratados por las agencias de turismo, que trabajan como guías o brindan conferencias sobre las principales características de la Antártida a los pasajeros. La mayor parte de estos especialistas son gente con algún tipo de experiencia en la Antártida, biólogos, geólogos, especialistas en ecoturismo, etc. Ellos normalmente asesoran al turismo sobre los códigos de conducta, y les hacen conocer particularidades de la fauna, flora, geomorfología, hielos, etc.

Otras actividades que realiza el turismo son avistaje de ballenas desde los buques y expediciones en botes inflables entre los icebergs.

A fin de ver cómo se organiza el turismo en la Antártida, se muestran algunos datos obtenidos en la isla Media Luna (Halfmoon Island) en las Shetland del Sur.

La siguiente Tabla muestra las visitas registradas en la temporada 1994-95.

Fecha	Buque	Arribo	Partida	Perm. (min)	Turistas	Guías**	Tur/guía
09-12-94	Livonia	18.00	19.25	85	35	3	12
11-12-94	W.D iscoverer	08.05	10.00	115	70	5	14
14-12-94	P.Molchanov	16.30	18.05	95	26	5	15
15-12-94	A.S. Vavilov	12.50	15.45	175	72	12	6
17-12-94	A. Ioffe	09.45	11.20	95	41	3	14
23-12-94	A.S. Vavilov	08.45	11.35	170	68	5	14
24-12-94	Alla Tarasova	15.55	17.30	95	61	4	15
26-12-94	P.Molchanov	12.25	14.30	125	18	5	4
29-12-94	Livonia	14.55	16.10	75	26	5	5
31-12-94	Explorer	17.20	20.05	165	81	6	13
03-01-95	Krhomov	08.55	11.45	170	34	1	34
03-01-95	Alla Tarasova	16.50	18.45	175	80	7	11
04-01-95	A.S. Vavilov	15.10	19.30	260	73	8	9
05-01-95	A. Ioffe	09.30	11.45	135	76	6	13
08-01-95	Hanseatic	07.30	09.55	145	130	12	11
08-01-95	Vistamar	16.30	18.15	105	270	6	45
11-01-95	A.S. Vavilov	21.55	22.55	60	49	5	10
12-01-95	A. Ioffe	09.10	11.40	150	73	6	12
19-01-95	Vistamar	13.30	17.30	240	240	6	40
20-01-95	A.S. Vavilov	09.40	11.00	80	76	4	19
22-01-95	Hanseatic	07.50	10.55	185	140	12	12
27-01-95	A.S. Vavilov	17.00	18.30	90	76	8	9
28-01-95	A. Ioffe	13.40	16.50	190	79	7	11
28-01-95	Livonia	20.30	22.05	95	30	5	6
29-01-95	Bremen	08.20	10.30	130	100	4	25
29-01-95	P.Molchanov	18.45	20.20	95	31	2	15
TOTAL DE TURISTAS					2055		

(**Como número de guías se toma el número de personas que fueron vistas en forma efectiva cumpliendo con alguna función de asesoramiento o control en tierra junto con el contingente).

La siguiente tabla muestra como se distribuyen las visitas recibidas en la isla en los últimos 4 veranos, en función del tamaño del contingente turístico recibido:

Cantidad de turistas	Número de visitas
0 - 100	53
101 - 200	9
201 - 300	4
301 - 400	5
401 - 500	3
501 - 600	1
TOTAL DE VISITAS	75

Las principales conclusiones que se pueden sacar sobre el turismo en la Antártida tal como está organizado hasta ahora son:

En el periodo considerado, se recibieron 75 visitas de 17 buques diferentes con un total de 9222 turistas, (sin contabilizar los períodos en los

que el equipo de investigación no estuvo presente en la isla), lo que da un promedio de 1332 turistas por mes.

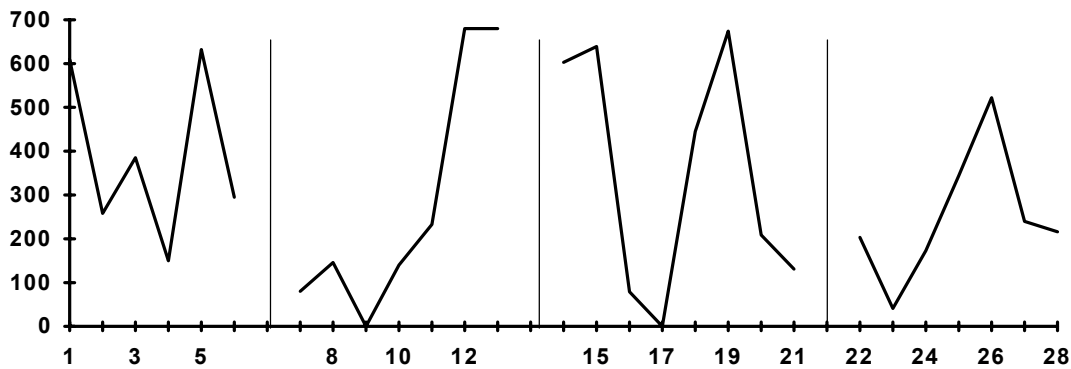
El número de turistas de los contingentes varió entre 26 y 520 dependiendo de la capacidad del buque y del operador turístico. La tabla 5 muestra, en grupos de 100 turistas, la cantidad de visitas en tierra en los cuatro periodos.

Si se analiza solamente el buque que más turistas llevó en cada temporada (O. Princess en las dos primeras, Marco Polo en la tercera y Vistamar en la última), el total para los cuatro periodos es de 3860 lo que da un promedio mensual de 568 turistas mensuales. Pero cuando se analiza un bu-

que pequeño que aporta 480 personas en 12 visitas en tres periodos, el promedio mensual es 93. Esto significa que un operador de un buque grande contribuye con el 42 % del total de la actividad, mientras que un buque pequeño aporta el 10% del total.

a) Los arribos a la isla no responden a un cronograma regular ni pre-establecido.

Como se observa en la siguiente figura, no existe al momento una planificación de la actividad turística para la isla de modo de distribuir la carga en forma uniforme a través del tiempo.



Hubieron periodos en los que prácticamente no se registraron visitas y otros en los que durante varias semanas sucesivas el número de visitantes superó los 600. Hubo instancias en que dos buques visitaron la isla en el mismo día; en otros casos las visitas se hicieron casi diariamente y en otros momentos pasó más de una semana sin visitas. En las tablas 1 a 4 se observa que el tiempo de permanencia en tierra oscila entre 60 y 405 minutos.

b) La actividad del grupo depende del operador que se trate. En algunos casos los grupos permanecieron sólo en el área de la roquería de pingüinos. En otros casos los grupos se desplazaban hacia el norte a través de una distancia de aproximadamente 1500 metros hasta la base argentina Cámara. En casi todos los casos, los turistas se desplazaron libremente por el área de la roquería y de la base. En el caso de las visitas del Ocean Princess durante la temporada 1992/93, se delimitó una pequeña área dentro de la roquería para que los turistas la visiten, intentando evitar que la

gente se disperse por el resto del territorio.

En ningún caso se observó un comportamiento agresivo por parte del turismo hacia la fauna ni pisoteo de la vegetación. Tampoco se encontró residuo alguno como resultado de las visitas del turismo. Sin embargo, en muchos casos, se observó que el límite de desplazamiento de los turistas en tierra depende más de los condicionantes climáticos y topográficos que del control que se ejerce sobre ellos. Muchos turistas se acercan a distancias menores que un metro para tomar fotografías de los pingüinos o trepan a las partes más altas de la isla para tomas fotográficas o vistas panorámicas.

c) El número de turistas por guía en tierra es variable: en el caso de algunos buques la relación turistas/guía es mayor a 90 y todos los turistas bajaron al mismo tiempo. En el caso de otro, esta relación es sensiblemente menor no sólo porque había más guías sino porque los turistas bajaron en grupos de 100 personas.

Todas las estadísticas realizadas sobre las tendencias del turismo en los últimos años, muestran que el incremento que ha tenido fue realmente importante. De unos pocos cientos de turistas a principios de la década del '80, en la actualidad se tiene un número mayor a 10.000 por temporada. Los pronósticos más serios aseguran que este número seguirá en ascenso debido al desarrollo de actividades del tipo "ecoturismo" y al abarataamiento de los costos.

Debido a esto, el tema de regulación del turismo es uno de los principales puntos de discusión dentro de los grupos dedicados a la protección del medio ambiente en el Sistema del Tratado Antártico, como es el caso del Transitional Environmental Working Group (TEWG), de reciente creación.

**REQUERIMIENTOS PARA LA
CLASIFICACION
DE BUQUES REFORZADOS PARA
NAVEGACION EN HIELO Y DE BUQUES
ROMPEHIELOS
PARA NAVEGACION EN AGUAS
DEL ARTICO/ANTARTICO**

G. Bellino

ALCANCE DE LA EXPOSICION

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO Y DE BUQUES ROMPEHIELOS/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION QUE DEBEN SATISFACER LOS BUQUES DE ACERO PARA LA OBTENCION DE LA CLASIFICACION "APTOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO"

TEMARIO.

- ? REQUERIMIENTOS DE REFORZADO CONTRA HIELO PARA BUQUES QUE NAVEGAN ENTRE HIELOS.
- ? REQUERIMIENTOS DE REFORZADO DE BUQUES ROMPEHIELOS PARA LA NAVEGACION EN ZONAS ARTICAS O ANTARTICAS.

Generalidades - Clase/Cota que se otorga - Equivalencias - Generalidades de reforzamiento - Potencia de máquinas enchapado de casco - Cuadernas - Otros elementos estructurales - Rodas - Remolque - Popas - Timones y arreglos de gobierno.

- ? FINNISH - SWEDISH ICE CLASS RULES.

Principales regulaciones - Documentación requerida para la obtención del "Certificado de Clase de Hielo" Particularidades.

Filmina 1

REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION QUE DEBEN SATISFACER LOS BUQUES DE ACERO PARA LA OBTENCION DE

LA CLASIFICACION “APTOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO”.

TEMARIO

Dentro de este concepto nos referiremos a:

- **Requerimientos de reforzado contra hielo para buques que navegan entre hielos.**
- **Requerimientos de reforzado de buques rompehielos para la navegación en zonas árticas o antárticas.**
- **Regulaciones “Finnish - Swedish Ice Class Rules”.**

INTRODUCCION

El contenido de la exposición está orientado a introducirlos en el conocimiento de los aspectos más relevantes, en cuanto a las exigencias y requerimientos que las Sociedades de Clasificación de Buques, establecen a través de sus Reglamentos para la Clasificación y Construcción de Buques de Acero y dentro de ellas a los considerados “**aptos para la navegación entre hielos y/o para la navegación en aguas del Artico/Antártico**”; así como las principales regulaciones que la norma “**Finnish - Swedish Ice Class Rules**” fija para el otorgamiento del **denominado “Certificado de Clase de Hielo”**.

Las Sociedades de Clasificación (**Filmina N° 2**) a través de la denominada “**designación de clase**” que se otorga a cada buque definen las características distintivas del casco, maquinaria y equipamiento con el que está dotada la embarcación.

CLASIFICACION – ALCANCE.

- ? Las características distintivas del casco, maquinaria y equipamiento con el que está dotado cada buque, es reflejado a través de la designación de clase.
- ? La designación de clase está integrada por:
 - Carácter de la clase.
 - Notación aplicada al carácter de la clase.

? Ejemplo designación de clase completa para casco y máquinas:

AMBITO	Carácter de la clase	Notación de clase
Casco	✓ 100 A5	E1 CONTAINER SHIP
Maquinaria	✓ MC	E1 AUT

Filmina 2

Esa **designación de clase** está integrada por el “**carácter**” de la misma que se le asigna al casco, maquinaria, etc. y la “**notación de clase**” que individualiza en cada caso, las particularidades propias para cada diseño.

Este universo de clase y notación de clase como puede apreciarse en las **Filminas N° 3, 4 y 5** es sumamente amplio y en constante adaptación. De este amplio espectro nos detendremos en las características a satisfacer para alcanzar la clasificación de buques aptos para la navegación en hielo y/o buques rompehielos.

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO Y DE BUQUES ROMPEHIELO/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICCO/ANTARTICO

UNIVERSO DEL CARACTER DE CLASE

AMBITO	CARACTERISTICAS	CARACTER DE CLASE
Casco	---	100 A5 90 A3 80 A2 70 A1
Maquinaria	---	MC A-MC MC A-MC
Equipamiento especial	Instalaciones de carga refrigerada/buques de carga	KAZ KAZ CA CA mob
	Instalaciones de carga refrigerada/buques pesqueros	RIC RIC QUICK FREEZING
	Sistemas de buceo	TAZ
Inspección/supervisión construcción	---	✓ ✓

Filmina 3

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO Y DE BUQUES ROMPEHIELO/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICCO/ANTARTICO

UNIVERSO DE NOTACION DE CLASE PARA CASCO Y MAQUINARIA

AMBITO	CARACTERISTICAS	NOTACION DE CLASE	
CASCO	Rango de servicio	Buques oceánicos Embarcaciones interiores	M, S, W Y
	Subdivision estanca, estabilidad dañada	Markado general	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Markado especial	---
	Referenciante para hielo		F, F1, F2, F3, F4 Arc1, Arc2, Arc3, Arc4
	Tipo de buques clase de carga transportada	Yates/embarcaciones menores	---
		Embarcaciones de carga seca	Container ship equipped for carriage of containers Bulk carrier - Ore carrier
		Buques tanque/carga líquida	Oil carrier - Chemical carrier - Liquefied gas tanker Product tanker - Chemical tanker - type 1
		Buques de pasajeros	Passenger ship
		Buques de transporte de vehículos	Ro-Ro ship equipped for carriage of cars Car ferry
		Buques pesqueros	Fishing vessel
		Buques de propulsión especiales	TUG - ICE BREAKER - Suction dredger H/RollOn - Pilot boat
		Diques flotantes	Floating dock
		Transporte de cargas peligrosas	SOLAS II 2, Reg. 45
		Embarcaciones de alta velocidad	HSC A (OC1-OC4) - HSC B (OC1-OC4) HSC-Carga (OC1-OC4)
	Francoarriba		Can francoarriba ...m
Referenciante especial	Carga pesada	Strengthened for heavy cargo	
	Transporte de grúa	G	
	Cargas en cubierta	---	
	Referenciante para colisión	Col...	
	Embarcaciones interiores	ORE	

Filmina 4

UNIVERSO DE NOTACION DE CLASE PARA CASCO Y MAQUINARIA

AMBITO	CARACTERISTICAS	NOTACION DE CLASE
CASCO	Inspección interna	ESP
	Inspección a flote	IW
	Sistemas y equipamiento especial	Equipped with low ruder Equipped with dynamical positioning NAV-O - NAV-OC - EC
	Materiales	High tensile steel aluminium - GRP
	Nuevas diámetros	EXP
	Procedimientos de inspección y análisis especial	RSD STAR
MAQUINARIA (Equipamiento especial)	Automación	AUT - AUT-ah - AUT-Z - BC
	Sistemas de gas inerte	INERT
	Lucha contra incendios	FF1 - FF2 - FF3 - FF1/2 - FF1/3
	Reforzamiento para hielo	E E1, E2, E3, E4 Arc1, Arc2, Arc3, Arc4
	Plantas de refrigeración de gas	H1
	Propulsión eléctrica redundante	RP...%
Nuevas diámetros	EXP	

Filmina 5

Es necesario también hacer la aclaración que los contenidos de los aspectos a los que me voy a referir tienen un alcance **didáctico** y como tal, dado que las regulaciones que establecen dichas Sociedades de Clasificación en sus respectivos Reglamentos, se encuentran en permanente revisión y actualización, toda información de detalle que fuera necesario profundizar y/o utilizar, como lineamiento reglamentario a aplicar, para la obtención de una determinada Clase/Cota de hielo, deberá ser consultada en los Reglamentos para la Clasificación y Construcción de la Sociedad de Clasificación que corresponda.

Por otro lado es necesario saber también que, si bien los requerimientos que establecen las mencionadas Sociedades son en general equivalentes en sus niveles de exigencia, pueden no obstante diferir sutilmente entre ellos.

Con respecto a la norma **“Finnish - Swedish Ice Class Rules”** emitida por el Tribunal de Navegación Sueco-Finlandés, la misma establece la Clase de Hielos a la que puede acceder un buque, sobre la base de su apropiada capacidad de operación en el hielo, a través del cumplimiento de

determinadas regulaciones para el reforzamiento de los mismos, “status” que convalida con el otorgamiento de su **“Certificado de Clase de Hielo”**.

Esta clase conferida sirve entre otras cosas, tanto a la **“Junta Ejecutiva del Servicio de Rompehielos Sueca”** como a la **“Junta Nacional de Navegación Finlandesa”**, para establecer: restricciones al tráfico marítimo según la época del año y la zona de navegación (Golfo de Bothnia, Mar de Bothnia); exigencias para acceder al servicio de asistencia de rompehielos y/o las obligaciones de pago para el tránsito por canales navegables.



REQUERIMIENTOS DE REFORZADO CONTRA HIELO PARA BUQUES QUE NAVEGAN ENTRE HIELOS

GENERALIDADES

En términos generales se establecen categorías en cuanto a la **aptitud** para navegar entre hielos, la que queda definida según la **Clase/Cota de Hielo** que cada buque reciba.

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA LA NAVIGACION EN HIELO

CLASE / COTA / EQUIVALENCIAS

Swedish Finnish Ice-classes	American Bureau of Shipping	Bureau Veritas	Det Norske Veritas	Germanischer Lloyd	Lloyd's Register of Shipping	Polish Register of Shipping	Morski Rejestr CCCP	Arctic Shipping Pollution Prevention Regulation	Exposure cap to ice (m)
IA Super	---	133E "Ice I Super" "Glacé I Super"	IAI "Ice A"	100 A4 "E 4"	100 AI "Ice class 1"	---	---	A	1.00
IA	A 1 (E) "Ice Strengthening Class A"	133E "Ice I" "Glacé I"	IAI "Ice A"	100 A4 "E 3"	100 AI "Ice class 1"	PAIR "E 1"	PAIC "II 1" "T II"	B	0.80
IB	A 1 (E) "Ice Strengthening Class B"	133E "Ice II" "Glacé II"	IAI "Ice B"	100 A4 "E 2"	100 AI "Ice class 2"	PAIR "E 2"	PAIC "II 2"	C	0.60
IC	A 1 (E) "Ice Strengthening Class C"	133E "Ice III" "Glacé III"	IAI "Ice C"	100 A4 "E 1" "E 4"	100 AI "Ice class 3" Strengthened for use in ice	PAIR "E 3" "E 4"	PAIC "II 3" "II"	D	0.40
II	---	133E "Ice" "Glacé"	---	100 A4 "E" "EE" "EE+"	---	PAIR "I"	---	D	---
III	A 1 (E)	133E	IAI	100 A4	100 AI	PAIR	PAIC	D	---

Filmina 6

En función de ello los requerimientos de reforzado adicional que se establece para las distintas **clases/cotas de hielo** que se otorgan, son **recomendaciones** que las Sociedades de Clasificación establecen para la navegación en las condiciones de hielo, correspondientes a cada una de ellas en función de la zona prevista de navegación.

Asimismo para poder recibir la cota de hielo correspondiente se requiere, además del reforzamiento correspondiente al escantillonado de casco y

estructuras internas, que se satisfagan los requerimientos de potencia de máquinas y robustez de la maquinaria en general establecidos en los mencionados reglamentos.

De esta forma se define un determinado reforzado standard para los buques que navegan en zonas con presencia de hielo denominado “**hielo del primer año**” o “**hielo joven**”.

En este sentido pueden otorgarse cotas de hielo en función de la zona prevista de navegación **sólo** a aquellos buques que posean de acuerdo con su rango de servicio una clasificación para navegación **ilimitada** o navegación **media**, entendiéndose por tal:

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

RANGO DE SERVICIO

R A N G O D E S E R V I C I O	Buques Oceánicos		
	Ilimitado	—	Clasificación para navegación ilimitada, sin restricciones.
	Internacional restringido (navegación media)	M	Tráfico costero limitado por una distancia de 200 MN al puerto de abrigo mas cercano o costa afuera.
	Costero	K	Tráfico costero limitado por una distancia de 200 MN al puerto de abrigo mas cercano o costa afuera.
	Aguas poco profundas	W	Tráfico en bajíos, bahías, estuarios o aguas equivalentes donde no hay ocurrencia de mar gruesa
	Embarcaciones de aguas interiores		
	Vías de aguas interiores	I	Embarcaciones para navegación solamente en aguas interiores hasta la frontera marítima

Filmina 7

ilimitada: la que poseen los buques oceánicos con ilimitado rango de servicio.

y

media: aquellos buques con servicio internacional restringido, limitado en general al tráfico costero, de forma que el punto más lejano de refugio o la máxima distancia mar afuera no supere las 200 MN.

Para la clase de hielo de menor categoría que otorgan las Sociedades, (Por ejemplo: “E” para el GL, o “D” para el LLR), que es aquella correspondiente a las zonas de navegación con presencia de hielo pero lejanas a la zona de hielo compacto, se puede a solicitud del armador, asignar en forma independiente una cota/clase de hielo distinta para el casco respecto de la correspondiente a la maquinaria.

Asimismo para aquellos buques que cuenten con dos calados distintos de francobordo, pueden tener cotas de hielo diferentes para cada calado en cuestión. Para otros calados a los mencionados no pueden otorgarse cotas de hielo.

CLASE/COTA QUE SE OTORGA

Veamos el alcance de las clases/cotas que se otorgan.

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

GENERALIDADES.

? El nivel de reforzamiento se define para cada cota/clase de hielo que se otorga en función de la zona prevista de navegación:

GERMANISCHER LLOYD	
Cota/clase de Hielo	Zona de Navegación
E	Desembocaduras de ríos, regiones costeras fuera de la región de hielo compacto.
E1 E2 E3 E4	Zona del Mar Báltico Norte o similar.

? Requerimientos de refuerzo adicional del escantillonado del enchapado de casco, refuerzos estructurales y potencia de máquinas.

? Reforzado standard para buques que navegan en zonas con presencia de hielo denominado "hielo del primer año" o "hielo joven".

? Otorgación de clase/cota para hielo reservada solamente para buques clasificados con rango de servicio ilimitado o medio.

Filmina 8

Por ejemplo.: para el GL, o para el LLOYD'S REGISTER.

Para cada clase/cota de hielo que se considere se encuentra definida una Altura de hielo determinada. (veremos esto en detalle más adelante).

EQUIVALENCIAS (Filmina N° 8)

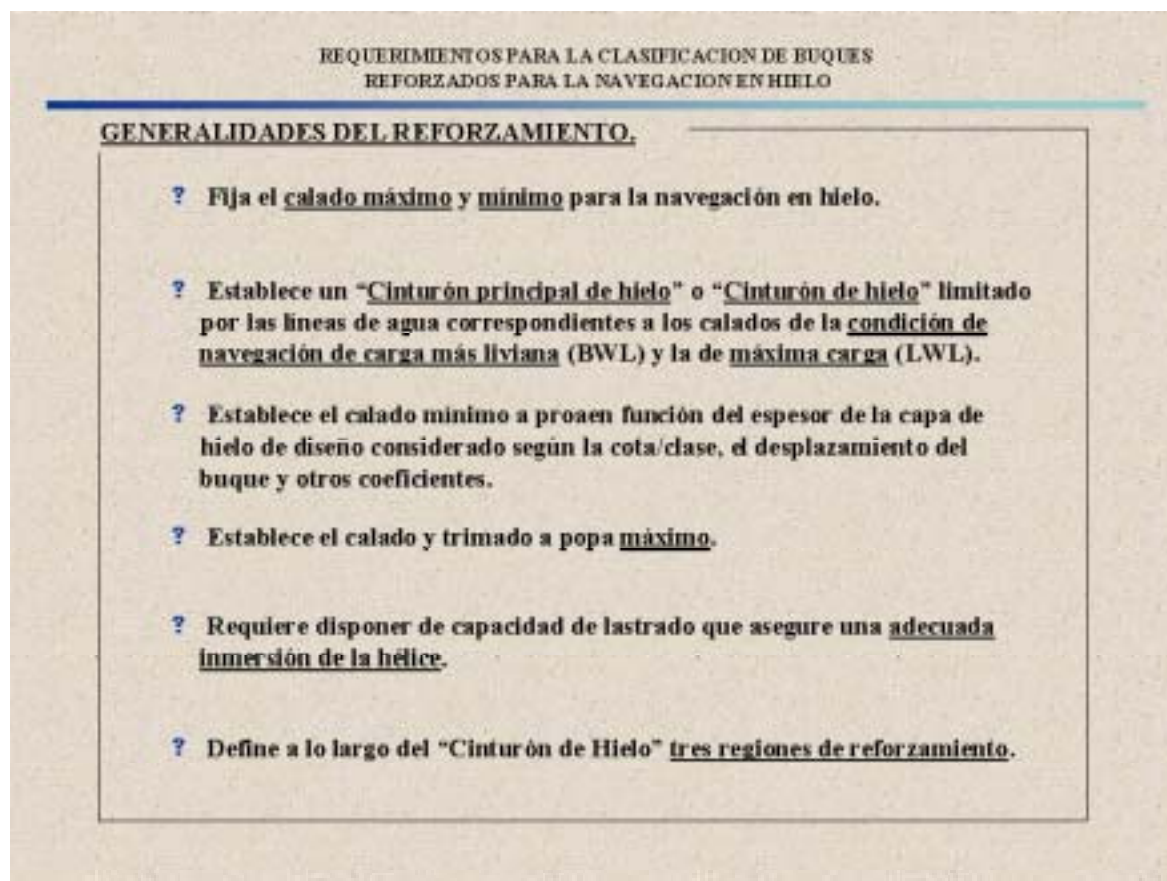
Estas cotas/clases de hielo otorgadas por las Sociedades de Clasificación alcanzan la siguiente equivalencia con las clases de hielo de la norma Finnish Swedish Ice Class Rules (F.S.I.C.R.) que veremos más adelante, así como con las reglas para la navegación por el Artico Canadiense "Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations" (A.S.P.P.R.).

Ello se logra ya que los requisitos exigidos por dichas Sociedades para las distintas clases/cotas, cumplen con todas las condiciones que deben satisfacerse para el otorgamiento de las clases/cotas equivalentes de las normas “A.S.P.P.R.” y “F.S.I.C.R.”.

Estas últimas se establecieron primariamente para buques mercantes que naveguen en el Mar Báltico Norte.

GENERALIDADES DEL REFORZAMIENTO

Calados para cotas de hielo



Filmina 9

Veremos ahora los niveles de reforzamiento a satisfacer para alcanzar dichas cotas.

Para establecer el alcance de ese reforzamiento se requiere definir por un

lado el **Calado máximo** tomado en el centro del buque para la cota/clase de hielo que se pretenda, el mismo debe ser el correspondiente al **francobordo de verano en agua dulce**.

De la misma manera deben indicarse los **calados máximo y mínimo** (para dicha cotas/clase de hielo) en la perpendicular de proa y popa.

De esta forma quedan definidas la línea de los calados máximos **LWL** y la línea de los calados mínimos **BWL**, las que determinan una franja de reforzamiento llamada **“Cinturón Principal de Hielo”** o **“Cinturón de Hielo”**.

Por ello se establece un **calado mínimo** en la perpendicular a popa, el que es necesario respetar y que se debe determinar **en función del**:

- desplazamiento del buque en su máximo calado correspondiente al francobordo de verano.
- espesor de diseño de hielo considerado según la cota/clase.
- otros coeficientes.

Tanto el calado como el trimado a popa determinados por la línea **LWL** para cada cota/clase que corresponda, no podrán ser sobrepasados cuando se navegue en hielo. Tampoco podrá navegarse con calados inferiores al indicado por **BWL**.

A ese efecto se debe disponer de adecuados medios de lastrado a fin de asegurar que, la hélice quede lo más completamente sumergida y en lo posible enteramente sumergida por debajo del espesor de hielo, acorde con la cota/clase correspondiente.

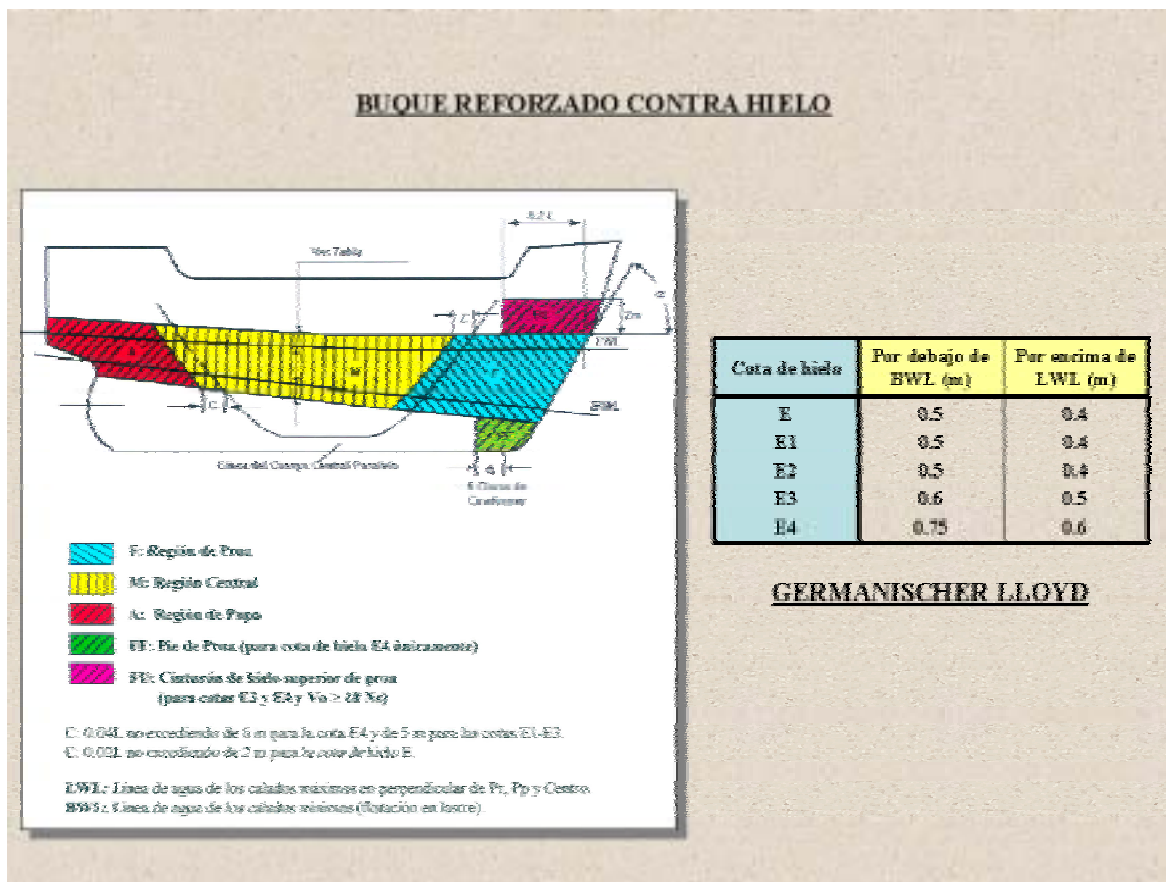
En el caso que existieran tanques de lastre ubicados por encima de **BWL** y que fuera necesario su llenado para alcanzar dicha línea de carga, deberán equiparse con adecuados medios de calefacción para impedir el congelamiento del agua de lastre.

Es importante también tener en cuenta, que la línea **BWL** que se establezca asegure un grado razonable de capacidad de navegación en hielo en la

condición de lastre.

Definido entonces este **Cinturón de Hielo**, esta zona del enchapado de casco deberá ser reforzada. Para ello se divide al mismo en **tres regiones** de reforzamiento principales según puede observarse:

Cinturón de hielo



Filmina 10

Región de proa (F):

definida entre la roda y la paralela a la línea de separación del cuerpo central del cuerpo de proa, ubicada a una distancia “c” a popa de ella.

Región central (M):

comprendida entre el límite posterior de la región F y la paralela a la línea que separa el cuerpo central del cuerpo de popa, situada a una distancia “c” detrás de

ésta.

Región de popa (A):

comprendida entre el límite posterior de la región M y la popa.

Adicionalmente y dentro de la región de proa se identifican:

Pie de proa (FF):

(sólo para la cota E4) región debajo del cinturón de hielo desde la roda extendiéndose hacia popa, hasta cinco claras de cuadernas desde donde el perfil de la roda se separa de la línea de quilla.

Cinturón de hielo superior de proa (FU) (para las cotas E3 y E4 únicamente en los buques cuya $V0 \geq 18$ Ns.):

Dos metros sobre el límite superior del cinturón de hielo y desde la roda hasta 0,2 L a popa de la perpendicular de proa.

A su vez la **extensión vertical** de las regiones F, M y A queda definida en función de la cota/clase correspondiente.

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

Cota de hielo	Por debajo de BWL (m)	Por encima de LWL (m)
E	0.5	0.4
E1	0.5	0.4
E2	0.5	0.4
E3	0.6	0.5
E4	0.75	0.6

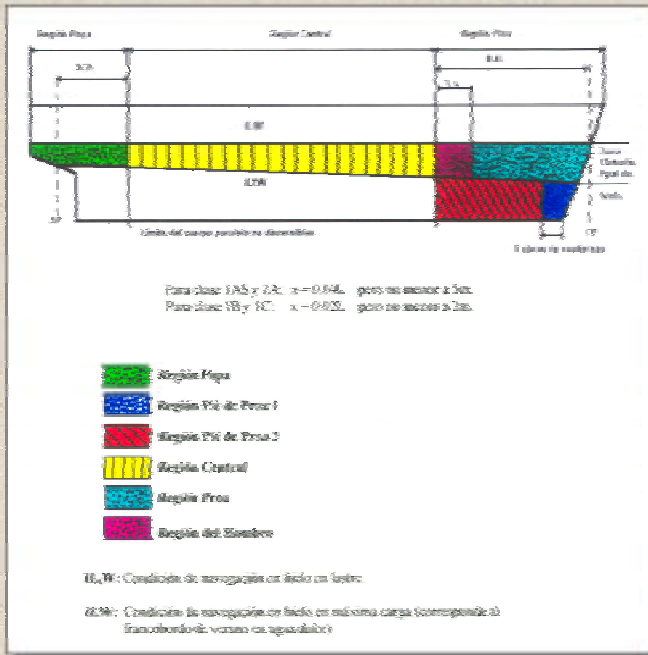
Extensión vertical del reforzamiento en las regiones F, M y A

Filmina 11

En forma similar al GL podemos ver lo prescrito por el LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING y por el AMERICAN BUREAU OF SHIPPING.

(Filmina N° 12, 13 y 14)

BUQUE APTO PARA NAVEGACION EN ZONAS DE HIELO



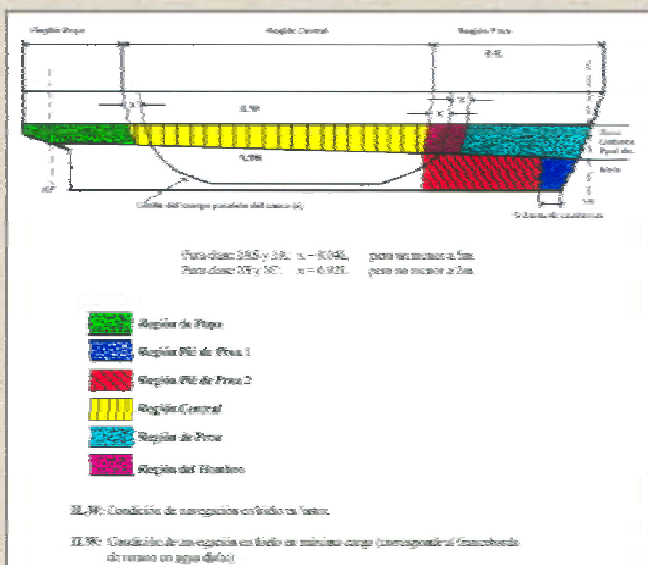
Zona del Cinturón Principal de Hielo limitada según cada clase:

Clase	Por encima de ILW (mm)	Por debajo de IL_{pW} (mm)
1A5	600	750
1A	500	600
1B	400	500
1C	400	500
1D	400	500

LLOYD'S REGISTERS OF SHIPPING

Filmina 12

BUQUE APTO PARA NAVEGACION EN ZONAS DE HIELO



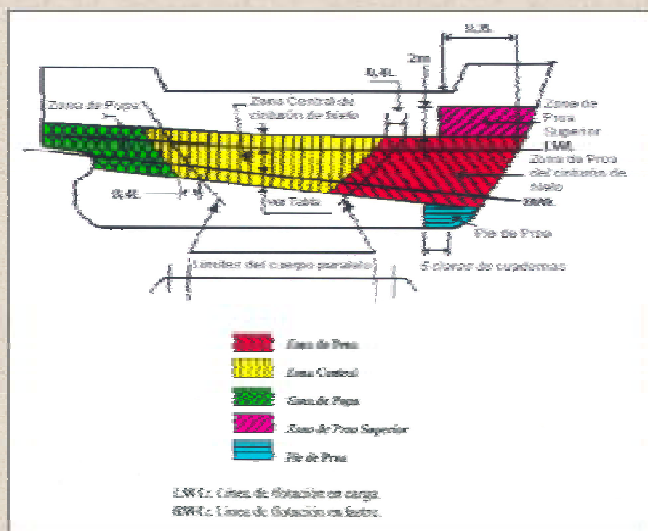
Zona del Cinturón Principal de Hielo limitada según cada clase:

Clase	Por encima de ILW (mm)	Por debajo de IL_{pW} (mm)
1A5	600	750
1A	500	600
1B	400	500
1C	400	500
1D	400	500

LLOYD'S REGISTERS OF SHIPPING

Filmina 13

BUQUE REFORZADO PARA HIELO REGIONES DE REFORZAMIENTO



Extensión vertical del reforzado del Cinturón de Hielo

Clase de reforzado	Por encima de LWL (m)	Por debajo de SWL (m)
Clase AA	0.75	0.60
Clase A, R, C	0.508	0.608
Clase I AA		Hasta el doble fondo o bajo ranuras altas de varangas
Desde la roda hasta 0.3L	1.2	
Desde 0.3L y Zona Central	1.2	1.0
Zona Proa	1.2	1.2
Clases IA, IB e IC		
Desde la roda hasta 0.3L	1.0	1.0
Desde 0.3L y Zona Central	1.0	1.3
Zona Proa	1.0	1.0

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Filmina 14

POTENCIA DE LA MAQUINARIA PROPULSORA

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

POTENCIA DE MAQUINAS

? Establece la mínima potencia mínima que es aquella que pueda ser suministrada en forma continua.

? Establece el valor mínimo de la potencia máxima en función de la cota/clase pretendida.

Por ej. GL:	E1, E2, E3	min.	740 KW
	E4	min.	2600 KW

? La potencia está en función de:

- desplazamiento.
- manga.
- potencia nominal (P_0) según la clase/cota de hielo.
- otros coeficientes dependientes de:
 - si se trata de una hélice de paso fijo o hélice de paso variable.
 - si tiene proa bulbo o no.
 - el ángulo entre la roda y la LWL.

Filmina 15

Acorde con este reforzado adicional de casco, se establecen los siguientes requisitos de potencia para la planta propulsora.

Dicha potencia en función de la cota/clase que se trate **no podrá ser inferior de:**

740 KW	para las clases E1, E2, E3.
2600 KW	para la clase E4.

Se debe considerar como **potencia máxima** aquella que la planta propulsora puede suministrar en forma continua. De encontrarse la misma restringida por motivos técnicos o alguna prescripción reglada, se tomará a ésta como la máxima potencia.

La potencia se determina **en función de:**

- σ el desplazamiento del buque.
- σ la manga.
- σ el espesor de hielo.
- σ la cobertura de nieve.
- σ la velocidad de rompimiento considerada.
- σ distintos coeficientes que dependen a su vez de:
 - σ si se trata de una hélice de paso fijo o hélice de paso variable.
 - σ el ángulo entre la roda y la LWL.

CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL ENCHAPADO DE CASCO Y DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

**DIMENSIONAMIENTO DEL ENCHAPADO DE CASCO Y OTROS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

El criterio para el dimensionamiento se basa en:

- ? La presión de hielo de diseño (P) según la cota/clase de hielo.

Distribución típica.

- ? La presión de hielo de diseño es función de:
 - presión de hielo nominal (P_n).
 - coeficientes dependientes de:
 - potencia de máquinas.
 - la región del casco considerada para cada clase/cota.
 - el desplazamiento.
 - la longitud efectiva del elemento estructural.
- ? La altura (espesor) de la capa de hielo (h).

Cota/clase de hielo	h_p (m)	h (m)
E1	0.40	0.22
E2	0.60	0.25
E3	0.80	0.30
E4	1.00	0.35

h_p : Altura (espesor) capa de hielo de alta mar.
 h: Altura (espesor) capa de hielo considerada a los efectos del diseño.

Filmina 16

Para la determinación de los escantillones del enchapado de casco y elementos estructurales intervienen **dos factores** importantes:

- la **presión de hielo de diseño (P)** y
- la **altura real del área de ataque del hielo (h)**.

Con respecto al primer concepto, una **distribución típica** de la carga de hielo a considerar a los fines del diseño, es que las presiones máximas ocurren en coincidencia con las cuadernas, mientras que las mínimas lo hacen entre las mismas, dada la diferente rigidez flectora de cuadernas y enchapado de casco.

Resultan así las siguientes cargas de diseño, que se adoptan para el

dimensionamiento:

$$P = \frac{1}{2} (P_{\text{máx}} + P_{\text{min}})$$

y

$$P_1 = 0,75 P$$

donde **P**: presión de hielo de diseño.

No obstante el dimensionamiento de los distintos elementos puede también determinarse por cálculo directo.

Se puede entonces determinar la **presión de hielo de diseño** en función de:

- σ la presión de hielo nominal (valor adoptado 5,6 N/mm²).
- σ diversos coeficientes que dependerán de:
 - σ el desplazamiento.
 - σ la potencia de la planta propulsora.
 - σ la región del casco considerada para cada cota de hielo/clase.
 - σ la longitud efectiva del elemento estructural que se trate.

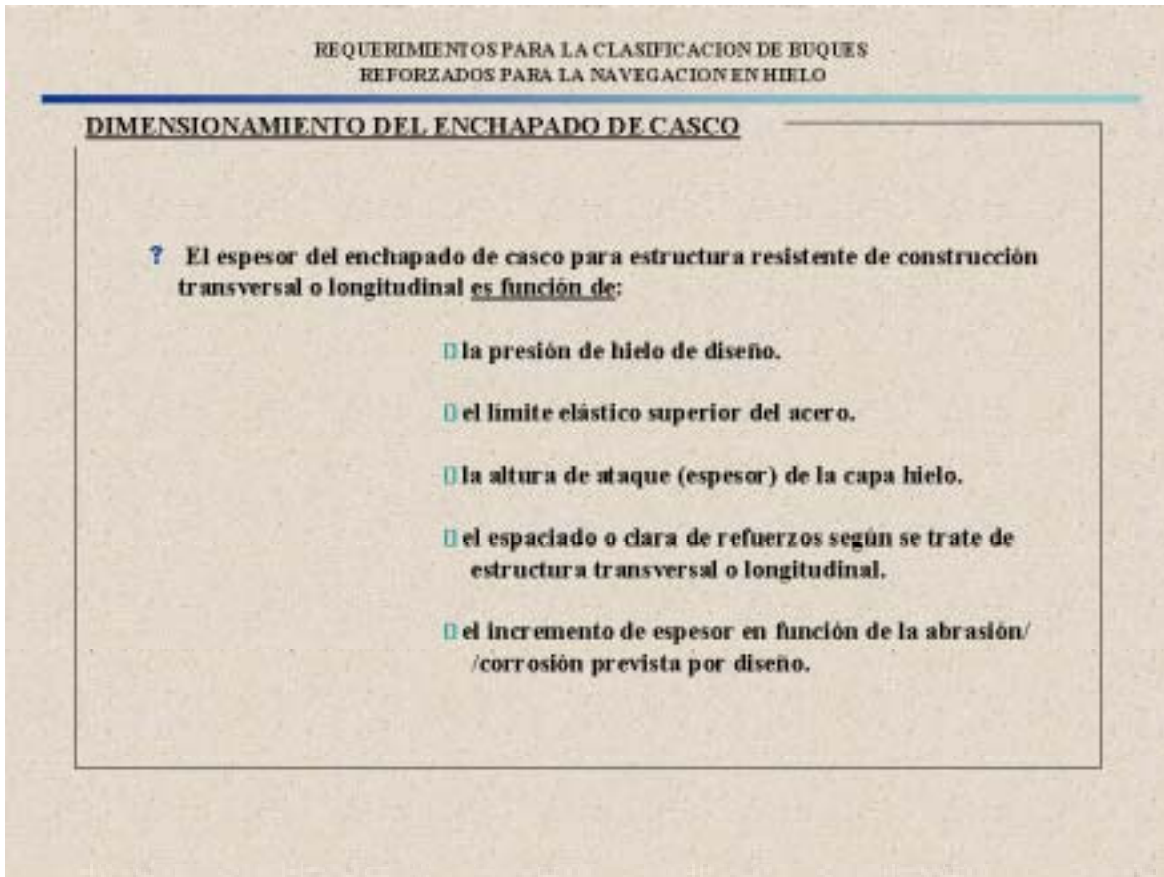
Este último concepto se refiere Por ejemplo para el caso de:

		<u>longitud efectiva</u>
enchapado y cuadernas	estructura transversal	clara
	estructura longitudinal	longitud no apoyada
palmejares de hielo		longitud no apoyada
bulárcamas		2 x clara bulárcamas

Con relación al segundo factor que interviene en el dimensionamiento, se supone que un buque reforzado contra hielo operará en condiciones de mar abierto correspondientes a un nivel de hielo que no excederá un determinado espesor **h₀**, mientras que la **altura real del área de ataque del hielo h** o sea la altura del área sobre la que actuará la presión de hielo, se la supone menor

que h_0 y se la toma como valor de diseño a considerar para determinar de acuerdo con la cota/clase de hielo, la presión de hielo correspondiente.

ENCHAPADO DE CASCO



Filmina 17

De esta manera el espesor del enchapado de casco ya sea para una estructura soporte de construcción transversal o de construcción longitudinal se dimensionará **en función de:**

- σ la presión de hielo de diseño.
- σ el límite elástico superior del acero.
- σ la altura real del área de ataque del hielo.
- σ el espaciado o clara de refuerzos según se trate de estructura transversal o longitudinal.
- σ incremento de espesor por abrasión/corrosión.

Sobre este último factor el incremento de espesor que se considera es un valor fijo (normalmente 2 mm), que puede reducirse si se asegura la aplicación de pinturas especiales con probada aptitud de resistencia a la abrasión por hielo.

Se prohíbe la colocación de **portillos** en el cinturón de hielo.

Veamos ahora lo que pasa con la estructura interna.

CUADERNAS

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

CUADERNAS.

General

- ? Debe asegurarse una **eficiente unión** a la estructura soporte, a las estructuras que atraviesa así como sus extremos superior e inferior a través de consolas/concretos.
- ? Según cota/clase y región considerada requiere:
 - refuerzo antivuelco para cuadernas oblicuas al enchapado de casco.
 - unión al forro con soldadura angular continua de ambos lados.
 - espesor mínimo para el alma.
 - prohíbe escotaduras salvo excepciones de construcción.

Cuadernas Transversales/Longitudinales

CUADERNAS	A determinar	En función de
Transversales	Módulo Resistente (W)	Presión de hielo de diseño. Clara de cuadernas. Altura (espesor) del área de ataque del hielo.
Longitudinales	Módulo Resistente (W) Area de Cizalla (A)	Límite elástico del acero. Coeficientes en función de las condiciones de contorno. Longitud no apoyada.

Filmina 18

Generalidades

Para las cuadernas dentro del Cinturón de Hielo se requiere que las mismas se unan a la estructura soporte de manera efectiva por medio de **consolas**.

Asimismo deben conectarse de ambos lados a aquellas estructuras que

atraviesa, por medio de **contretes**.

En particular para las clases **E4** en todo el Cinturón de Hielo, para **E3** dentro de las regiones **F** y **M** y para **E1** y **E2** dentro de la región **F** **se debe**:

Reforzar **antivuelco** aquellas cuadernas que no estén en ángulo recto respecto del forro de casco, por medio de consolas intercostales, palmejares o elementos estructurales similares.

También se recomienda que la **unión** de las cuadernas al forro de casco sea mediante soldadura angular continua de ambos lados.

Se establece un **espesor mínimo** del alma de cuadernas, el cual debe ser igual a la mitad del espesor del forro, pero no menor a 9 mm.

En cuanto a las **escotaduras** éstas son solo permitidas en los cruces con las costuras a tope de los paños del enchapado.

Similares requerimientos deberán satisfacerse para **cualquier otro elemento** (cubierta, techo de tanque, mamparo) que se encontrase en lugar de una cuaderna hasta la extensión correspondiente de las cuadernas adyacentes.

Cuadernas transversales

En el caso de cuadernas transversales interesa determinar su **Módulo Resistente (W) interviniendo** para ello:

- τ la presión de hielo de diseño.
- τ la clara de cuadernas.
- τ la altura real del área de ataque del hielo.
- τ la longitud no apoyada.
- τ el límite elástico del acero.

τ coeficientes en función de las condiciones de contorno.

Se requiere que el **extremo superior** de todas las cuadernas transversales reforzadas contra hielo deben unirse a una cubierta o palmejar.

De la misma manera el **extremo inferior** de todas las cuadernas transversales reforzadas contra hielo deben unirse a una cubierta, techo de doble fondo o techo de tanque o palmejar.

Refuerzos longitudinales

Para los refuerzos longitudinales se requiere determinar además del **Módulo Resistente (W)**, el **Area de cizalla (A)** los que **serán función de:**

- τ la presión de hielo de diseño.
- τ la altura real del área de ataque del hielo.
- τ la longitud no apoyada.
- τ el limite elástico del acero.
- τ la clara de cuadernas.
- τ coeficientes en función de las condiciones de contorno.

La extensión vertical del reforzado de las cuadernas (**Filmina N° 19**) se establece de acuerdo con la cota/clase de hielo en función de la región correspondiente.

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

Extensión vertical b_E del reforzado contra hielo de las cuernas.

Cota/clase de línea	Región	b_E	
		Sobre LWL (m)	Bajo FWL (m)
E	Desde la roda hacia popa hasta 0,75 L a partir de ella	1,00	1,00
E1 E2 E3	Desde la roda hacia popa hasta 0,50 L a partir de ella		1,00
	A popa de 0,50 L desde la roda hasta el límite de popa de la región F		1,50
	M		1,50
	A		1,00
	FU		2,00
E4	Desde la roda hacia popa hasta 0,50 L a partir de ella	1,20	Hasta el doble fondo o por debajo del canto superior de las varcas
	A popa de 0,50 L desde la roda hasta el límite de popa de la región F		1,60
	M		1,60
	A		1,20
	FU	2,20	—

Filmina 19

OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (Filmina N° 20)

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	A determinar	
Palmejares	Módulo Resistente (W)	Adicional para Bulárcamas ↓
Bulárcamas		
Tiras/Cintas de Cubierta	Area de Cizalla (A)	Fuerza Transmitida

Filmina 20

Palmejares

Para los **palmejares** dentro del cinturón de hielo y también para aquellos que estando fuera del mismo, se encuentren actuando como soporte de cuadernas sometidas a la presión de hielo, se requiere determinar también el **Módulo Resistente (W)** y el **Area de Cizalla (A)** en función de los mismos elementos que para las cuadernas.

Bulárcamas

En el caso de las bulárcamas interesa determinar la **fuerza transmitida** a una bularcama por un palmejar o cuaderna longitudinal. Esta **será función de:**

- τ la presión de hielo.
- τ la altura real del área de ataque del hielo.

- τ el espaciado entre bulárcamas.
- τ otros coeficientes.

Cuando por las condiciones de contorno se deba determinar el Módulo Resistente y el Area de Cizalla por cálculo directo y no a través de fórmulas standard, se deberá considerar el **punto de aplicación de la presión de diseño** en función de la ubicación de los palmejares de hielo y cuadernas longitudinales de modo que los momentos flectores y esfuerzos de corte considerados sean **los más severos**.

Tiras de cubierta

Las tiras (cintas) de cubierta junto a las escotillas y que actúan como palmejares de hielo deben cumplir en cuanto al Módulo Resistente (W) y Area de Cizalla (A) los **mismos** requisitos que los palmejares de hielo.

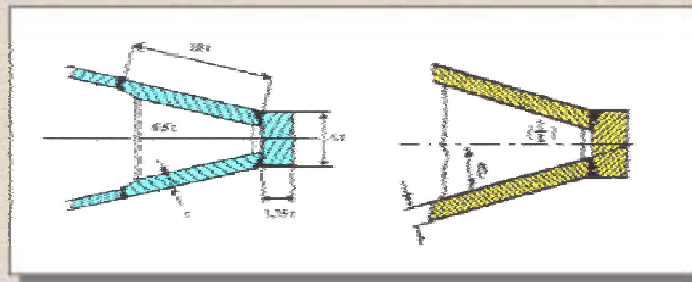
En arreglos de cubierta con escotillas muy largas se debe prestar especial atención a la **flexión** de los costados del buque, por acción de la presión de hielo y el efecto que ello provoca sobre las tapas de cubierta a la intemperie y los dispositivos de trincaje.

RODAS

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

RODAS

- ? Construcción en acero laminado, fundido, forjado o planchas de acero conformadas.
- ? Diseño de canto afilado.
- ? Espesor del enchapado en función de:
 - presión de hielo de diseño.
 - ancho no apoyado del panel más pequeño.
 - espaciado de los elementos soportes verticales.
 - otros coeficientes.
- ? Requiere reforzamiento interior y fija su extensión vertical.
- ? Establece detalles de conexiónado al enchapado de casco.



Filmina 21

Las mismas pueden construirse de acero laminado, fundido, forjado o de planchas conformadas.

Se recomienda que las mismas sean de cantos afilados ya que mejoran la maniobrabilidad del buque en el hielo en especial para buques con esloras inferiores a los 150 m.

En el caso de rodas construídas con chapas conformadas dependiendo que el **ángulo** \exists que la misma forma respecto del plano longitudinal sea $\exists 30^\circ$, el espesor del enchapado se debe calcular igual que el espesor del enchapado de casco, pero considerando en ese caso: como **presión de hielo de diseño la que actúa sobre las cuadernas**; el ancho no apoyado más pequeño del panel de chapa considerado y el espaciado entre los elementos verticales de soporte.

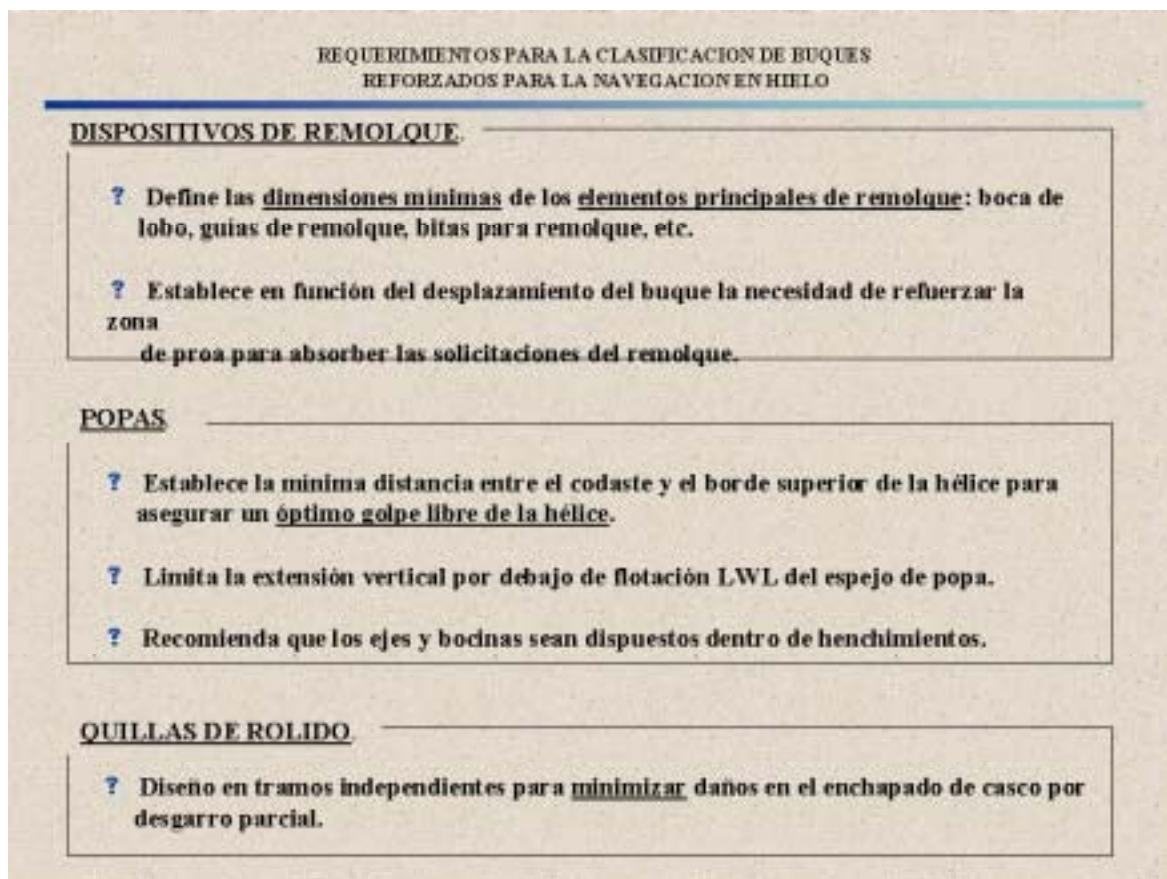
Las rodas y aquellas partes de proa anchas deben reforzarse por medio de

varengas o consolas espaciadas no más de 0,60 m, con espesor \geq que la mitad del espesor de plancha requerido.

Se debe **extender** dicho reforzamiento desde la quilla hasta 0,75 m por encima de LWL o hasta el límite superior de la región **FU** en el caso de requerirse cinturón de hielo superior en proa.

Se requiere prestar especial atención a los **detalles de conexasión** al casco, tratando que la unión de la misma sea con una adecuada transición es decir lo más al rás posible.

DISPOSITIVOS DE REMOLQUE



Filmina 22

Con respecto a los dispositivos de remolque se establecen las **dimensiones mínimas** que debe tener la guía de remolque (boca de lobo), la que debe ir dispuesta en el centro de la amurada de proa.

La bita o medio adecuado de remolque para amarrar el cable de remolque, debe dimensionarse con capacidad para resistir la carga de rotura del cable de remolque del buque.

En buques cuyo) # **30.000 ton**, se deberá reforzar el sector de la proa que se extiende hasta 5 m por encima de LWL y 3 m a popa de la roda, a efectos de absorber las sollicitaciones producidas por efecto del remolque.

Se deben disponer cuadernas intermedias, palmejares adicionales o cubiertas como elementos de refuerzo.

POPAS (Filmina N° 22)

Con relación a las popas se requiere evitar una distancia estrecha de golpe libre de la hélice (distancia entre el borde inferior del codaste y el borde superior de la hélice) dada las cargas muy elevadas a las que podría quedar sometido el borde superior de la hélice.

Para buques de dos o tres hélices el reforzado de forro y cuadernas se debe **extender** al doble fondo entre 1,50 m por delante y 1,50 m por detrás del plano de la hélice.

Se debe evitar la extensión por debajo de LWL de popas espejo; de no ser posible evitar dicha extensión la misma deberá mantenerse lo más estrecha posible.

Aquella parte situada dentro del cinturón de hielo será reforzada con los mismos requisitos para la región central **M**.

Los ejes y bocinas deben disponerse dentro de henchimientos.

De preverse el uso de arbotantes se debe prestar **especial atención** al diseño, resistencia y unión al casco.

Quillas de roldo

Para el caso particular de disponer de quillas de roldo, para evitar daños en el forro por desgarros parciales de aquellas.

Se recomienda dividir las mismas en varios tramos independientes.

TIMONES Y ARREGLOS DE GOBIERNO

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES
REFORZADOS PARA LA NAVEGACION EN HIELO

TIMONES Y ARREGLOS DE GOBIERNO.

? Dimensionamiento de los elementos constructivos en función de la Velocidad de Servicio mínima (V_0) según la cota/clase correspondiente.

Clase/cota de hielo (GL)	V_0 (Ns)
E1	14
E2	16
E3	18
E4	20

? Fija el espesor del enchapado del cuerpo del timón y de los refuerzos constructivos.

? Se debe evitar un huelgo pequeño entre el cuerpo del timón y el casco del buque a fin de que el mismo no se desplace por congelamiento a la fijación del timón, o instalar en su defecto dispositivos tales como arreglos calefactores.

? Requiere prestar especial atención a las cargas elevadas que puedan presentarse sobre el timón, cuando no encontrándose éste a la vía se navega hacia atrás en una barrera de hielo.

? Según la clase/cota (E3 y E4) exige protección del borde superior de la pala y mecha del timón a través de un "espolón" o "cuchillo de hielo"

Filmina 23

A efectos del dimensionamiento de los elementos constituyentes del sistema de gobierno se requiere efectuar el cálculo de la **Fuerza del Timón** y del **Momento Torsional** correspondientes a los valores fijados de **Velocidad Máxima de Servicio (V_0)** para cada clase/cota que corresponda.

Por ej.: según el GL:

Clase/cota de hielo	V_0 (Ns)
E1	14
E2	16
E3	18
E4	20

Si la velocidad de servicio del buque resultara superior a las fijadas como mínimos los escantillones de todos aquellos elementos dimensionados a partir de la Fuerza y Momento Torsional del timón deberán ser incrementados en forma correspondiente.

El espesor de las planchas del forro del timón se determinará como si se tratara del forro dentro de la región **A**.

El espesor de las almas de los refuerzos interiores **no debe ser inferior** a la mitad del espesor del forro del timón.

También para buques con cotas **E3** y **E4** se debe prestar **especial atención** a las cargas elevadas causadas por el timón, cuando estando este fuera de su posición a la vía, se navega hacia atrás en una barrera de hielo.

Para las cotas **E3** y **E4** se requiere proveer una adecuada protección para la mecha y la parte superior del timón por medio de un **espolón de hielo**.

(Filmina N° 24)

GENERALIDADES.

- ? Requerimientos de reforzamiento para buques rompehielos y buques de carga rompehielos que naveguen en condiciones de "hielo de múltiples años.
- ? Otorga clase/cota de hielo solo a aquellos buques que tengan asignada categoría de navegación ilimitada y que posean medios de autopropulsión adecuados.

CLASE/COTA DE HIELO.

Clase/cota de hielo		Edad del hielo	Espesor de hielo intacto (m)
GL	LLRS		
Ar1	AC1	Un año	1.00
Ar2	AC1.5	Múltiples años	1.50
Ar3	AC2		2.0
Ar4	AC3		3.0

GENERALIDADES DEL REFORZAMIENTO.

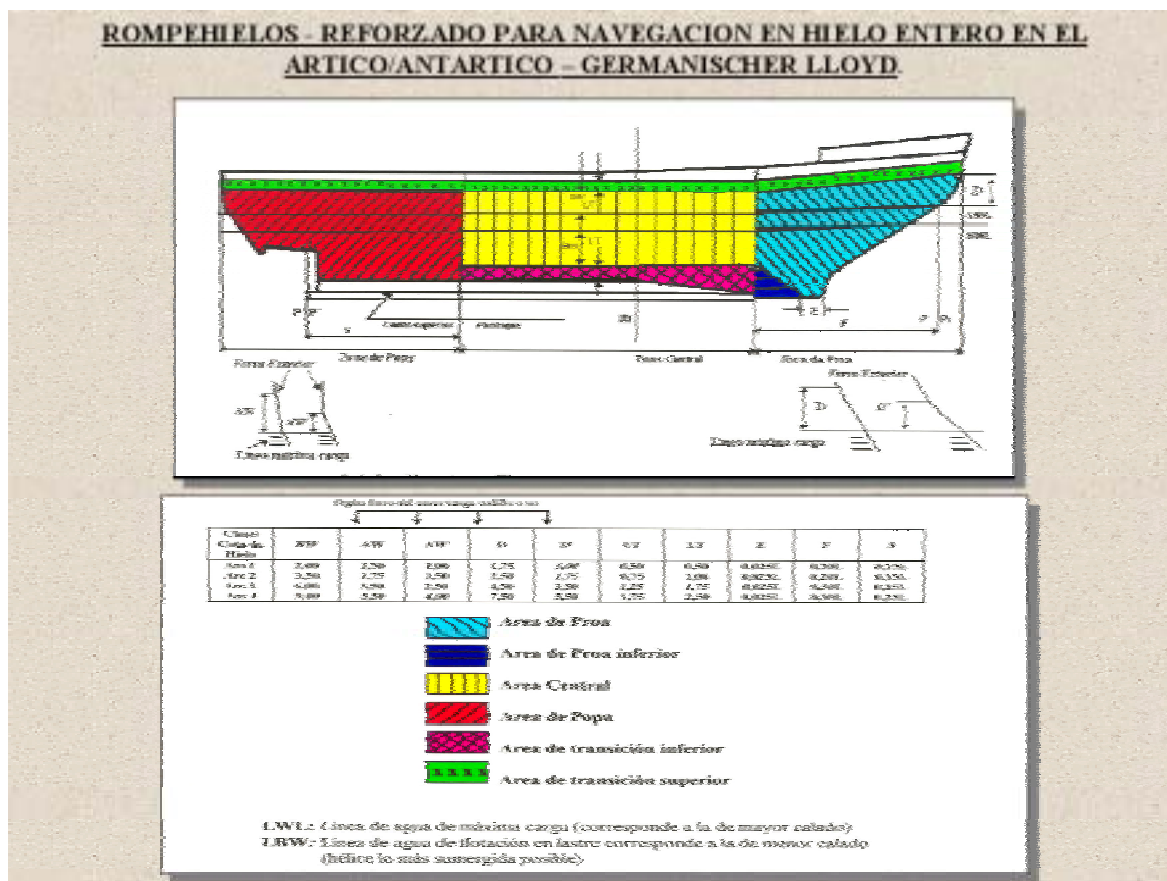
- ? Define el nivel de reforzamiento dividiendo longitudinalmente al buque en tres zonas, cada una de ellas subdivididas a su vez verticalmente en áreas/regiones de hielo.
- ? Limita verticalmente las áreas de hielo dentro de cada zona de hielo respecto de las líneas de agua de flotación en lastre (BWL) y de flotación en máxima carga (LWL).

Filmina 24



REQUERIMIENTOS DE REFORZADO DE BUQUES ROMPEHIELOS PARA LA NAVEGACION EN AGUAS ARTICAS O ANTARTICAS

GENERALIDADES (Filmina N° 25)



Filmina 25

En forma similar que para los buques aptos para navegación entre hielos pero con mayores exigencias, se establecen los requerimientos de reforzamiento para las distintas clases/cotas a alcanzar para buques rompehielos y buques de carga rompehielos que naveguen con condiciones de **“hielo de múltiples años”**.

En este caso **sólo** puede asignarse dicha clasificación a aquellos buques que tengan la marca de clase correspondiente a **navegación ilimitada** y provistos de medios adecuados de autopropulsión.

CLASE/COTA QUE OTORGA **(Filmina N° 25)**

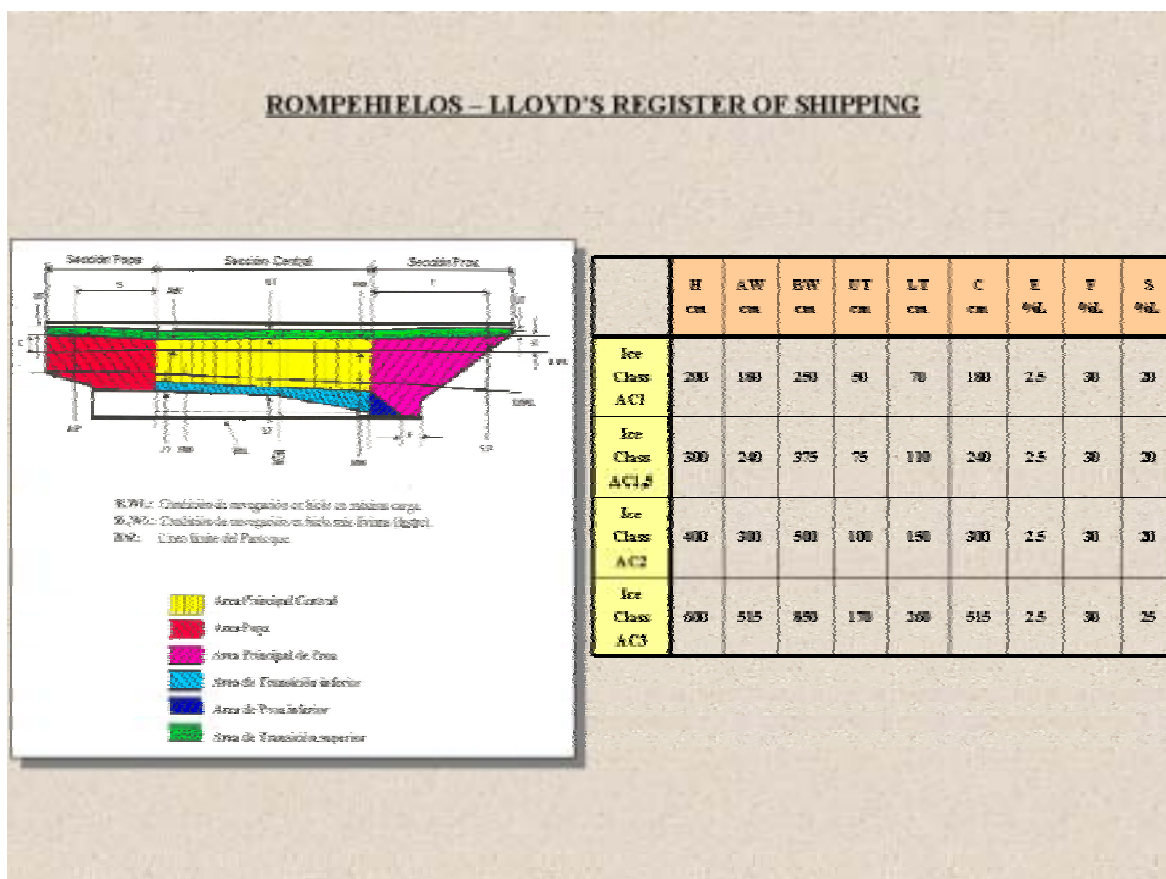
De acuerdo con las Sociedades Germanischer Lloyd y Lloyd's Register of Shipping las que se indican en la filmina.

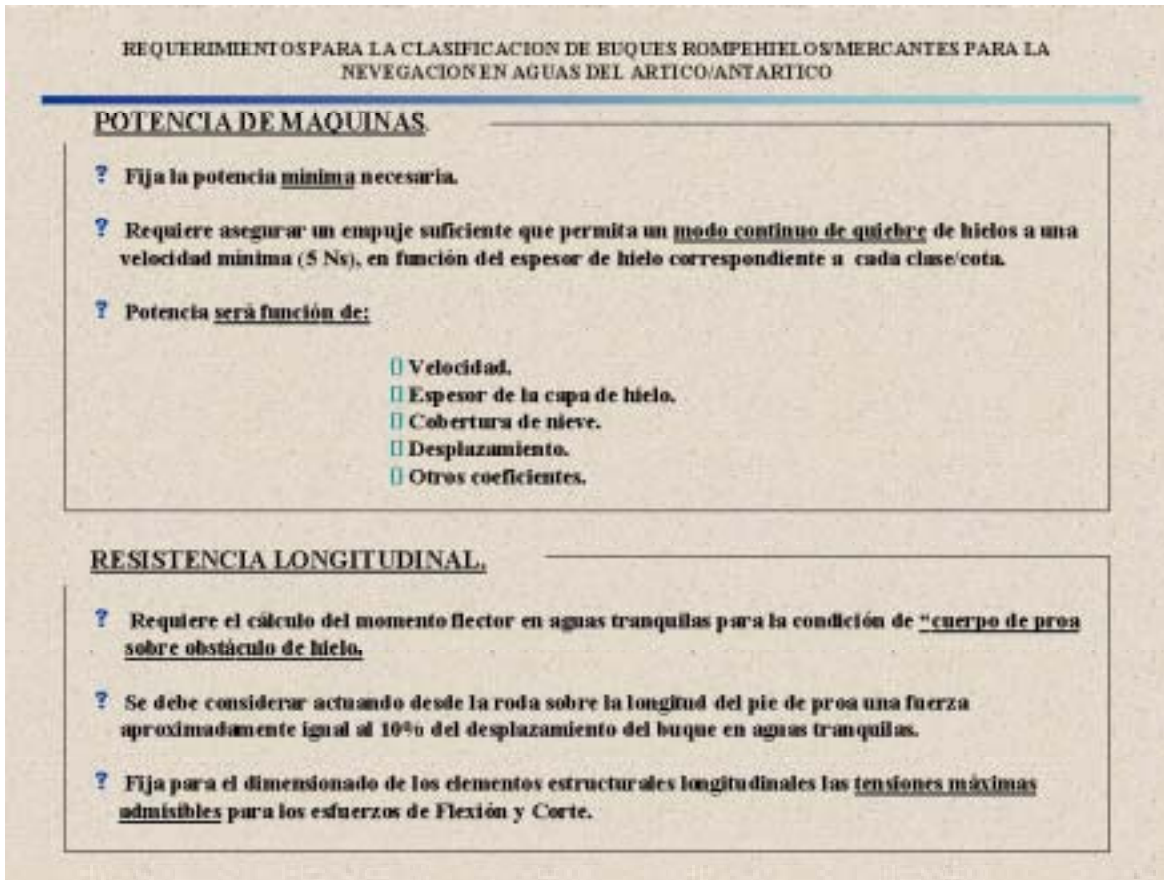
GENERALIDADES DEL REFORZAMIENTO

Definiciones **(Filmina N° 25)**

En forma similar que para los buques aptos para hielo, el reforzamiento del enchapado de casco, cuadernas y demás elementos estructurales se basa en determinar la **presión de hielo de diseño** para las diferentes regiones del casco y en función de la clase/cota de hielo que se pretenda, para ello se divide a este longitudinalmente en **tres zonas**: Proa, Cuerpo Central y Popa.

Para cada cota/clase se definen los límites de las áreas de hielo dentro del Cinturón de Hielo, distinguiéndose en este caso las siguientes **(Filmina N° 26 y 27)**:





BW: extensión vertical del área de hielo en la zona del cuerpo central debajo de la línea de flotación en lastre.

AW y **AW':** extensión vertical del área de hielo en la zona central y de popa por encima de la línea de máxima carga (AW' se aplica en el caso de forro con **codillo**).

D y **D':** extensión vertical en la zona de proa en la roda por encima de la línea de máxima carga (D' se aplica en el caso de forro con codillo).

UT: extensión vertical del área de transición superior dentro de las zonas de proa, centro y popa.

LT: extensión vertical del área de transición inferior dentro de la zona del cuerpo central.

E: longitud del pie de proa.

F: distancia horizontal entre la perpendicular de proa y el extremo de popa de la zona de proa.

S: distancia horizontal entre la perpendicular de popa y el extremo de proa de la zona de popa.

LWL: línea de agua de máxima carga correspondiente al mayor calado en proa, centro y popa, la que puede ser una línea quebrada.

Nunca podrá ser excedida, razón por la cual la salinidad del agua a lo largo de la ruta elegida debe ser tenida muy en cuenta cuando se cargue el buque.

BWL: línea de agua de flotación en lastre de menor calado.

La línea de agua de flotación en lastre (**Filmina N° 28**) se fija de modo que la hélice quede lo más completamente sumergida posible, de forma de asegurar un razonable grado de capacidad, de navegación en hielo en condición de lastre.

GENERALIDADES DEL REFORZAMIENTO

? La línea de flotación en lastre (BWL) debe fijarse de modo que la hélice quede lo más completamente sumergida posible:

Clase/cota LLRS	Distancia borde pala superior de la hélice a $IL_{1,WL}$ (m)
Ice Class AC1	3,00
Ice Class AC1,5	3,75
Ice Class AC2	4,50
Ice Class AC3	6,00

? El dimensionado del enchapado del forro de casco y cuadernas según la cota/clase que corresponda estará en función de la presión de hielo de diseño de cada área y del área de actuación del espesor de hielo considerado.

? El dimensionado de palmejar es, bulárcamas y otros elementos estructurales estará en función de la presión de hielo de diseño afectada por un coeficiente según la zona del buque considerada.

Filmina 28

El buque debe cargarse siempre por lo menos hasta la BWL cuando se navega en hielo.

Todo tanque de lastre adyacente al enchapado de casco y situado por debajo de BWL, que sea necesario su lastrado para alcanzar BWL, debe estar convenientemente equipado con dispositivos para evitar el congelamiento del agua.

El dimensionado del enchapado del forro de casco y cuadernas se efectúa para la clase/cota considerada en función de la **presión de hielo de diseño** establecida como actuante en cada zona y del **área de actuación del espesor de hielo** considerado.

Se establecen consideraciones particulares que permiten reducir la presión de diseño para el enchapado de costado y pantoque por debajo de la región **LT**.

Mientras que el dimensionado de palmejar es, bulárcamas y demás elementos estructurales estará también en función de la **presión de diseño pero en este**

caso afectada por un coeficiente según la zona del buque considerada.

Aquellos buques que posean doble arqueado el límite superior del área de hielo se basará en la línea de carga de mayor calado.

POTENCIA DE MAQUINAS (Filmina N° 29)

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES ROMPEHIELOS/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO

ENCHAPADO DE CASCO

Para cada cota/clase define la presión de hielo de diseño por área considerada para el dimensionamiento del enchapado de casco:

Clase de hielo	Presión de hielo de diseño (P) (N/mm ²)					
	Area de					
	Proa	Proa inferior	Cuerpo central	Transición inferior	Transición superior	Popa
Arc1	3,80	2,00	2,50	1,50	1,10	3,00
Arc2	5,60	3,00	3,80	2,60	2,00	4,40
Arc3	8,50	4,50	5,50	3,80	2,50	6,50
Arc4	10,50	5,50	6,50	4,50	3,30	8,50

? Espesor del enchapado de casco será función de:

- ubicación dentro del cinturón de hielo.
- clara de cuadernas.
- presión de hielo de diseño.
- límite fluencia superior del material.
- otros coeficientes.

Filmina 29

Fija la **potencia mínima** necesaria.

La capacidad de potencia disponible debe ser tal de asegurar un empuje suficiente que permita **un modo continuo de quiebre de hielos** a una velocidad mínima (5 Ns), en función del espesor de hielo correspondiente a cada clase/cota.

La potencia estará **en función de:**

- τ Velocidad.

- τ espesor de hielo.
- τ cobertura de nieve.
- τ desplazamiento.
- τ otros coeficientes.

RESISTENCIA LONGITUDINAL (Filmina N° 29)

Desde el punto de vista estructural se requiere estudiar una condición particular para la resistencia longitudinal del buque que consiste en analizar el Momento Flector en aguas tranquilas para la condición de “**cuerpo de proa sobre obstáculo de hielo**”.

Esto significa suponer para ello a los efectos del cálculo que desde la roda y sobre la longitud del pie de proa **E** actúa una fuerza de aproximadamente el 10 % del desplazamiento del buque en aguas tranquilas.

Establece también para el dimensionado de los **elementos** estructurales **longitudinales** que las tensiones por esfuerzos de flexión longitudinal y de corte no excedan las tensiones admisibles fijadas.

ENCHAPADO DE CASCO (Filmina N° 30)

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES ROMPEHIELO/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO

CUADERNAS.

Módulo Resistente (W) en función de:

- ? Momento Flector Final.
- ? Limite de fluencia superior del acero.
- ? Otros coeficientes para el caso de cuadernas de pequeña altura en relación con la longitud no apoyada (l).

Momento Flector Final en función de:

Momento Flector Final	Cuadernas		
	Longitudinales	Transversales dependiendo de t_E	
		$t_E = l$	$t_E > l$
En función de	Presión de hielo de diseño. Clara de cuadernas. Longitud no apoyada de la cuaderna. Coeficientes.	idem	Idem + t_E

t_E : altura (espesor) de la capa de hielo.

l : longitud no apoyada de cuaderna.

y de la distribución de la presión de hielo sobre las cuadernas:

Filmina 30

En función de la cota/clase de hielo que corresponda, se define para cada área de hielo la presión de hielo de diseño a considerar para el dimensionado del enchapado de casco o cuadernas:

Clase de hielo	Presión de hielo de diseño (P) (N/mm ²)					
	Area de					
	Proa	Proa inferior	Cuerpo central	Transición inferior	Transición superior	Popa
Arc1	3,80	2,00	2,50	1,50	1,10	3,00
Arc2	5,60	3,00	3,80	2,60	2,00	4,40
Arc3	8,50	4,50	5,50	3,80	2,50	6,50
Arc4	5,50	5,50	6,50	4,50	3,30	8,50

De esta manera el espesor de las planchas del forro estará **en función de:**

- τ la ubicación dentro del cinturón de hielo.
- τ la clara de cuadernas.
- τ la presión de hielo de diseño.
- τ límite de fluencia superior del acero.

Según las normas canadienses antes mencionadas “Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations” (A.S.P.P.R.) aquellos buques con clase inferior a **8** según dichas normas y para los cuales por diseño se prevea estibar desechos en la **zona de proa** en contacto directo con el forro de casco, se deberá aplicar para el dimensionado del mismo y de las cuadernas la presión de diseño correspondiente a la **clase inmediata superior**.

También según las mismas normas aquellos buques con clase ártica con excepción de la **1** que sobre la longitud total del cuerpo central dispongan de tanques laterales, tanto las cuadernas como el forro de casco correspondiente a dicha área central como el área de transición superior e inferior del cuerpo central, se podrán dimensionar considerando una presión de hielo de diseño correspondiente a una clase inferior. En ese caso los tanques no podrán contener desechos.

Para el caso particular de la **traca de pantoque** que se encuentra fuera del cinturón de hielo la presión de diseño a considerar puede disminuirse al 75 % del valor requerido para el **área de transición inferior**.

En forma similar para el dimensionamiento de la estructura de fondo **fuera del área inferior de proa y de la traca de pantoque**, podrá considerarse como presión de diseño el 25 % del valor requerido para el **área de transición inferior** (pero no menor de $0,2 \text{ N/mm}^2$).

CUADERNAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES ROMPEHIELO/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO

OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

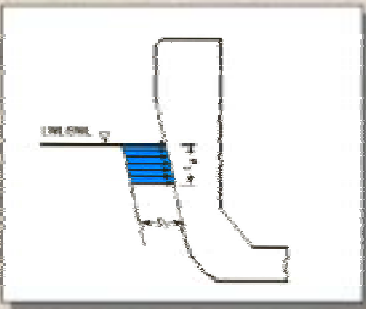
? Dimensionamiento en función de la presión de hielo de diseño correspondiente a la región que se considere, afectada por un coeficiente.

? Para la zona central la presión de hielo de diseño dependerá a su vez del ángulo de inclinación (α) respecto de la vertical que presenten los costados del buque:

Angulo de inclinación de los costados del buque respecto de la vertical (α)	Presión de hielo de diseño (p)
$\alpha = 8^\circ$	Presión zona central
$\alpha = 0^\circ$	Presión área de proa
$0^\circ = \alpha = 8^\circ$	Interpolación directa

? Para bulárcamas, palmejares y elementos similares se requiere efectuar un análisis tensional, de acuerdo con la presión de hielo de diseño correspondiente a cada zona, para verificar que la tensión equivalente (flexión / corte) no sobrepase la tensión de fluencia en ninguna parte de la estructura.

? La presión de hielo de diseño (P_1) a aplicar para el cálculo directo de bulárcamas y palmejares, es la máxima presión de hielo en la región de proa, cuerpo central y región de popa, determinada para varios calados comprendidos entre BWL y LWL, debiendo analizarse la condición más severa.



Filmina 31

Para las **cuadernas transversales y longitudinales** conformadas con secciones con una relativa pequeña altura en relación con su longitud no apoyada, se deben dimensionar obteniendo su Módulo Resistente **en función de:**

- τ el Momento Flector Final (MFF).
- τ el límite de fluencia superior del acero.
- τ otros coeficientes en el caso de cuadernas de pequeña altura en relación con la longitud no apoyada.

Aquellas cuadernas de gran altura deberán dimensionarse **igual que** bulárcamas y palmejares.

El Momento Flector Final (MFF) se determinará según se indica en la tabla,

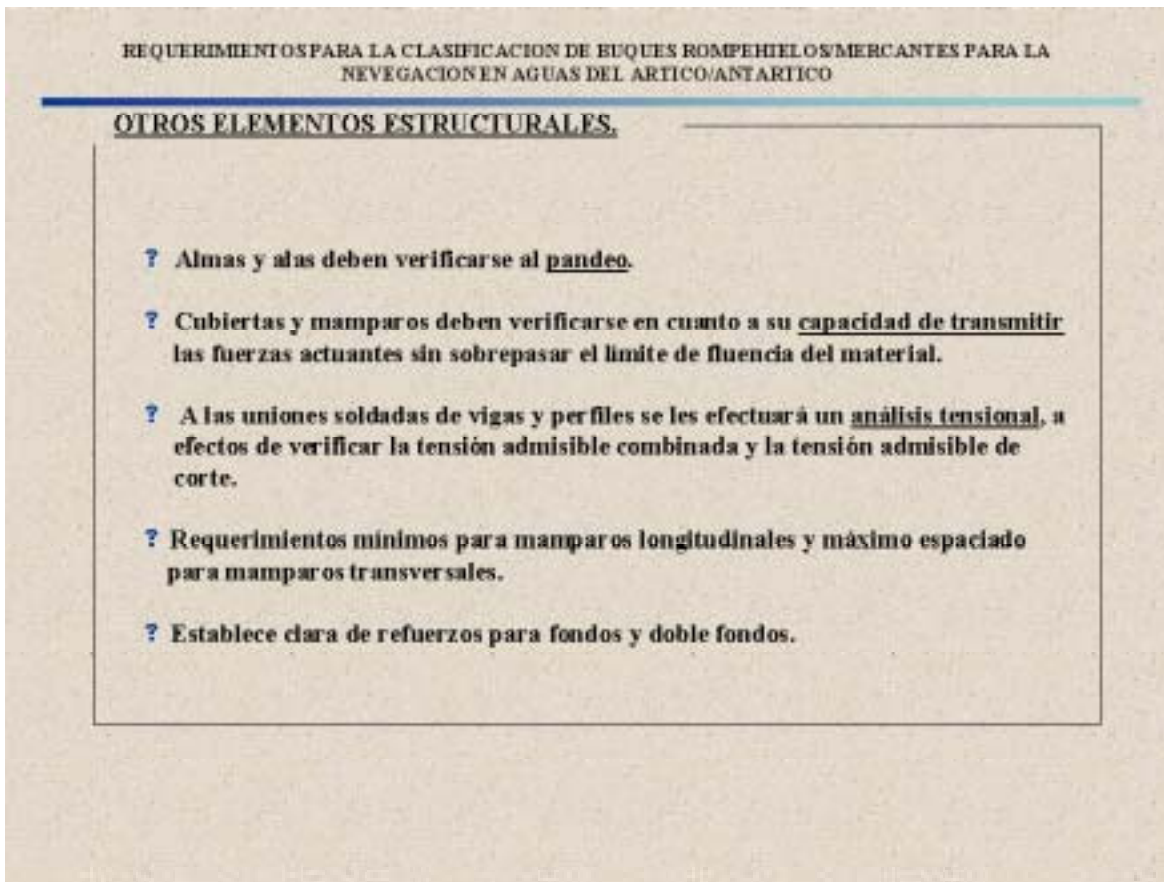
teniendo en cuenta para el caso de las cuadernas transversales, cuando la **presión de hielo** actúa sobre la **totalidad** de la longitud no apoyada de la cuaderna o **parcialmente** sobre ella ya sea en forma centrada/descentrada.

Momento Flector Final	Cuadernas		
	Longitudinales	Transversales dependiendo de t_E	
		$t_E \exists l$	$t_E \# l$
en función de	Presión de hielo de diseño	idem	idem + t_E
	Clara de cuadernas		
	Longitud no apoyada de la cuaderna		
	Coefficientes		

Para la determinación del Módulo Resistente (W) en la sección de proa, se debe incrementar la presión de hielo en un 20 % no siendo necesario exceder los $10,50 \text{ N/mm}^2$.

Las cuadernas conformadas, con gran relación altura/longitud no soportada ($h/l > 1/5$) se debe probar adicionalmente que la Tensión equivalente (Tensión de Flexión + Esfuerzo de corte) no excede la tensión de fluencia superior del material.

DIMENSIONAMIENTO DE OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES



Filmina 32

Para el dimensionado del escantillonado de los demás elementos estructurales según la zona que se considere para cada clase/cota, la presión de hielo de diseño a considerar será **la misma que la anterior pero afectada de un coeficiente**.

Asimismo en función de la inclinación (∇) que presenten los costados del buque respecto de la vertical, en la **zona central** comprendida entre los límites inferiores del área de transición superior e inferior, la presión de diseño a considerar resulta:

$\nabla \in 8^\circ \rightarrow$ presión correspondiente a la zona central.

$\nabla = 0^\circ \rightarrow$ presión correspondiente al área de proa.

$0^\circ \# \nabla \# 8^\circ \rightarrow$ presión de diseño resultante de interpolación directa.

Bulárcamas y palmejares

Para estos elementos y similares, se requiere efectuar un análisis tensional para verificar que de acuerdo con la presión de hielo de diseño correspondiente a cada zona, **no se sobrepase** la tensión equivalente (flexión/corte) igual a la tensión de fluencia en ninguna parte de la estructura.

Para el cálculo directo de estos elementos la presión de hielo de diseño a aplicar es la que se indica como P_1 en la filmina, siendo:

P_1 = máxima presión de hielo de diseño en la proa, cuerpo central y región de popa.

Se debe efectuar el cálculo para los distintos elementos para varios calados comprendidos entre **LWL** y **BWL**, a fin de determinar la **condición de carga más severa**.

Como mínimo se hará para la condición de buque navegando a máxima carga (LWL) y buque navegando en condición de lastre (BWL).

Se puede exceder localmente la tensión de fluencia a condición que sea probado a través de un análisis tensional plástico no-lineal que toda la estructura tiene suficiente resistencia.

RODAS.

- ? Diseño de forma de asegurar el rompimiento del hielo en forma eficaz.
- ? Construcción en acero laminado, fundido, forjado o conformado con chapas de acero.
- ? Espesor del enchapado no menor a 1,3 veces el espesor del enchapado adyacente.

POPAS.

- ? Diseño del codaste adecuado que asegure el desplazamiento eficaz del hielo roto.
- ? Limita la extensión del espejo de popa por debajo de la línea de flotación correspondiente a la condición de máxima carga.
- ? De ser necesario mantener la dimensión vertical del espejo este deberá ser lo más estrecho posible por debajo de la línea de flotación correspondiente a la condición de máxima carga.
- ? Ejes y tubos de bocina de buques con dos o más hélices deben disponerse dentro de henchimientos.

Filmina 33

Almas y alas deben verificarse al pandeo.

Cubiertas y mamparos

Deben verificarse en cuanto a su capacidad de transmitir las fuerzas actuantes sin sobrepasar el límite de fluencia del material.

Soldadura

A las uniones soldadas de vigas y perfiles se les efectuara un análisis tensional a efectos de verificar la tensión admisible combinada y la tensión admisible de cizalla.

Requerimientos mínimos para mamparos longitudinales y máximo espaciado para mamparos transversales.

Establece clara de refuerzos para fondos y doble fondos.

RODAS (Filmina N° 34)

REQUERIMIENTOS PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES ROMPEHIELO/MERCANTES PARA LA NEVEGACION EN AGUAS DEL ARTICO/ANTARTICO

TIMONES Y ARREGLOS DE GOBIERNO.

? Establece la velocidad mínima a considerar para el dimensionamiento de la mecha del timón en función de la cota/clase:

Clase/cota de hielo		Velocidad mínima V_g
GL	LLRS	(Ns)
Arc1	Ice Class AC1	22
Arc2	Ice Class AC1,5	23
Arc3	Ice Class AC2	24
Arc4	Ice Class AC3	26

? Elementos constructivos del servomotor, pernos de acoplamiento, otras partes del timón e instalación de gobierno se deben dimensionar acorde a la mecha reforzada.

? Disposición de un "cuerno" o "cuchillo de hielo" que abarque entre 2° Bb y 2° Eb de la posición a la vía, ubicado detrás de cada timón para la protección del mismo en caso de navegación hacia atrás.

? El espesor del enchapado del timón debe satisfacer los mismos requisitos que el enchapado de casco en la zona de popa dentro del cinturón de hielo.

? Dispositivo de absorción de impacto.

? Tiempo mínimo de caída de la pala de una banda hacia la otra.

? Dispositivo de accionamiento rápido para la desconexión y aseguramiento de timones.

Filmina 34

Se deben diseñar de forma de asegurar el rompimiento del hielo en forma eficaz.

Su construcción podrá ser efectuada con acero laminado, fundido, forjado o conformado con chapas de acero.

El espesor del enchapado de la roda no debe ser inferior a 1,3 veces el espesor del enchapado del forro adyacente.

POPAS (Filmina N° 34)

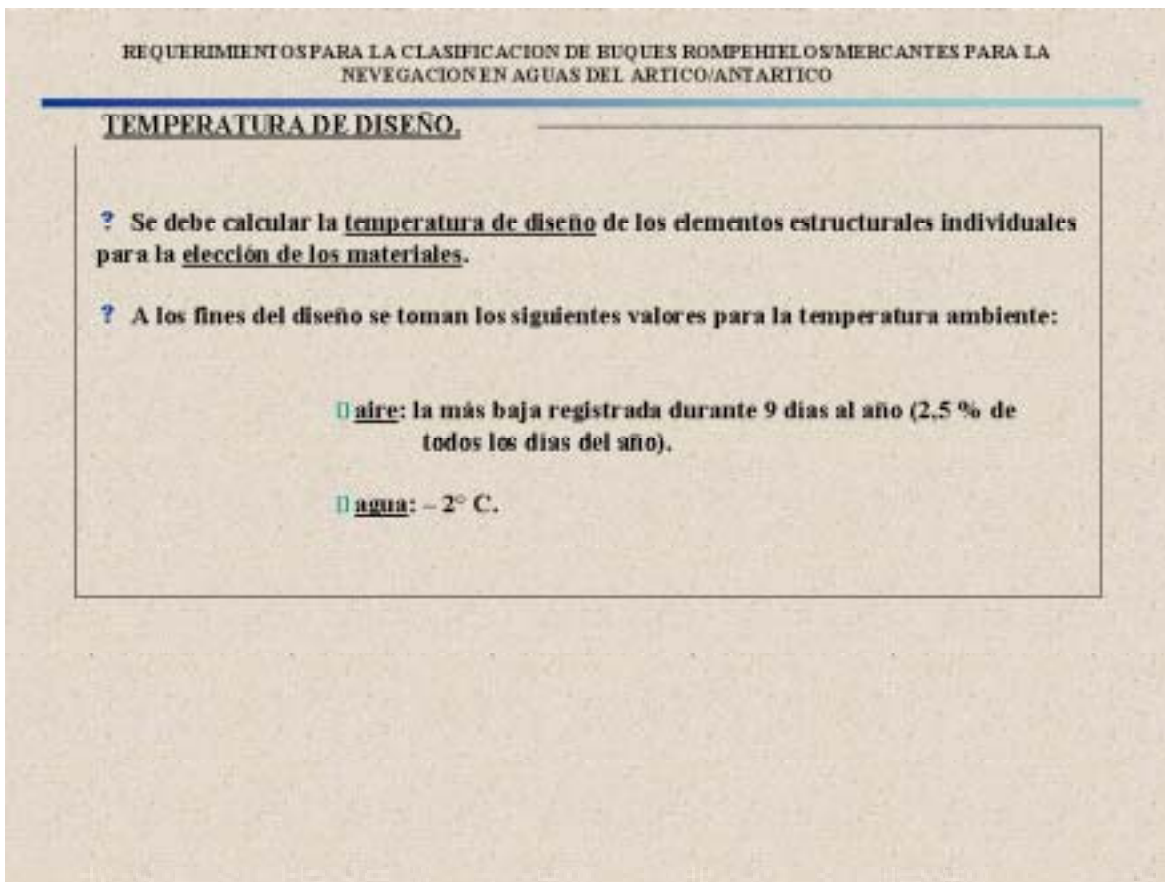
El diseño del codaste deberá estudiarse de forma de asegurar que pueda desplazar el hielo roto en forma eficaz.

Se establece un límite en la extensión del espejo de popa por debajo de ILW.

De ser necesario mantener la dimensión vertical del espejo este deberá ser lo más estrecho posible por debajo de ILW.

Establece que los ejes y tubos de bocina de buques con dos o más hélices deben disponerse dentro de henchimientos.

TIMONES Y ARREGLOS DE GOBIERNO (Filmina N° 35)



Filmina 35

Establece la velocidad mínima del buque a considerar para el dimensionamiento de la mecha del timón en función de la cota/clase.

Clase/cota de hielo		Velocidad mínima V_0
GL	LLRS	(Ns)
Arc1	Ice Class AC1	22
Arc2	Ice Class AC1,5	23
Arc3	Ice Class AC2	24
Arc4	Ice Class AC3	26

A partir de allí los elementos constructivos del servomotor, pernos de acoplamiento, demás partes del timón y de la instalación de gobierno se dimensionarán de acuerdo con la mecha reforzada.

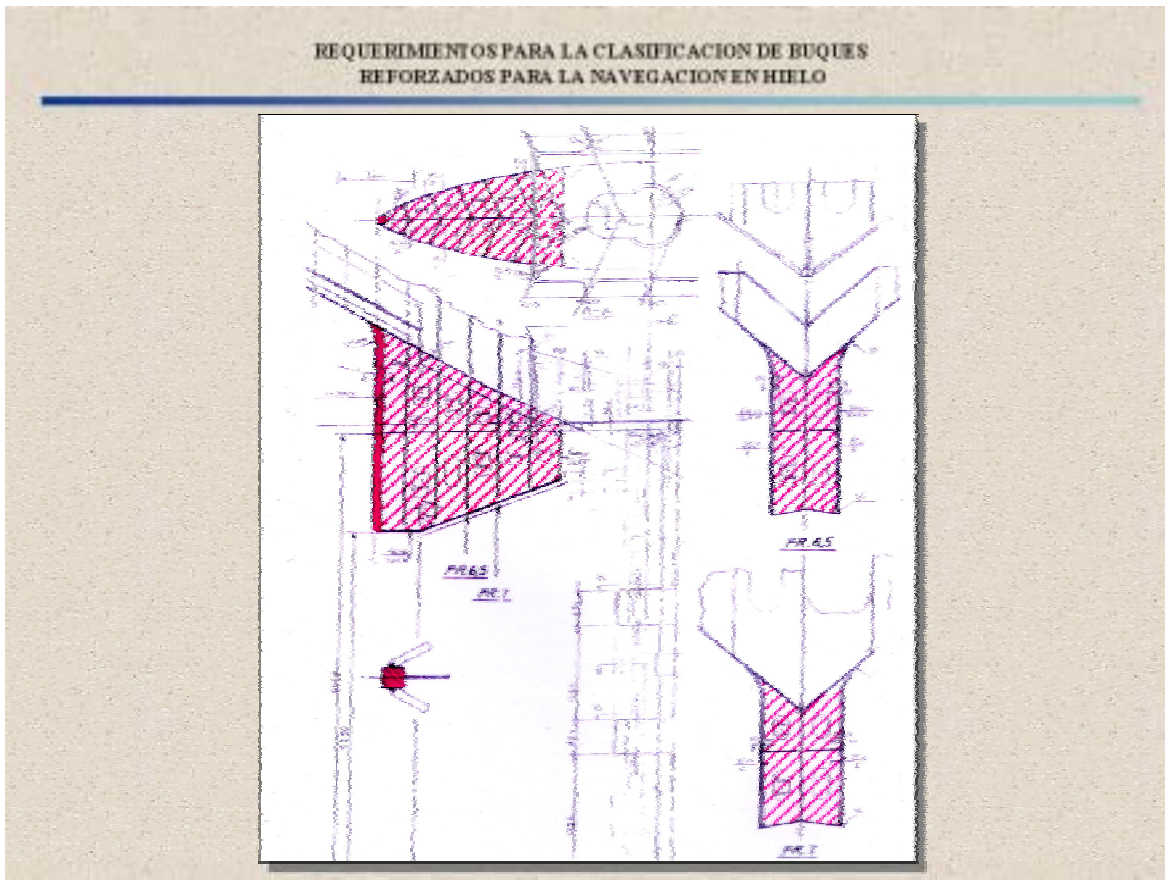
Requiere proteger el borde superior del timón entre 2° Bb y 2° Eb de la posición a la vía cuando se navega hacia atrás, a través de un cuerno o espolón de hielo, previniendo de esa manera que quede el hielo encajonado entre la parte superior del timón y del casco.

Las planchas del forro de la pala del timón se dimensionarán igual que las planchas del costado del buque dentro de la **zona de popa** del cinturón de hielo.

La instalación de gobierno principal deberá equiparse con un dispositivo de absorción de golpes (impacto) debiendo ser capaz de mover el timón desde 35° en una banda hasta 35° de la otra, en un tiempo mínimo (medido en segundos) determinado **en función de** la eslora del buque.

Deberá contar con un dispositivo de desconexión y aseguramiento de timones de accionamiento rápido.

TEMPERATURA DE DISEÑO



Filmina 36

Por último es necesario tener en cuenta que para la elección de los materiales, se debe calcular la temperatura de diseño de los elementos estructurales individuales.

A los fines del diseño se toman los siguientes valores para la temperatura ambiente:

aire: se toma como temperatura más baja de acuerdo con la administración local, aquella cuyo valor no sea menor de aquella que se repite durante 9 días al año (2,50 % de todos los días del año).

agua: -2°C .



FINNISH - SWEDISH ICE CLASS RULES

CLASES QUE ESTABLECE

"FINNISH - SWEDISH ICE CLASS RULES"

CLASES QUE ESTABLECE.

Clase/cota de hielo	Tráfico en condiciones de hielo
Clase IA Super Clase IA Clase IB Clase IC Clase II Clase III	extremas severas semiseveras livianas muy livianas fuera de zonas de hielo

CONDICIONES PARA ASIGNACION DE CLASE.

Clase/cota de hielo	Requisitos para otorgación	
	Comunes	Particulares
Clase IA Super, IA, IB y IC	Buque posee maquinaria de propulsión	Posee determinados requerimientos de reforzamiento y potencia útil de máquinas
Clase II	Equipado con radio teléfono (VHF)	Buque posee casco de acero y es de navegación oceánica
Clase III	No cubierto por las anteriores	

Filmina 37

- Clase IA Super** Tráfico en condiciones extremas de hielo.
- Clase IA** Tráfico en condiciones severas de hielo.
- Clase IB** Tráfico en condiciones semiseveras de hielo.
- Clase IC** Tráfico en condiciones livianas de hielo.
- Clase II** Tráfico en condiciones muy livianas de hielo.
- Clase III** Corresponde al tráfico fuera de zonas de hielo.

CONDICIONES PARA ASIGNACION DE CLASE

(Filmina N° 37)

Para las Clases IA Super, IA, IB y IC, cuando se satisface que:

- ρ El buque dispone de maquinaria de propulsión.
- ρ Posee determinados requerimientos de reforzamiento y de potencia útil de máquinas.
- ρ Está equipado con radio teléfono (VHF).

Clase II para:

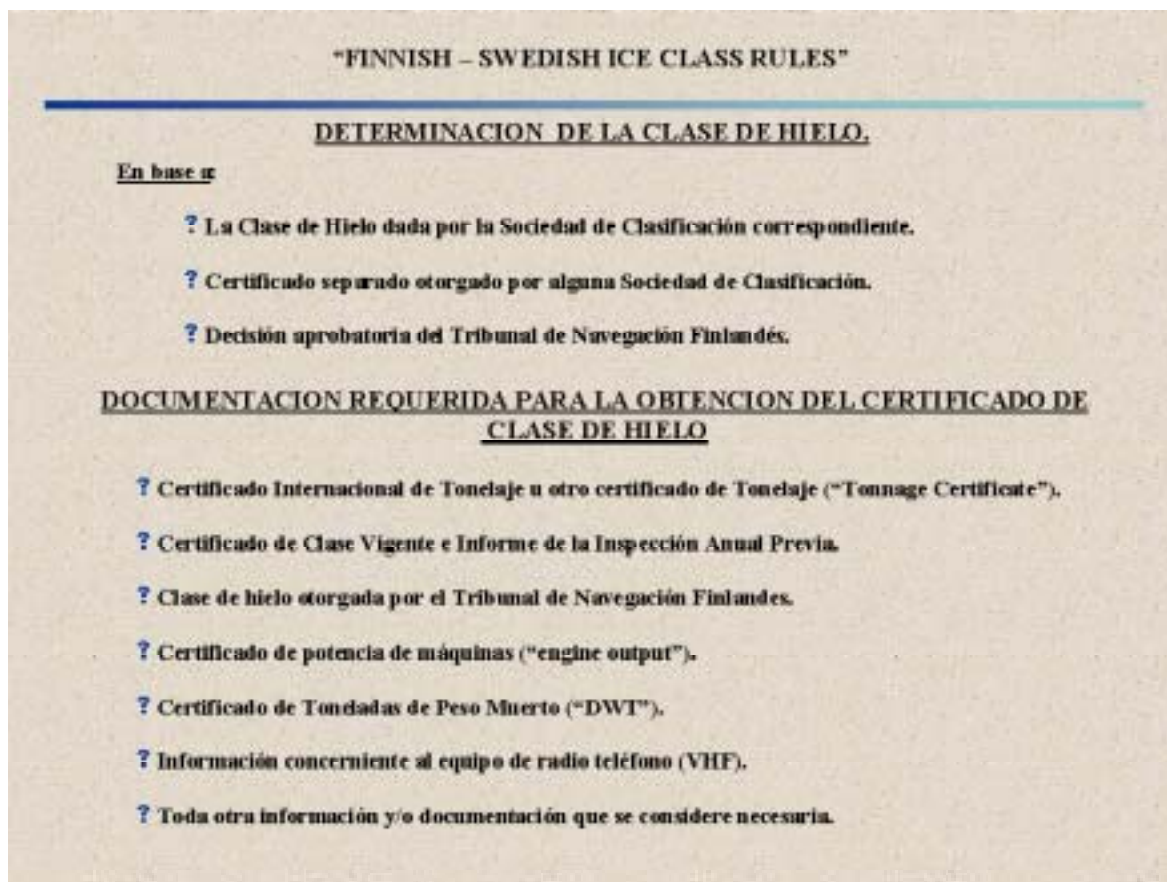
- ρ Buques que poseen maquinaria de propulsión.
- ρ Casco de acero y con clasificación de navegación oceánica.
- ρ Equipado con radio teléfono (VHF).

Clase III, cuando:

- ρ No cubierto por las anteriores.

DETERMINACION DE LA CLASE DE HIELO

(Filmina N° 38)



Filmina 38

La clase de hielo de un buque se determina a partir de alguno de los siguientes documentos:

- ρ Sobre la base de la Clase de Hielo dada por la Sociedad de Clasificación correspondiente.
- ρ Sobre la base de un Certificado separado otorgado por la Sociedad de Clasificación.
- ρ Sobre la base de la decisión del Tribunal de Navegación Finlandés (TNF) concerniente a la clase de hielo del buque en cuestión.

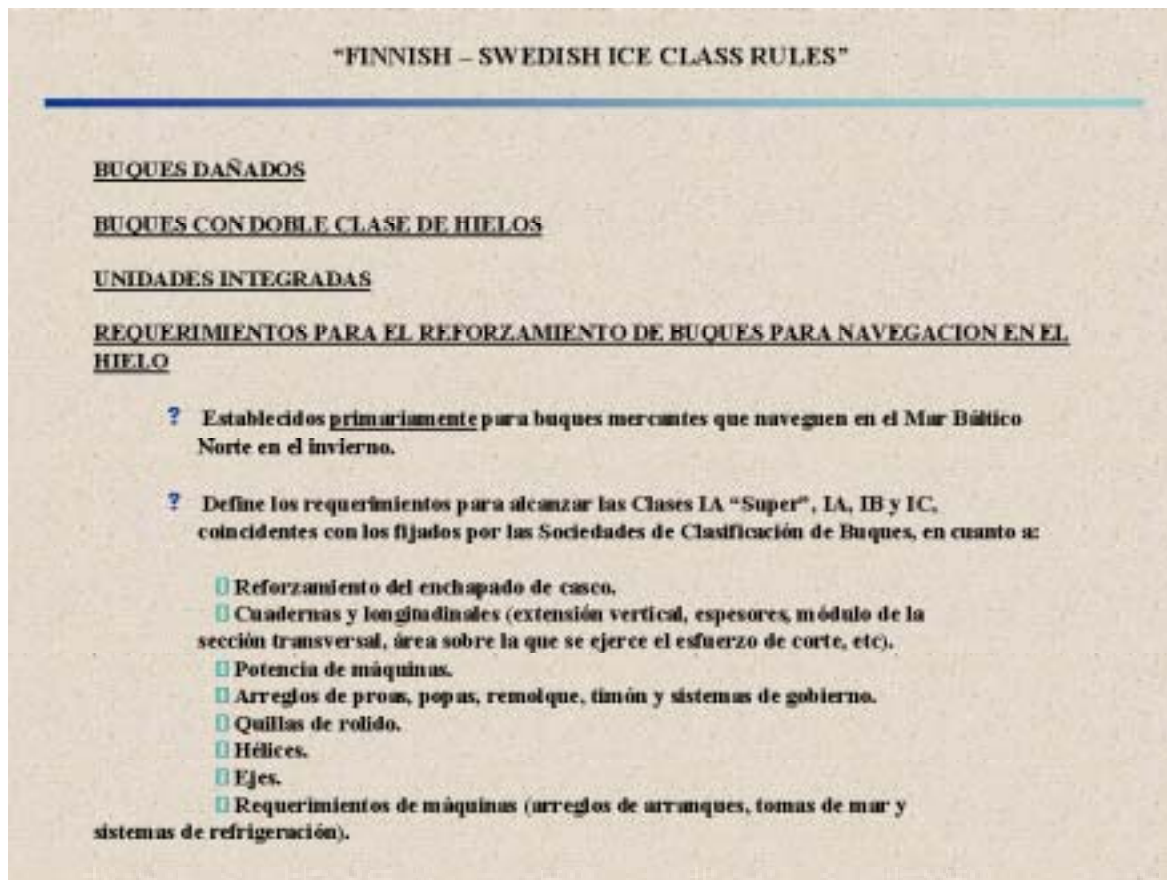
DOCUMENTACION REQUERIDA PARA LA OBTENCION DEL “CERTIFICADO DE CLASE DE HIELO”

(Filmina N° 38)

Se debe someter para aprobación por parte del inspector de casco la siguiente información:

- ρ Certificado Internacional de Tonelaje u otro certificado de Tonelaje (Tonnage Certificate).
- ρ Certificado de Clase Vigente y el Informe de la Inspección Anual Previa.
- ρ Decisión del Tribunal de Navegación Finlandés concerniente a la Clase de hielo del buque.
- ρ Certificado de potencia de máquinas (engine output).
- ρ Certificado de Toneladas de Peso Muerto (DWT).
- ρ Información concerniente al equipo de radio teléfono (VHF).
- ρ Toda otra información y/o documentación que el inspector de casco considere necesaria.

BUQUES DAÑADOS



Filmina 39

Para el caso de aquellos buques que hubieran sufrido daños por efecto del hielo o de otro tipo y que los mismos impliquen un debilitamiento de su adecuada marcha en el hielo, debe asignársele una clase de hielo menor.

Sobre ello el TNF debe ser informado de los daños que se hubieren producido por el hielo.

BUQUES CON DOBLE CLASE DE HIELO (Filmina N° 39)

Una vez determinada la clase de hielo conveniente para cada buque, el calado de la embarcación es asumido como el máximo permisible de acuerdo con los certificados de tonelaje y de líneas de cargas.

Un buque con doble tonelaje puede tener diferente clase de hielo a cada uno de los calados correspondientes.

Se otorgan en este caso dos certificados de clase de hielo.

UNIDADES INTEGRADAS **(Filmina N° 39)**

Se refiere a Unidades integradas, como pueden ser una barcaza de empuje y una embarcación de empuje las que se considerarán como una sola unidad **siempre** que la **forma de casco** tanto como el **sistema de conexión** sean tales que es capaz de funcionar como un buque cuando navega en hielo.

En este caso la potencia útil y el reforzamiento del casco se determinan sobre la base del **desplazamiento** total de la unidad.

Se emite **un** certificado de clase para dicha unidad. Si el buque empujador se desplaza solo, se debe requerir **un certificado de clase de hielo adicional** para ello pudiendo clasificarse en una clase de hielo superior.

Si la barcaza de empuje es remolcada en la manera convencional debe considerarse como teniendo Clase de Hielo III.

REGULACIONES PARA EL REFORZAMIENTO Y DISEÑO DE BUQUES PARA NAVEGACION EN HIELO

(Filmina N° 39)

Con respecto al reforzamiento y diseño de buques para navegación en hielo los requerimientos fueron establecidos **primariamente** para buques que naveguen en el Mar Báltico Norte en el invierno para las Clases IA Super, IA, IB e IC, y sobre ellos están basados los fijados por las Sociedades de Clasificación de Buques según hemos visto, referidos fundamentalmente a:

- Reforzamiento del enchapado de casco.
- Cuadernas y longitudinales (extensión vertical, espesores, módulo de la sección transversal, área sobre la que se ejerce el esfuerzo de corte, etc).
- Potencia de máquinas.
- Arreglos de proas, popas, remolque, timón y sistemas de gobierno.

- σ Quillas de roldo.
- σ Hélices.
- σ Ejes.
- σ Requerimientos de máquinas (arreglos de arranques, tomas de mar y sistemas de refrigeración).

CERTIFICADO DE CLASE

Reúne todos los datos y características del buque que hacen a la otorgación de una clase de hielo determinada:

- σ Nombre del buque.
- σ Puerto de registro.
- σ Código de letras.
- σ Potencia.
- σ Año de construcción.
- σ Toneladas de peso muerto.
- σ Toneladas de registro neto y bruto.
- σ Características del VHF instalado.
- σ Sociedad bajo la cual se encuentra clasificado.
- σ Símbolo de clase.
- σ Validez del certificado de clasificación.
- σ Fecha de la inspección anual previa.

- σ Máximo calado a proa y popa.
- σ Mínimo calado en proa y popa.
- σ Resolución del TNF.
- σ Clase de hielo otorgada.
- σ Fecha de validez.
- σ Lugar, fecha y nombre del inspector, etc..

FUENTES CONSULTADAS

- σ **AMERICAN BUREAU OF SHIPPING.**
- σ **LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.**
- σ **GERMANISCHER LLOYD.**
- σ **FINNISH-SWEDISH ICE CLASS RULES.**



Capítulo 15

NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD NAUTICA

Ricardo A. R. Hermelo

TEMARIO

15.1 Factores a considerar para una campaña exitosa en la Antártida

- 15.1.1 Introducción
 - 15.1.1.1 El hielo
 - 15.1.1.2 La meteorología
 - 15.1.1.3 La temperatura
 - 15.1.1.4 La experiencia y la previsión
 - 15.1.1.5 Zona hostil y poco familiar

15.2 La navegación en la Antártida

- 15.2.1 Introducción
- 15.2.2 Generalidades de la zona
- 15.2.3 La cartografía náutica
- 15.2.4 El compás magnético
 - 15.2.4.1 Condiciones
 - 15.2.4.2 Recomendaciones
- 15.2.5 El girocompás
 - 15.2.5.1 Condiciones
 - 15.2.5.2 Recomendaciones
- 15.2.6 Navegación electrónica disponible
 - 15.2.6.1 Consideraciones particulares
 - 15.2.6.2 Resumen
- 15.2.7 Navegación en zona de hielos
 - 15.2.7.1 Introducción
 - 15.2.7.2 Condicionamientos para navegar en un campo de hielo (pack)
 - 15.2.7.3 El ingreso al pack
 - 15.2.7.4 Comentarios finales

15.3 El fondeadero

- 15.3.1 Introducción
 - 15.3.2 La aproximación
 - 15.3.3 Selección del lugar de fondeo
 - 15.3.4 Profundidad
 - 15.3.5 La zarpada urgente
-

15.1.1 Introducción

En las diferentes zonas del mundo, el marino se ve enfrentado para conducir su buque bajo aspectos particulares que son definidos por la geografía, la meteorología y por sobre todo por la morfología costera, que a través de la batimetría y tipo de fondo, requieren una cuidadosa atención al navegante, para que la aventura marítima sea exitosa. Influye la existencia de puertos y puntos de apoyo logístico con sus canales de acceso naturales o artificiales y por último, las ayudas a la navegación.

Cuando se opera en la Antártida, estos matices o bien no existen o surgen otros, que hacen que sea necesario extremar las prácticas de navegación, para evitar siniestros, con la consiguiente pérdida de vidas y daños materiales. Pero hay un determinante que es poderosamente contundente: la Antártida requiere no sólo de un buen marino sino un profesional conocedor de la zona y con experiencia propia en ella, para ejercer el comando del barco con solvencia marinera. La experiencia indica que un excelente profesional, puede experimentar serios inconvenientes si abusa de su confianza o no conoce y no ha navegado en la Antártida.

Se comentarán ciertos factores que pueden atentar para que sea exitosa la aventura en este continente, que en la última década atrae la atención de muchos países, que no fueron los que inicialmente conformaron el Tratado Antártico de 1960.

15.1.1.1 El hielo

Constituye la principal amenaza o el peor enemigo para la navegación, por el solo hecho de condicionar ante su presencia, las rutas y fondeaderos de los buques.

Tanto el hielo marítimo como el continental, se encuentran presentes durante todo el año, siendo variable la apertura o las aguas libres en función de las estaciones. El verano resulta ser la estación más benigna pero, aún así, el hielo es nuestro principal enemigo.

Existen opiniones que se inclinan a afirmar que es la meteorología adversa, la que adquiere más relevancia, pero a nuestro juicio, la meteorología

es la responsable de dificultar el avistaje de los hielos, siempre presentes y algunos en movimiento y, por el contrario, los factores meteorológicos adversos, tienen la particularidad de no ser constantes y ofrecer evoluciones periódicas favorables. Pero el hielo, siempre nos acecha.

A diferencia de la zona polar Artica, en la Antártida, por la existencia del continente, el hielo en su desplazamiento, no puede hacerlo libremente y ésta es la razón por la cual las obstrucciones, acumulan o generan varaderos de témpanos en zonas de menor profundidad, que llegan a bloquear accesos a puertos o asentamientos de destacamentos o estaciones de investigaciones científicas. Más adelante, se detallarán las precauciones de la navegación en zonas de hielo.

15.1.1.2 La meteorología

En la Antártida la meteorología es adversa y peligrosa por las repentinas y prolongadas navegaciones con muy pobre o nula visibilidad. En la mayoría de los casos, no se trata de niebla sino de precipitaciones en forma de una nevisca blanca, animada por el viento, que se presenta ante el navegante como una barrera blanca e impenetrable, que no permite la visión cercana ni lejana. Muy raras veces llueve en la Antártida, a pesar de que en época reciente (1995/96), la lluvia se ha manifestado desacomodadamente.

La conjunción de los peligros que implica la navegación en zona de hielos, con las dificultades de la mala visibilidad, conforman una situación que le da el sello a la navegación antártica, en especial si se dispone de buques convencionales y no de rompehielos o buques polares, que disponen de una estructura más robusta y apta para la zona.

15.1.1.3 La temperatura

El sistema meteorológico propio del continente antártico, genera las no siempre experimentadas bajas y gélidas temperaturas, con escasas o nulas horas de luz, salvo en el verano. Pero en esta época, la temperatura sigue siendo baja y el sol no llega a beneficiar a quienes deben trabajar en la zona.

Este factor afecta a las personas y a los barcos y sistemas de abordaje o en tierra. A los primeros, por las penosas consecuencias de congelamientos,

de no adoptar precauciones ante la exposición exterior, y los sistemas sufren, si no están adecuadamente preparados y mantenidos, averías y mal funcionamiento, por la acumulación de hielo y el endurecimiento de movimientos mecánicos que dejan fuera de servicio importantes ayudas. Esto afecta a todos los sistemas, incluyendo a radares y antenas. Se debe acotar que el inconveniente no solo produce una avería sino que, además, se ve perjudicada o impedida la reparación ante la dificultad, por citar un ejemplo, de subir a un tope de palo, para la reparación del sistema de rotación de una antena radar.

Finalmente, este factor influye en el cumplimiento de las actividades a desarrollar, particularmente en tierra, ya sea para efectuar construcciones, reaprovisionamientos y tareas científicas. La estimación de los tiempos durante la etapa de planificación debe contemplar las posibles demoras, inevitables por las bajas temperaturas.

15.1.1.4 La experiencia y la previsión

Las tripulaciones de los buques deben contar con experiencia en zona, en particular quienes se desempeñan como comandantes u oficiales de cubierta y máquinas. No es buena política designar Comandos a quienes nunca han conocido la zona, a pesar de los cursos y de los asesores antárticos que acompañen la expedición. Las planas mayores, deben contar con oficiales que hayan experimentado las características propias de la zona, no en su totalidad, pero sí en un porcentaje del orden del 30%. En cubierta, la exigencia es similar para el o los contramaestres y marineros y los maquinistas y electricistas se encuentran involucrados.

En cuanto a la previsión, implica antes de zarpas el análisis de las tareas a realizar, los lugares de estada y los de alternativa, la posible presencia de otras unidades nacionales y de otros estados y, como corolario, la edición de un Plan de Actividades realista, que contemple la totalidad de las actividades a desarrollar. Este plan es de vital importancia para una campaña exitosa y sin sobresaltos.

15.1.1.5 Zona hostil y poco familiar

Ya se han comentado los aspectos que hace que la Antártida no resulte fácil por razones gla-

ciológicas y meteorológicas. Pero existen otros ingredientes a considerar, debido a:

- a) Información cartográfica: no en todos los lugares la cartografía es confiable, ya sea por la falta de relevamientos o por las dificultades que provoca la acumulación de hielo en la zona costera. Se debe navegar con mucha precaución, especialmente con la vigilancia de los sondajes permanente.
- b) Escasez de puertos para procurar la logística ante imponderables: la lejanía y excentricidad del continente para procurar ayuda, afecta la operación de las unidades que cumplen una campaña. No obstante, es conveniente prever, como ejemplo, el puerto de Ushuaia, para el depósito de repuestos o víveres y combustible.
- c) Precariedad en radioayudas y balizamiento, los que durante el invierno se ven afectados y alteradas sus características, y se debe aguardar su normalización en el verano, oportunidad en que cada país adopta las tareas para su reparación.
- d) Propagación: alteración en las comunicaciones debido a fenómenos ionosféricos, auroras boreales y erupciones volcánicas en permanente actividad. Los radares se ven afectados en la detección de témpanos y hielos flotantes por la reflexión y conductividad anormal.
- e) Permanencia prolongada: suele afectar el comportamiento del personal en función directa a la duración y al ambiente en que se desempeña. No resulta lo mismo convivir a bordo, en un destacamento o en un refugio en tierra, o efectuando un desembarco temporario para cumplir con una tarea.
En los buques suele incrementarse la dotación habitual por personal transitorio (científicos, técnicos, pasajeros, autoridades) y esta situación, si no es bien conducida, genera roces e incomodidades indeseables. La dotación del barco “se siente invadida” en sus costumbres y actividades diarias, lo que obliga al establecimiento de adecuados horarios para comidas, meriendas y esparcimientos.

f) El arte de navegar: la Antártida exige la plena aplicación de todos los conocimientos que conforman lo que se ha dado en llamar “el arte de la navegación”. Los sistemas de posicionamiento satelitales, no eximen al navegante de aplicar adecuadamente en toda oportunidad, los diferentes métodos de navegación, con sus posibilidades y limitaciones. Ellos se deben utilizar para complementar lo que cada uno suministra, evitando menospreciar aquellos que por su sencillez, pueden aparecer como innecesarios; una prolija navegación de estima en el hielo, resultará de gran utilidad ante la falta de posición satelital o astronómica y sin referencias de vista de costa. La Antártida merece la aplicación integral de los conocimientos de un buen marino, con el bagaje de su experiencia profesional, a lo largo de los años. Esta actitud, más la circunstancia de contar con un barco bien alistado, nos permitirá lograr la seguridad en la navegación y el éxito de la misión.

15.2 La navegación en la Antártida

15.2.1 Introducción

Para el navegante, la zona Antártica ofrece características que son propias, no sólo desde el punto de vista de la conformación geográfica y morfológica de las costas y sus numerosas islas, con el agregado de hielo continental y marítimo, sino que a todas estas circunstancias hay que agregar las particularidades que influyen en los métodos para obtener la situación del buque y la técnica de navegar en un campo de hielo o PACK.

15.2.2 Generalidades de la zona

a) Pilotaje o practicaje

En la zona no existen prácticos que le permitan a un comandante, como sucede en otras partes del mundo, gestionar un práctico o piloto. Sí, en cambio, algunos países como la Argentina, cuentan con profesionales que, a requerimiento del armador, embarcan asesores, trámite que se cumple en el Estado Mayor de la Armada.

b) Ayudas a la navegación

Por la vastedad del continente y la dificultad de

su mantenimiento en condiciones rigurosas del clima, son escasas y, a veces, se encuentran durante el invierno fuera de servicio.

c) Anormalidades magnéticas

La existencia de islas volcánicas en actividad, provoca anomalías en el campo magnético, que influyen, a su vez, en las comunicaciones y en los compases. También, de vez en cuando, estos volcanes incrementan su actividad, y se debe activar el sistema SAR (búsqueda y rescate) para la evacuación del personal afectado por el fenómeno sísmico.

Como ejemplo, en la Antártida Argentina se efectuaron evacuaciones en la isla Thule del grupo Sandwich del Sur y en la isla Decepción.

d) Precauciones en la zona:

- En la navegación con hielos.
- Escasos puntos de apoyo terrestre.
- Incompleta información, especialmente la cartográfica.
- Ocurrencia de fenómenos (auroras, desplazamiento del polo magnético, tormentas magnéticas, etc.).
- Contaminación: existen severas regulaciones por tratarse de un continente que interesa que se mantenga incontaminado. Cada país debe contribuir a la observancia de las regulaciones.
- Depredación de la flora, fauna y de los recursos.

15.2.3 La cartografía náutica

Diversos países han efectuado campañas de relevamiento en la Antártida (Argentina, Gran Bretaña, Estados Unidos, Chile y Rusia, por citar algunos).

No todos los relevamientos efectuados reflejan la realidad, y varios de ellos han sido relevamientos expeditivos.

La dificultad en el relevamiento se debe a la presencia de hielo o nieve que oculta el relieve de la topografía o impide efectuar una batimetría

aceptable. De más está decir que la vastedad del continente, no cuenta con toda la cartografía completa y hay oportunidades en las que el navegante debe navegar en zonas no relevadas o con trabajos parciales.

En particular, se recomienda al navegante no confiar en la batimetría y, para ello, cuando la densidad de los sondajes es pobre, es prudente navegar sobre la isobata y, además, mantener su ecosonda permanentemente en operación, con un observador atento a las bruscas disminuciones de la profundidad.

Cada carta tiene el DATUM y suele ocurrir que este no coincida con el WGS-84 utilizado en la determinación de la posición por el GPS. El navegante deberá efectuar las correcciones para ubicar su posición de carta toda vez que use GPS.

Las líneas isogónicas suelen figurar en la cartografía con información incompleta y desactualizada, introduciendo o generando un dato erróneo para la navegación.

Las proyecciones de las cartas deben seleccionarse en base a la latitud en la que se navega. Hasta los 70°S, resulta apta la proyección Mercator; en latitudes superiores, se aconseja la proyección Gnomónica o el sistema de grilla "G". Estas últimas, en realidad son de uso casi exclusivo de las aeronaves, dado que las aguas navegables, en su mayoría se encuentran hasta latitud 70°.

Las líneas de costa resultan difíciles de identificar visualmente o con el radar por la presencia de hielo o nieve y, además, por errores en los relevamientos.

15.2.4 El compás magnético

15.2.4.1 Está afectado en cuanto a su empleo por:

- Desplazamiento constante de los polos magnéticos.
- Tormentas magnéticas: el valor de la declinación del lugar puede variar hasta 10°.
- Son escasas las mediciones de la intensidad de campo magnético.
- Las líneas isogónicas se encuentran próximas entre sí.

- La componente horizontal "H" es de baja magnitud, y el compás es más perezoso.

15.2.4.2 Recomendaciones

- Precaución en el empleo del compás magnético.
- Efectuar verificaciones de rumbo con frecuencia.
- Navegando en un pack, los cambios de rumbo son frecuentes cambiando el valor de la variación total (VT).
- El sol y los astros son pocas veces visibles, afectando la verificación del rumbo.

15.2.5 El girocompás

15.2.5.1 Se ve afectado en su normal funcionamiento debido a:

- Poca fuerza directriz en altas latitudes.
- Es confiable hasta los 70° de latitud.
- A más de 80° reacciona lentamente.

15.2.5.2 Recomendaciones

- Verificaciones frecuentes de rumbo.
- En latitudes mayores a los 70°, colocar los correctores en cero y, si se dispone, usar las tablas que algunos fabricantes suministran.

15.2.6 Navegación electrónica disponible

Radiogoniómetro	SI
LORAN	NO
NAVSAT (sat.)	SI
GPS	SI
OMEGA	SI
RADAR	SI
ECDIS	en desarrollo

15.2.6.1 Consideraciones particulares

Si bien se trata de una ayuda a la navegación de

antigua data, es muy conveniente acotar ciertas posibilidades y limitaciones que en la Antártida adquieren significación.

- El o los equipos deben encontrarse cuidadosamente ajustados y calibrados; lo ideal es disponer de dos equipos y los operadores adecuadamente adiestrados en la operación.
- a) Emplear el ajuste óptimo de los controles de ganancia y sensibilidad.
 - b) Idéntica consideración para el “anti clutter” para poder detectar témpanos y gruñones pequeños.
 - c) El Ring Time, o control de sintonía según especificaciones.
 - d) Escalas: variar entre las cortas y las de 12/20 millas.

Como una indicación particular, un radar que no se encuentre bien calibrado u operado, disminuye su rendimiento un 30 a un 40% de sus posibilidades de detección.

El radar es de mucha utilidad para determinar la situación, pero además permite efectuar relevamientos expeditivos especialmente en fondeaderos poco conocidos.

Especial atención a la excesiva confianza dado que, a veces, el radar no detecta témpanos grandes o pequeños. Existen casos de témpanos grandes embestidos por buques, situación sumamente peligrosa. Como una regla general, la capacidad de detección depende, entre otros factores, del estado del mar.

- Con mar calma:

Témpano tabular grande	15/30 millas
Témpano común	8/10 millas
Tempanitos (altura aprox.: 3 m)	< 3 millas
Growler (es muy difícil)	< 1 milla

- Con mal tiempo y con existencia de tempanitos y growlers:
Resulta ser muy poco confiable e insegura la detección del radar; el retorno de mar dificulta discernir la existencia de este tipo de hielo. Se

recomienda:

- a) Moderar la velocidad
- b) Reforzar vigías y guardia de puente
- c) Especial atención a la zona de varadero de témpanos
- d) Alertar a la guardia de máquinas
- e) Condición de clausura (estanqueidad): máxima

Por la dificultad de detectar growlers, debido a la escasa exposición en superficie y al color oscuro que lo confunde con el agua de mar, adquiere una particular importancia la vigilancia visual; en un buque convencional un choque con este tipo de hielo produce un rumbo, que en la mayoría de los casos obligará a ingresar a dique, y sólo se podrá continuar navegando con limitaciones si acontece que el buque no se hunde.

15.2.6.2 Resumen

El radar es muy útil si se lo emplea correctamente y se encuentra con una buena performance.

15.2.7 Navegación en zona de hielos

15.2.7.1 Introducción

En este acápite, nos referiremos a la navegación que puede efectuar un buque convencional; el uso de rompehielos y buques polares, dado que por construcción difieren sensiblemente, serán comentados en otro inciso.

Este tipo de navegación está sujeta a una serie de factores que el navegante debe considerar antes de entrar en el detalle de la maniobra en el pack.

- La batimetría: por lo general, no es enteramente confiable por deficiencias del relevamiento y, además, es escasa.
- La existencia de rocas y restingas no siempre está ubicada en las cartas.

- Los puntos de referencia y balizamiento son escasos o a veces la nieve dificulta su aprovechamiento. Existen pocos faros y señales, alguna ocultas o destruidas por la nieve o hielo.

- El pack condiciona la derrota óptima.

Existe la alternativa de utilizar como puntos de referencia témpanos varados, de gran tamaño, para tramos parciales de la derrota, posicionados previamente en la carta.

Durante la travesía se recomienda la consideración de los siguientes aspectos:

- Evitar el pasaje entre un témpano y la costa (al estar varado da indicio de baja profundidad).
- Una costa con varios témpanos varados, da indicaciones de zona de baja profundidad generalizada.
- La sonda debe ser usada permanentemente.
- El reflejo claro sobre el horizonte da anuncio temprano de pack.
- Con los témpanos se debe tomar resguardo, ante el peligro de que se den vuelta y las puntas que a veces despiden.
- Utilizar, cuando sea posible, las aeronaves y helicópteros para efectuar exploración aérea.
- Reforzar los vigías en lugares elevados y, de ser posible por la instalación, conducir el buque desde Comando Control Nido de Cuervo.

15.2.7.2 Condicionamientos para navegar en un campo de hielo (pack):

- 1) El espesor del pack y el tipo de hielo.
- 2) Potencia de las máquinas: cualquier buque que se encuentre en condiciones es capaz de navegar en 5 a 6/10, por el camino favorable.
- 3) La condición para llegar a destino es que, una vez que se ha determinado que el buque cumple con los requisitos, en todo el trayecto el pack mantenga las mismas características en cuanto a tipo de hielo y densidad.
- 4) **No se aconseja** navegar en campos de hielo amonticulado o hielo de presión.

- 5) Mantenerse al tanto de la evolución del pack.

- 6) Relacionado con lo anterior, considerar el viento (dirección e intensidad), su evolución y la forma de la costa o del canal o estrecho.

15.2.7.3 El ingreso al pack

- a) Sugerencias para seleccionar el lugar el lugar por donde conviene ingresar:

- Cuidar el espesor y la consolidación
- No hacerlo donde exista hielo de presión
- Preferentemente aprovechar el viento de sectores proeles.
- Si el hielo es delgado y se desplaza rápidamente por el efecto del viento y/o la corriente, aguardar pacientemente un cambio de dirección favorable.
- Ingresar a baja velocidad para evitar el impacto inicial y luego aumentar ajustando velocidad para mantener un buen gobierno. Tratar de ingresar perpendicularmente y luego ajustar el rumbo de avance seleccionado.

- b) Reglas dentro del pack

- Mantenerse siempre en movimiento.
- No trabajar contra el hielo, por el contrario, efectuar el zig-zag sobre el Rumbo base seleccionado: se gana tiempo en el avance.
- Cuidar la hélice. Es buena práctica ubicar guardia sobre la o las hélices, para informar al comando cuál es la situación con el hielo.
- No temer: actuar con decisión y confianza. Evitar los apresuramientos.
- No intentar cortar un hielo grande: es preferible rodearlo sorteándolo.
- Mantenerse en aguas libres o en canalizos, o buscar la polínea.

15.2.7.4 Comentarios finales

La navegación en zonas antárticas exige experiencia y conocimientos que se han tratado de resumir en base a la experiencia de numerosos navegantes que la han obtenido en el propio teatro de operaciones. Considero que por el solo hecho de efectuar un curso de navegación antártica, no se está capacitado para navegar con la confiabilidad que requiere este difícil lugar del mundo.

Avezados capitanes con experimentadas tripulaciones, se han visto en serias dificultades, hasta el extremo de perder su barco y verlo desaparecer con la impotencia de evitar el siniestro. Pero debo destacar que, en ciertas oportunidades, a pesar de tratarse de experimentados navegantes antárticos, la excesiva confianza ha sido la razón por la que el barco se perdió irremediamente. Así lo demuestran, en particular en este siglo, las pérdidas o averías producidas en la Antártida, y de ello dan fe las publicaciones o informes que en su oportunidad fueron elaborados, desarrollando los acacimientos y las conclusiones finales.

Para navegar en la Antártida hay que prepararse y alistar los medios, con las previsiones que demanda una zona remota y extremadamente hostil en la cual se pueden producir pérdidas de vidas irreparables.

15.3 El fondeadero

15.3.1 Introducción

Las particulares características de la Antártida nos obligan a adoptar ciertas precauciones cuando se debe fondear y permanecer en un fondeadero debido a la existencia de hielo, a las importantes profundidades que ofrecen la mayoría de los lugares aconsejados para fondear y la cambiante meteorología que afecta en especial la disminución de la visibilidad.

Por otra parte, la permanencia en fondeaderos está condicionada a las tareas de carga o descarga, a las tareas de investigación y al desembarco de personal y pasajeros en cruceros de turismo, que cada día son más frecuentes.

15.3.2 La aproximación

En condiciones normales, cuando el navegante

debe planificar la derrota que seguirá para ubicar su ancla, está condicionada por la batimetría o profundidades en donde va a fondear y el tipo de fondo existente.

En la Antártida, esta maniobra se complica fundamentalmente por la presencia de témpanos y hielos presente en el fondeadero y, además, porque no siempre puede fondear en el lugar aconsejado por los derroteros y la cartografía. Aquí es donde si el tipo de fondo no es parejo, también se presenta la dificultad de tener que fondear en un mal tenero, corriendo el peligro de garrear el ancla y derivar a lugares no adecuados para la seguridad del buque.

Si en el lugar se encuentra un destacamento, conviene antes de iniciar la aproximación indagar sobre el cual es el estado de los hielos en la bahía o sitio de fondeo.

Como resumen: se debe actuar con precaución al tomar un fondeadero y estar preparado para interrumpir la aproximación, en caso de que las circunstancias no sean propicias, aguardando que cambie favorablemente el espejo de agua disponible.

15.3.3 Selección de lugar de fondeo

Preferentemente, lo más conveniente es el recomendado en cartas y derroteros. Sin embargo, como ya se lo indicara anteriormente, la presencia de témpanos, desprendimientos de hielo de glaciares próximos y el pack, muchas veces impedirá usar el lugar recomendado. Aquí es donde el tipo de fondo adquiere importancia y se debe asegurar que el ancla haga buena cabeza y vigilar con frecuencia las marcaciones observadas en el momento de fondear. Hay muchos fondeaderos en donde el tenero es malo y con piedras que no figuran con precisión en las cartas, porque los relevamientos aún son incompletos o imprecisos.

15.3.4 Profundidad

En la Antártida, por lo general, los fondeaderos recomendados son profundos. El buque, ante tal circunstancia debe disponer de cadenas de adecuada longitud, y lo recomendable es, como mínimo, 10 a 11 grilletes de 22 a 25 metros cada uno. Y, por supuesto, los cabrestantes deben encontrarse en condiciones de cobrar la cadena, se-

gún las características de diseño del cabrestante ante la posibilidad de una perentoria zarpada urgente porque el lugar está siendo invadido por el hielo. Si la capacidad de cobrado de cadena es lenta, deberá ser mayor el margen para comenzar a levar. Lo aconsejable es poder zarpar en 15 minutos.

15.3.5 La zarpada urgente

Uno de los peligros es el de encontrarse fondeado y, de repente, por la invasión del hielo, no poder salir a zonas despejadas y libres de hielo que permitan al buque navegar sin daño.

Es increíble hasta que se tiene la experiencia adecuada, poder conocer la rápida velocidad con la que se desplaza el hielo e invade una bahía. Para esta situación he desarrollado una regla denominada “la regla del cubito de hielo de un scotch”.

Ella dice que “si te encuentras en un fondeadero atento y vigilante y observas que empiezan a ingresar cubitos de hielo, debes, con premura, levantar y recoger todo lo que se encuentre en el agua o en tierra y zarpar con la máxima urgencia. Lo que no se puede recuperar, permanecerá en tierra a buen resguardo”.

Experimentados navegantes antárticos, han sufrido y hasta perdido el barco, por zarpar tarde, y el buque resultara embicado en la costa, con severos daños que obligarán a difíciles tareas de salvamento o a la introducción en la carta náutica del símbolo de “buque hundido”, total o parcialmente.

Como resumen:

- Prolija verificación del sitio de fondeo.
- Atención con el hielo que ingresa de repente.
- En el agua, la menor cantidad de embarcaciones y bajo control.
- Mínima cantidad de personal en tierra y si no existe un destacamento próximo, con alimentos para permanecer en tierra por 48 horas. Lugares o carpas de protección hasta su recuperación. Conocimiento de quienes han desembarcado.
- Plan de recuperación de personal en tierra. Bu-

ques próximos en la zona para pedido de apoyo.

- La guardia de cubierta alistada para el izado de embarcaciones sin demora y con las escalas para reembarco rápido del personal que regresa.
- Guardia de señaleros y vigías: máxima atención a todo lo que acontece en el fondeadero, en especial a las embarcaciones en el agua que pueden tener dificultades por el hielo.
- Elementos de comunicaciones visuales y radiales: preparados para cursar tráfico sin demora.
- Sanidad: médicos y enfermeros capacitados para tratar personal con signos de congelamiento en tierra y por inmersión en el mar.

Bibliografía

- Libros y manuales de navegación
- Derroteros y Lista de faros y señales
- Cartografía de la zona (Servicios Hidrográficos)
- Radioayudas a la navegación
- Publicación SCAR de comunicaciones en la Antártida
- Normas de las Sociedades de Clasificación
- Recomendaciones de la OMI
- Expediciones efectuadas en la Antártida
- Siniestros y accidentes en la Antártida; hechos reales
- Archivos personales de campañas antárticas
- Ocupación del Refugio Thule-Islas Sandwich (1954/55)
- Manuales de supervivencia en zona fría
- Publicaciones y trabajos sobre hipotermia
- Estudios de la importancia de la luz ambiental sobre el comportamiento humano y los hábitos alimentarios

Capítulo 16

OPERACION DE HELICOPTEROS DESDE BUQUES EN LA ANTARTIDA

Miguel Fajre

TEMARIO:

16.1 Introducción

16.2 Características de los helicópteros aptos para operar en la Antártida

- 16.2.1 Biturbina
- 16.2.2 Sistema antihielo
- 16.2.3 Capacidad para el vuelo instrumental
- 16.2.4 Capacidad de navegación propia
- 16.2.5 Radio de acción
- 16.2.6 Capacidad de amenizar
- 16.2.7 Capacidad de plegado de rotor principal y de cola
- 16.2.8 Equipos varios

16.3 Tareas

- 16.3.1 Vertrep (reabastecimiento vertical)
- 16.3.2 Búsqueda y salvamento en el mar
- 16.3.3 Vuelos glaciológicos/reconocimiento

16.4 Operación en la Antártida

- 16.4.1 Factores comunes que influyen en la operación desde helicópteros
- 16.4.2 Meteorología
- 16.4.3 Estabilidad en cubierta
- 16.4.4 Estado de mar
- 16.4.5 Zona de operación
- 16.4.6 Comunicaciones
- 16.4.7 Fatiga del piloto/tripulaciones
- 16.4.8 Carga de combustible
- 16.4.9 Control de vuelo
- 16.4.10 Coordinaciones
- 16.4.11 Vertrep nocturno

16.5 Conclusiones

16.1 Introducción

La actuación de las aeronaves en la Antártida se remonta hasta el año 1942 y la presencia del helicóptero desde 1952 con los viejos S-55 (SIKORSKY) a pistón que, con los avances de la tecnología, fueron cediendo espacio ante la

incorporación de la turbina, en un principio monomotor (caso AI03) y posteriormente biturbinas (como en H-3, SUPER PUMA, BELL 212, etc.)

El ambiente antártico, cambiante e inestable representa un permanente desafío, para el cual se deben respetar los procedimientos y aprovechar la

experiencia acumulada. En cada campaña, se presentan situaciones similares que, excepto las circunstancias, permiten prever los acontecimientos, y posibilitan la mejor interpretación entre el binomio BUQUE/AERONAVE.

Lo que se pretende es transmitir a las tripulaciones de los buques sobre cómo se deben desarrollar las operaciones helicóptero/buque.

Este capítulo, a través de diversos aspectos, muchos de ellos comunes al vuelo en general, tiene por finalidad transmitir algunos conceptos que deben ser tenidos en cuenta, a efectos de capitalizar experiencia y contribuir a la optimización del empleo de los medios en la operación antártica.

16.2 Características de los helicópteros aptos para operar en la Antártida

Si tenemos presente las particularidades del teatro de operaciones antártico, las características generales de los helicópteros pueden ser resumidas en dos:

- a) Una excelente capacidad de transporte/carga.
- b) La capacidad de aumentar las posibilidades de supervivencia.

Para ello, deben presentar los siguientes requisitos particulares:

16.2.1 Biturbina

Los helicópteros biturbina poseen fundamentalmente dos ventajas:

- Aumenta las probabilidades de supervivencia ante el caso de producirse una falla en uno de los motores. Sin embargo es necesario aclarar que no siempre es posible mantener el vuelo con un solo motor. Hay situaciones críticas, como por ejemplo cuando se está en colgado con máxima carga o poca velocidad, en que la falla de uno de los motores impide mantener el vuelo, pero permite un TOQUE/ANAVIZAJE controlado.

- Mayor capacidad de carga que un monoturbina. Respecto a estos últimos su uso sobre el mar está restringido por el peso y las distancias de máximo alejamiento.

16.2.2 Sistemas antihielo

Generalmente cuando se vuela en condiciones de humedad visible y con temperaturas inferiores a 8°C, se puede producir la formación de hielo.

Existen diferentes sistemas desheladores que están diseñados esencialmente para:

- Sistema de aceite
- Motores
- Palas
- Parabrisas

Si bien todos son importantes, el de mayor prioridad es el sistema antihielo de las palas, que tiene por finalidad superar condiciones críticas para el vuelo instrumental/visual, ante la acumulación de hielo en las superficies de las mismas. Progresivamente van deformando el perfil aerodinámico, lo que se traduce en vibraciones sensibles en los controles de vuelo y en un aumento paulatino e ininterrumpido de requerimientos de potencia para mantener el nivel de vuelo.

También se reconoce la formación de hielo, cuando se observa la acumulación en los parantes y el parabrisas. Si hay presencia de hielo, seguramente también se puede presumir la presencia del mismo en las palas.

Es muy importante tener en cuenta que los sistemas antihielo son esencialmente preventivos, esto significa que hay que conectarlos previo al despegue o en vuelo, pero no cuando se encuentre en situaciones meteorológicas que favorecen este tipo de fenómenos. Una respuesta tardía puede ser contraproducente.

16.2.3 Capacidad para vuelo instrumental

Si bien es cierto que la normal operación de las aeronaves, en particular de los helicópteros en la Antártida se realiza en condiciones visuales, no debe descartarse la posibilidad de volar bajo reglas instrumentales. Es bien conocido el efecto de los fenómenos meteorológicos tan cambiantes

como sorprendidos, especialmente la niebla y las repentinas nevadas.

Un helicóptero que cuente con el instrumental adecuado, otorga mayor flexibilidad a su capacidad de operación.

16.2.4 Capacidad de navegación propia

La difusión e incorporación masiva de equipos de navegación satelital facilita la navegación y el continuo posicionamiento de la aeronave.

Contar con algunos de ellos, se traduce fundamentalmente en dos efectos:

- Contribuye a la mayor seguridad al estar permanentemente ubicados.
- Optimiza la hora de vuelo, al minimizar los errores en la navegación y dirigirse directamente al punto fijado.

Lo deseable es contar con equipos de navegación autónomos (inercial, doppler o satelital), pero son superiores en cuanto a costo.

16.2.5 Radio de acción

Es conveniente que la aeronave a operar en la Antártida cuente con un suficiente radio de acción. No hay una cantidad mínima estipulada de millas, aunque es aconsejable que no sea inferior a 150 millas náuticas.

Esto le permite desplazarse con cierto margen de seguridad desde el buque, ante la necesidad de un RESCATE/TRASLADO de personal.

16.2.6 Capacidad de amerizar

Se exige que los helicópteros para el vuelo sobre el mar posean equipo de flotación de emergencia.

Estos equipos, una vez que la aeronave tocó el agua por alguna emergencia, permite mantenerla a flote y aumentar las posibilidades de supervivencia de los tripulantes (otorga mayor tiempo de preparación para el abandono, inflado de balsas, chalecos, señales, etc.).

Hay helicópteros que pueden amerizar y despegar desde el agua, porque están especialmente diseñados y contruidos para tal

contingencia.

16.2.7 Capacidad de plegado de rotor principal y de cola

Este requisito está ligado a la necesidad de hangaraje de la aeronave para mantenimiento.

Existen tres tipos de plegados:

- a) Manual.
- b) Electro-hidráulico.
- c) Eléctrico.

Las ventajas y desventajas de cada uno de ellos no es motivo para que influya en las características. Solamente se debe tener presente que está ligado al mantenimiento y al espacio que ocupa el helicóptero en la cubierta/hangar del buque.

16.2.8 Equipos varios

- Guinche de rescate
Para izar/arriar personal o bultos livianos, con un sistema de eslinga.
- Pie de gallo
Se denomina así a la estructura adosada en la parte inferior del helicóptero (generalmente en el baricentro), para el traslado de cargas externas con redes tejidas (chinguillos).

16.3 Tareas

Una de las características más importantes de los helicópteros en general es la versatilidad para su empleo.

Entre algunas de las tareas que pueden desarrollar podemos mencionar:

16.3.1 Vertrep (reabastecimiento vertical)

Se define como tal al traslado de carga por helicóptero, buque-buque, buque-tierra o viceversa.

El concepto de Vertrep implica la idea de llevar el Sostén Logístico lo más cerca posible de

la Zona de Operaciones y en forma tal de no entorpecer el accionar del personal y medios involucrados. El helicóptero contribuye armoniosamente a este concepto y brinda la necesaria flexibilidad que tiene la operación antártica.

Es el puente final entre el buque y la base. La carga que pueden transportar los helicópteros dependerá fundamentalmente de la distancia del buque a la base.

Existe una permanente relación inversa entre la distancia/combustible, que determina el peso de la carga neta a transportar.

A medida que transcurre el tiempo de vuelo, el peso del combustible consumido se puede complementar con mayor carga. Esta actualización de la capacidad del helicóptero permite optimizar cada hora de vuelo.

Hay que tener presente que el costo total de cada operación es alto, y que el costo por carga aumenta bruscamente a medida que aumenta la distancia entre los puntos a reabastecer.

16.3.2 Búsqueda y salvamento en el mar

Es conocido por todos el creciente uso de helicópteros para cumplir con este tipo de tareas que son responsabilidad primaria de la Armada.

Es importante la necesidad de un cabal entrenamiento y conocimiento entre los pilotos y la tripulación del buque para emplear el helicóptero en estas tareas y para estandarizar los procedimientos de comunicaciones. Debe quedar perfectamente claro que la seguridad del helicóptero permanece en todo momento bajo responsabilidad del piloto. Previo a la operación, se debe coordinar con el Comando del buque sobre la maniobra propuesta, el área de colgado, viento, obstáculos, etc.

16.3.3 Vuelos glaciológicos/reconocimiento

Permite la elección de la mejor derrota del buque en caso de navegación entre hielos.

Es conveniente llevar una cámara de video para ir registrando los acontecimientos y poder efectuar un posterior análisis del vuelo.

16.4 Operación en la Antártida

De las tareas mencionadas, la más usual es la de VERTREP, y si bien los conceptos que se describen son absolutamente válidos para las otras tareas, están orientados específicamente para la misma.

Se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

16.4.1 Factores comunes que influyen en la operación de los helicópteros

La seguridad en las operaciones con helicópteros se relaciona en especial con las restricciones de diseño y los límites de operación.

Las siguientes limitaciones son comunes a todos los helicópteros, ya que afectan la sustentación en cualquier condición de vuelo, haciéndose mas crítica al estar estacionados o colgados.

- Temperatura ambiente y presión atmosférica
Las bajas presiones y altas temperaturas afectan la capacidad de carga, debido a la reducción de la performance de las turbinas y rotores.
Este factor es positivo en la Antártida, ya que se opera en óptimas condiciones desde el punto de vista aerodinámico.
El ambiente frío y seco, con alta presión y vientos moderados, favorecen considerablemente el rendimiento y operación de los helicópteros.
- Humedad relativa
Los valores altos de humedad relativa disminuyen la altura de densidad, aumentando la eficiencia del rotor.
- Viento relativo
El helicóptero despegar, se aproxima y se cuelga con el viento relativo en la proa.
El viento óptimo que debe ofrecer el buque es del 330° relativo a su proa.
Al disminuir el viento relativo, aumenta la potencia requerida para sustentar al helicóptero. Se considera óptima una intensidad entre 15 y 30 nudos.
- Efecto suelo

Debe tenerse en cuenta que el helicóptero en colgado sobre cubierta de vuelo, ve favorecida su sustentación por el efecto suelo producido por el flujo de aire del rotor. Este efecto es notable hasta una distancia al suelo, equivalente a un diámetro y medio del rotor.

Previo al despegue se debe realizar un análisis minucioso, para determinar la potencia requerida de los motores durante la maniobra de carga externa. Este cálculo debe tener en cuenta el viento relativo, la temperatura, el peso de la carga y la altura. Para evitar situaciones riesgosas, utilizar las curvas de operación "SIN EFECTO SUELO", lo que asegura disponer de suficiente potencia cuando el helicóptero abandona la cubierta de vuelo, donde pierde el EFECTO SUELO.

- Formación de hielo

Es el más crítico de los factores mencionados.

La sustentación y condición de vuelo se verán seriamente afectadas en condiciones de formación de hielo si no se cuenta con equipos desheladores de rotores y motores. Esto implica un alto riesgo para la seguridad de la aeronave y la tripulación. A fin de evitarlo, se deben cumplir con los procedimientos de seguridad que son fijados para cada tipo de helicóptero.

Se recuerda que los sistemas antihielo son de uso preventivo, es decir, hay que conectarlos previo a la operación si hay condiciones de formación de hielo. En caso contrario, podría producirse el efecto contrario al deseado, con graves consecuencias para la aeronave.

16.4.2 Meteorología

Por procedimiento normal, en los prevuelos se analiza la situación meteorológica, su evolución y la situación de las alternativas.

En la Antártida, los aeródromos de alternativa son escasos y distantes, así que este factor cobra especial importancia y es el que determina la factibilidad de la operación.

No es el objetivo describir los fenómenos meteorológicos, pero se mencionan los más significativos y que constituyen eventuales peligros para el vuelo.

- Nieve
- Niebla

- Viento catabático

Respecto a este último, es un fenómeno típico de la Antártida y que se destaca por su intensidad e inestabilidad (rafagoso y violento).

Las operaciones rutinarias pueden desarrollarse con una velocidad de viento de hasta 40 Nds.

Mas allá de las predicciones realizadas sobre datos de información satelital y de las distintas estaciones meteorológicas, es importante la experiencia del pronosticador sobre los efectos locales, en función de la orografía, corriente predominante y época del año.

16.4.3 Estabilidad de cubierta

Existen límites de rolido y cabeceo que varían de acuerdo al tipo de helicóptero y con diferentes estados de cubierta (seca, mojada o congelada).

Por razones de seguridad, si no se puede mantener al buque dentro de las condiciones establecidas no deben realizarse las operaciones de helicópteros.

El Comando del buque debe asegurarse de que el rolido y cabeceo sean los mínimos, adoptando un rumbo y velocidad adecuados, a fin de evitar daños a la aeronave y otorgar seguridad a las tripulaciones de cubierta.

En la operación con helicópteros en alta mar, el buque maniobra convenientemente para buscar las circunstancias favorables, pero en la Antártida esto no siempre es posible por las restricciones que existen para la maniobra.

Como dato de referencia, el cabeceo o rolido que exceda los 5°, es considerado como excesivo y puede impedir el aterrizaje de los helicópteros.

Cuando el buque está fondeado o embicado en el hielo, el factor predominante es el viento. En el caso de estar fondeado, generalmente queda aproado al mismo y puede favorecer la operación. Cuando está embicado, el buque queda estático y la operación depende exclusivamente de la intensidad y dirección del viento relativo. Las condiciones más desfavorables son las comprendidas entre el 090° y 270° relativo (pasando por la popa), por la dificultad que presenta para la aproximación al enganche/desenganche de la carga.

16.4.4 Estado de mar

Ligado intrínsecamente a la estabilidad de la cubierta, es muy importante para el Director, el Jefe de la Cubierta de vuelo y el oficial Jefe del Grupo Aeronaval, en la maniobra de movimiento del helicóptero durante el hangarado/deshangarado, particularmente cuando la cubierta de vuelo se encuentre mojada o resbaladiza.

Cuando hay mucho viento el estado de mar aumenta (el buque rola y cabecea considerablemente). Una forma de minimizar los movimientos de la cubierta, consiste en navegar a favor de la dirección del mar, lo que facilita la maniobra del helicóptero y del personal de cubierta.

16.4.5 Zona de operación

El conocimiento de las características de la zona de operación es muy importante para las operaciones de aproximación y aterrizaje, como asimismo la preparación del terreno en el lugar de la descarga y el aterrizaje. Cuando se prevé la descarga o el aterrizaje en algún lugar que no se tenga información o no esté preparado, se deben efectuar pasajes previos para su reconocimiento y posterior marcado con señales humosas.

De esa manera se reducen las posibilidades de entrar en situaciones de emblanquecimiento, producido por la nieve blanda que se desprende del suelo por efecto del flujo del rotor en el colgado.

16.4.6 Comunicaciones

En los prevuelos deben quedar perfectamente determinados los circuitos principales y de reserva que serán usados en la misión. Es conveniente fijar circuitos de VHF, UHF y HF, cuya elección dependerá de la distancia de operación.

El buque debe tener un equipo de UHF o VHF de reserva, para asumir las comunicaciones si los equipos principales fallan.

Esto es específicamente necesario durante operaciones nocturnas y períodos de visibilidad reducida y/o cuando el helicóptero es mantenido bajo control positivo radar.

16.4.7 Fatiga del piloto/tripulaciones

Generalmente se aceptan ocho horas de vuelo por día como límite para los pilotos. Los factores que disminuyen este límite son:

1. Rolido o cabeceo de la cubierta.
2. Condiciones meteorológicas.
3. Experiencia del piloto.
4. Cantidad de horas seguidas voladas sin descanso.
5. Total de días continuos que demanda la operación de Carga/Descarga.

16.4.8 Carga de combustible

Cuando mayor es la cantidad de combustible en los tanque del helicóptero, se reduce la capacidad de carga externa y/o interna (carga útil versus combustible). Por ello los siguientes factores deben ser tenidos en cuenta:

1. Distancia a volar.
2. Cantidad de carga a trasladar.
3. Condiciones de viento.
4. Condiciones meteorológicas.

16.4.9 Control de vuelo

El Control de los helicópteros deberá ser "CERRADO" cuando se presenten condiciones meteorológicas adversas o cuando las distancias de operación así lo aconsejen.

Será "ABIERTO" cuando el buque trabaja a vista de las bases y con meteorología clara. Este control otorga adecuada libertad de acción al piloto y agiliza considerablemente los ciclos de carga y descarga.

16.4.10 Coordinaciones

Previo a cada operación es necesario efectuar coordinaciones con los diferentes departamentos, a fin de contemplar los aspectos particulares de cada una.

- Departamento operaciones

El Jefe del Grupo Aeronaval Embarcado y el Jefe del Departamento Operaciones del buque confeccionarán el Plan Aéreo.

Para ello se analizan las actividades previstas

en los planes en vigor, a los requerimientos formulados y las posibles modificaciones que hayan surgido.

Este Plan Aéreo permite definir la magnitud del esfuerzo en cada base (días de operación, horas de vuelo).

Contenido del Plan Aéreo

Deberá contener como mínimo la siguiente información:

- a) Hora para cubrir rol del helicóptero.
- b) Hora de prevuelo.
- c) Hora de abordar el helicóptero.
- d) Hora de despegue.
- e) Hora de aterrizaje.
- f) Motivo del vuelo.
- g) Modelo y característica de la aeronave.
- h) Cantidad de combustible a cargar.
- i) Horas de salida y puesta del sol y luna.
- j) Duración de los crepúsculos.
- k) Observaciones.

NOTA: Las copias del Plan Aéreo Diario serán distribuidas a todos los involucrados en las operaciones y publicadas en los lugares de interés, para su conocimiento.

Prevuelos

A los prevuelos asistirán las tripulaciones de vuelo y todo el personal del buque involucrado.

A manera de guía, se detalla a continuación la información que deberá proporcionarse y los temas que deberán ser considerados, según sea la naturaleza del vuelo a realizar.

- a) Misión
 - Primaria
 - Secundaria
 - Area de operaciones

- Estación de control
- b) Comunicaciones
 - Circuitos, frecuencias, indicativos
 - Incorporación
 - Procedimiento de comunicaciones perdidas
- c) Unidades participantes
 - Indicativos y números
 - Posición
 - Utilización
- d) Navegación
 - Latitud, longitud, declinación del punto de lanzamiento
 - Rumbo y velocidad del buque
 - Cambios de rumbo y/o velocidad, horas previstas.
 - Ayudas a la aeronavegación
 - Posición estimada para la recuperación
 - Marcación y distancia al punto/base de destino
- e) Meteorología
 - Velocidad y dirección del viento
 - Techo
 - Visibilidad
 - Estado de mar y dirección
 - Temperatura del agua de mar
 - Temperatura ambiente
 - Altura de densidad
 - Evolución de la meteorología durante la operación
- f) Peso y balanceo
 - Mínima velocidad para continuar el vuelo con una sola turbina.
- g) Pasajeros y carga a desembarcar en cada base secuencia.
- h) Peso, volumen y características de la carga.
- i) Características especiales de las diferentes cubiertas de los buques, en caso de operar con algún otro.
- j) Disponibilidad de combustible, facilidades de mantenimiento, ciclos de carga y relevos de tripulaciones (normalmente el ciclo de

una tripulación es de 4 hs de vuelo por 8 hs de descanso).

k) Normas de seguridad

Es importante además, dar un prevuelo a los pasajeros transportados, resaltando los siguientes aspectos:

- Precauciones al transitar por la cubierta de vuelo.
- Camino a seguir para llegar a la aeronave.
- Uso del chaleco salvavidas y del equipo de supervivencia.
- Procedimiento ante un amerizaje.
- Precauciones a tener en cuenta en el embarque y desembarque con rotores en marcha y/o al ser izados/arriados con el guinche.
- Un tripulante debe mostrar a los pasajeros antes de iniciar el vuelo el uso de los sistemas de seguridad: arneses, cinturones de seguridad, salidas de emergencia y equipos de supervivencia a bordo.
- Ningún pasajero puede volar sobre agua sin el chaleco salvavidas.
- No usar gorras en la cubierta de vuelo durante las operaciones de vuelo.
- No se debe permitir que el personal se aproxime o abandone el helicóptero cuando esté acoplado o desacoplado.
- El personal que debe permanecer en las inmediaciones del helicóptero durante la maniobra de acople o desacople rotores, permanecerá al lado del fuselaje o fuera del disco rotor.
- No se permitirá embarcar en el helicóptero a aquellos pasajeros que no hayan recibido el prevuelo correspondiente.
- El equipaje de los pasajeros debe ser pesado y marcado antes del embarque.
- A los efectos de la seguridad del vuelo, cumplirán las órdenes y respetarán las instrucciones del piloto, desde el momento de embarcar hasta ser desembarcados.
- Está prohibido fumar desde que se ingresa a la cubierta de vuelo hasta que se abandona el helicóptero.

NOTA: si se producen variaciones en la misión una vez iniciado el vuelo, la información deberá ser actualizada por el controlador aéreo.

• Departamento cubierta

Las principales coordinaciones que se realizan están referidas a:

1) Peso, característica y volumen de la carga a embarcar y desembarcar

Cada bulto debe ser perfectamente identificado con su peso y características de acuerdo a la codificación individual de cada base o buque.

2) Peso al inicio de la operación

A medida que se consume combustible se puede ir incrementando el peso de la carga. Dicha información será actualizada en forma permanente al Controlador Aéreo.

3) Modo de preparación (chinguillo, estrobo, etc.)

La carga debe ser preparada a popa de la línea de VERTREP y desde la línea de crujía del buque hacia la banda de aproximación del helicóptero. De este modo, el Piloto no pierde referencias visuales de la cubierta durante el colgado.

El problema consiste en acondicionar la carga para un vuelo seguro y un arribo sin daño. La carga soporta fuertes vientos durante el colgado y el vuelo de traslación, deben evitarse cargas muy livianas que afecten la seguridad del helicóptero en vuelo.

4) Secuencia de la Carga y Descarga (de material y pasajeros)

5) Normas de seguridad

a) Todo el personal, excepto el señalero y el operador de pie de gallo, deben dejar libre el área de anavizaje y carga durante las operaciones de transferencia de personal, carga y de reabastecimiento vertical.

b) Se deben trincar apropiadamente todos aquellos equipos o elementos livianos, ya que el flujo del rotor puede provocar que los mismos sean despedidos. Estos elementos (como trapos, papeles, cables, etc.) pueden golpear los rotores o ser absorbidos por las tomas de aire de las turbinas.

c) El personal de la cubierta de vuelo debe

estar adiestrado para tomar inmediato resguardo en caso de accidente. Las vías de escape deben estar claramente establecidas.

d) El personal que trabaja en las inmediaciones del helicóptero, debe estar adiestrado para alertar cualquier signo de humo, pérdida de aceite, líquido hidráulico o combustible.

e) El Jefe de Cubierta, efectuará una verificación previa de la cubierta de vuelo y sus adyacencias, antes de comenzar las operaciones.

f) El Señalero recordará las normas generales de seguridad, señales y doctrinas básicas al team de operación de carga/descarga. Asimismo verificará que el Personal de Control Averías conozca los procedimientos de emergencias.

- Base terrestre/unidad receptora del helicóptero

En caso de estar operando con una base terrestre debe preverse lo siguiente:

1. Señaleros en los sectores de enganche/descarga

El señalero debe colocarse en un lugar donde sea perfectamente visible por el piloto.

Sus señales deben ser claras y no dejar lugar a dudas de interpretación.

Debe aprovechar al máximo el espacio disponible en el sector de carga/descarga en tierra.

Será el responsable de que se respeten las medidas de seguridad en dicho sector.

2. Comunicaciones: Circuitos a cubrir

El buque coordinará con la base, los circuitos de control del helicóptero.

Es conveniente proveer al señalero en tierra, de un equipo portátil de comunicaciones.

Las mismas serán reducidas y sólo cuando se necesite alguna precisión referente a la maniobra.

Excepto que sea muy necesario no se comunicará con el helicóptero en las fases de aproximación, colgado o aterrizaje, ya que puede interferir las comunicaciones internas.

3. Movimiento de la carga en tierra

Una vez que el helicóptero depositó el chingullo y se alejó, el personal designado debe remover la carga de la zona.

Una vez retirados los bultos de las redes o chingullos, éstos serán agrupados para ser devueltos al buque.

Hay que advertir al personal que trabaja con helicópteros, que el sistema de rotor produce una considerable electricidad estática (puede llegar a más de 20000 Volts). Por está razón el Gancho de Carga debe ser tocado con un sistema aislante con descarga a tierra.

El personal debe estar equipado con botas de suela de goma y guantes como precaución.

4. Recuperación de chingullos vacíos. Frecuencia

Las redes y eslingas dejadas en tierra deben ser retornadas de a grupo al buque, para evitar interrumpir el ciclo de descarga.

Cuando exista carga BASE-BUQUE, la misma será ubicada a proa del sector de descarga, a fin de evitar maniobras innecesarias al helicóptero.

Una vez que el helicóptero depositó su carga, se desplazará hacia proa para efectuar el enganche de la carga a transportar al buque.

En estos casos el buque tendrá preparado en cubierta, un conjunto de **dos** (2) Camas, para facilitar el depositado de la carga al piloto y su posterior remoción de la cubierta.

5. Relevos del personal en tierra

Coincidirá con el ciclo de los pilotos y tripulantes (Cada **cuatro** (4) horas).

16.4.11 Vertrep nocturno

El VERTREP nocturno en la Antártida es una maniobra restringida por la visibilidad, y se debe realizar si las condiciones de la cubierta/cubiertas (caso buque-buque) o cubierta y helipuerto, reúnen los requisitos reglamentarios para la operación nocturna.

De cualquier manera las operaciones nocturnas de reabastecimiento vertical, deben realizarse en caso de emergencia.

16.5 Conclusiones

De lo expuesto, se desprende que actualmente la utilización universal de los helicópteros, en un ritmo creciente y continuo, en muchas operaciones y específicamente en las de apoyo logístico en la Antártida, pone de manifiesto la seguridad y utilidad de su empleo.

Tendiente a reforzar estos conceptos, existen dos (2) conclusiones que sintetizan lo expuesto precedentemente:

- 1. Las operaciones aéreas desde un buque exigen coordinaciones anticipadas y de detalle.**
- 2. Al ser la Antártida un ambiente naturalmente hostil, prima el concepto de SEGURIDAD.**

Apéndice 1

PREPARACION, PLANIFICACION Y CONDUCCION SUPERIOR DE UNA CAMPAÑA ANTARTICA

Carlos Daniel Carbone

TEMARIO

A1.1 El plan

A1.2 Determinar

A1.2.1 Tareas y propósitos

A1.2.2 Situación

A1.2.2.1 Relativos al Area de Opeaciones

A1.2.2.2 Relativos a los medios asignados

A1.2.2.3 Relativos al presupuesto

A1.3 Redactar

A1.3.1 Referencias

A1.3.2 Cuerpo del plan

A1.3.3 Anexos

A1.4 Supervisar

A1.4.1 Acción

A1.4.2 Efecto

A1.5 Recomendaciones

A1.6 Comentarios finales

"En la ciencia, como en todo, el EXITO supone un trabajo guiado por un buen METODO".

PASCAL

A1.1 El plan

EL METODO no sólo se aplica para encarar la solución de un PROBLEMA, sino también para percibir la existencia de problemas mediante una apreciación continua de la situación.

Los PROBLEMAS en el Teatro Antártico, surgen al ejecutar una TAREA en un medio hostil (por la lejanía a puntos de apoyo, por el clima, la hidro-

grafía, la topografía, los hielos, etc.)

Ejecutar una TAREA con una secuencia de acciones en tiempo y forma, implica definir un PLAN.

Para definir el PLAN es conveniente:

- Determinar: **Qué** acciones?
- **Quién** las ejecuta?
- **Cómo, dónde, cuándo y con qué?**

Redactar: para transmitir el PLAN de acción, asegurar su correcta interpretación, y permitir o facilitar la supervisión (tarea fundamental del Manager, Jefe o Comandante).

Supervisar: si la ejecución de la tarea evoluciona según lo previsto o debe adecuarse el PLAN; esto se logra apreciando continuamente la situación.

Los verbos, en este orden, nos llevan lógicamente a pensar en un PROCESO que en definitiva busca solucionar el PROBLEMA.

A1.2 Determinar

A1.2.1 Tareas y propósitos

Qué TAREAS, con qué PROPOSITOS.

- Tareas

Qué llevar, qué traer, qué cantidades, en qué lugar.

Cuántos científicos, dónde.

Quién realiza la tarea, con qué medio, cuándo.

- Propósitos

Entender el fin que se busca para decidir adecuadamente, en el desarrollo del Plan y en las acciones emergentes de la supervisión continua.

A1.2.2 Situación

Definir, Entender, Conocer "**el medio**" (Area de Operaciones) donde se desarrollarán las acciones y los **medios materiales** (buques, aviones, etc.) con los que se actuará en él.

Analizar todos los ASPECTOS necesarios para comprender acabadamente la situación.

Es importante tener en cuenta la naturaleza del problema y el alcance del estudio a concretar para evitar el análisis de aspectos prescindibles.

A1.2.2.1 Relativos al Area de Operaciones

a) Factores Generales

- Políticos:
 - Acuerdos/Convenios/Compromisos.
 - El Sistema Antártico.
- Antecedentes:
 - Operaciones anteriores.

- Tareas Pendientes.

- Información General:
 - Tareas/acciones de terceros.
 - Instituciones.
 - Organismos Gubernamentales o no (GREENPEACE, Inspecciones Art. VII T.A.)

- Protección del Medio Ambiente:
 - Areas Especialmente Protegidas.
 - Normas de Conducta.

b) Factores particulares

- Logísticos:
 - Puntos de apoyo próximos al Area.
- Científicos:
 - Condiciones de los campamentos.
 - Lugares de ubicación.
- Hidrográficos.
- Meteorológicos:
 - Variaciones según épocas del año y lugares.
 - Capacidad de Previsiones, Pronósticos, calidad de información.
 - Equipamiento disponible.
- Glaciológicos.
 - Variación de las condiciones según épocas del año y lugares.
 - Acceso a información para controlar evolución. Equipamiento.

A1.2.2.2 Relativos a los medios asignados

- Logística:
 - Preparación: Alistamiento / preparación de los medios asignados.
 - Acción: Definir/conocer capacidades de los medios asignados para ejecutar distintas tareas.
- Eficiencia esperada (estadísticas).
 - Carga y descarga: Ton./hora

- N° Viajes/día (lancha - hielo).
- Pasajeros por vuelo / avión.
- Probabilidad de averías.
- Limitaciones.
- Factores cinemáticos:
 - Velocidades (promedios para el planeamiento).
 - Distancias entre puntos de despliegue.
- Autonomías / radio de acción.
- Consumos de Agua, combustible, víveres.
- Calado de hielo.
- Comunicaciones:
 - Equipos.
 - Frecuencias comunes.
 - Intercambio repuestos.
- Normas Vigentes:

<ul style="list-style-type: none"> - Material - Personal 	Condiciones de Operación
--	--------------------------

A1.2.2.3 Relativos al Presupuesto

A1.3 Redactar

A1.3.1 Referencias

- Leyes Nacionales.
- Directivas.
- Normas.
- Antecedentes.

A1.3.2 Cuerpo del plan

- Cartografía.
- Situación.

- Ejecución
 - Concepto de las acciones a desarrollar.
 - Criterios rectores - Premisas.
 - Fases de la Operación.
 - Tareas asignadas.

- Instrucciones de Coordinación.

- Administración y Logística.

- Control y Comunicaciones.

A1.3.3 Anexos

- Organización.
 - Organigrama
 - Despliegue de Componentes / Grupos de Trabajo.
- Tareas. Itinerario y distribución de tareas.
 - Movimientos de Pasajeros y Carga:
 - ⇒ Por Base.
 - ⇒ Por Modo Naval.
 - ⇒ Por Modo Aéreo.
 - Vuelos de Apoyo
 - Traslado de Campamentos.
 - Tareas Científicas.
 - Tareas Técnicas
 - ⇒ Hidrografía.
 - ⇒ Balizamiento.
 - Especiales (Por Ej. Inspecciones Art. VII T.A.)

A1.4 Supervisar

Es una **Acción** que tiene un **Efecto**.

Acción:

- Verificar la ejecución de lo planeado.
- Cumplimentar, en tiempo y forma, la tarea prevista.
- Es inherente a la Conducción Superior e implica saber: qué verificar, cuándo, dónde y cómo.

- Se debe contar con INFORMACION sobre el progreso de las actividades previstas en el Plan.
- Las facilidades de comunicaciones, visitas personales e inspecciones, son herramientas para la acción.

3- OPERACION CON HELICOPTEROS

4- NORMAS DE CONDUCTA PARA LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE.

Efecto:

5- AREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS

- Adecuar el PLAN (de ser necesario).
- El PROPOSITO de cada TAREA indicará la necesidad y/o conveniencia entre otras posibilidades, de preservar en las acciones previstas, anularlas, modificarlas, suspenderlas, etc.

A1.5 Recomendaciones

Normas a definir:

1- PERSONAL

- Documentación / seguros.
- Ley y Orden
- Bienestar. Permisos, ausencias, viajes, comunicaciones personales, teléfono, correo.
- Sanidad / Aptitudes.
- Planes de evacuación.
- Prevención de accidentes.
- Necrológicas.

2- LOGISTICAS

- Desarrollo de las distintas funciones. Criterios.
- Carga y descarga en buque/helo/bases.
- Transporte (responsabilidades).
- Embalajes. Formas, pesos, materiales a utilizar.

MOVIMIENTO DE PASAJEROS Y CARGA POR BASE

FECHA											
LUGAR		Emb.	Des.	Emb.	Des.	Emb.	Des.	Emb.	Des.	Emb.	Des.
PASAJEROS											
CNA GRAHEL											
T A R I F I C A S	ODA										
	NAFTA										
	KEROSENE										
	ACEITE										
	JPL										
T U B O S	SUP. GAS										
	G A S	Infl.									
		No Infl.									
Carga	H3										
	Tn										
Carne	H3										
	Tn										
Antecam Ver/Loc 1° a 6°	H3										
	Tn										
Verdura	H3										
	Tn										
Aceite y Mat. Gra	H3										
	Tn										
Acido	H3										
	Tn										
Cemento	H3										
	Tn										
.....	H3										
	Tn										

MOVIMIENTO DE PASAJEROS POR MODO NAVAL

FECHA	LUGAR	GRUPO	DESIGNACION	EMB.	DES.	TOTAL	
						PAR	FINAL
		Dotación					
		Mantenimiento					
		Científicos					

MOVIMIENTO DE PASAJEROS MODO AEREO

FECHA	LUGAR		BASE	GRUPO	DESIGNACION	PAX	TOTAL
	Desde	Hasta					
				Científico	Aves Oceanografía Ictiología		
				Mantenimiento			
				Dotación			

VUELOS DE APOYO

AVION	DESDE HASTA	HORA-DIA-MES	PAX	CARGA		OBSERVACIONES
				M3	TM	

A1.6 Comentarios finales

- Es fundamentalmente una acción de traslado de personas y materiales.
- No existe el más o menos.
- Ser autosuficiente.
- Dispuesto a dar apoyo a propios y terceros.
- Se altera

QUE	POR	CUANDO / DONDE
QUIEN		QUE / QUIEN
CUANDO		
COMO		
DONDE		COMO / CON QUE
CON QUIEN		

Apéndice 2

REQUERIMIENTOS PARA HABILITACION DE UN OFICIAL DE MANIOBRA EN HIELO

Ernesto R. Reali

TEMARIO

A2.1 Clasificación del oficial de maniobra en hielo

A2.2 Pautas a cumplir por los capitanes navegando campos de hielo pesado

A2.3 Lo que debe evitarse en campo de hielo

A2.1 Clasificación del oficial de maniobra en hielo

Antes que un Oficial de Guardia en el Puente esté habilitado como Oficial de Maniobra en hielo, deberá demostrar capacidad en las siguientes áreas de apreciación. Se sugiere que este listado se cambie por una lista de verificación y se coloque en el cuaderno de consignas del Comandante.

1. Conocer la diferencia entre las clases de hielo, el joven, del primer año y el viejo o de varios años.
2. Reconocer el hielo bajo presión / amonticulado / pastoso.
3. Cómo evaluar el cubrimiento en décimos y/o octavos.
4. Reconocer las líneas de presión y/o fricción entre campos.
5. Dominar la nomenclatura técnica glaciológica.
6. Ubicar los cielos de agua y los de hielo dentro y fuera de un campo.
7. Visualizar la deriva de los campos y de los témpanos.
8. Aprovechar al máximo la flexibilidad de la planta propulsora de acuerdo al campo de hielo existente.
9. Maniobrar desde el puente elevado, penetrar un campo de hielo, tomando todos los obstáculos sobre la roda.
10. Maniobrar de noche desde el puente elevado, usando los proyectores de luz, los spots de proa a la luz natural cuando sea apropiado.
11. Conocer los procedimientos de exploración aérea cercana y lejana.
12. Diferenciar entre témpanos varados y otros derivando.

A2.2 Pautas a cumplir por los capitanes navegando campos de hielo pesado

- Usar las fuerzas de la naturaleza a su favor (viento - corrientes - mareas, etc.).
- Seguir el camino más débil del campo sin perder el rumbo base.
- Controlar la velocidad del buque en el campo (3/7 ns).
- Cuidar el Rabeo de la popa para proteger las hélices durante las caídas.
- Atacar un cordón de presión en forma perpendicular.
- Lograr una o al menos 1/2 eslora para atacar con éxito.
- Hacer cola de pescado / variación de asiento / variación de eslora al quedarse pegado.
- Mantener agua libre a popa y buque despegado al atascarse.
- Aprovechar las lagunas de agua para: virar el buque, hacer lanzamientos de instrumental oceanográfico.
- Anticiparme con timón y máquinas a los rebotes que provocan los bandejones y cordones de presión, etc.
- Usar todos los proyectores de luz orientables y fijos, que permitan navegar de noche (sin nieve / niebla).
- Usar observadores de hielo adiestrados (SS.OO) en el puente (+8 Mn horizonte), desde el nido de cuervo (+12 Mn) y desde aeronaves.
- Golpear con la proa una barrera antes de usarla como muelle.
- Ordenar claramente la condición de máquinas para cada situación.

- Armar y adiestrar equipos operativos que permitan operar H-24 (Máquinas - meteorología - maniobra de puente).
- Asegurar el posicionamiento y posibilidad de rescate de las aeronaves (Top GPS - control radar - TACAM - hielo a la orden , etc.).
- Efectuar un vuelo glaciológico, para definir las próximas 15/30 Mn de la derrota.
- Mantener el control operativo de las aeronaves, evitando que el ímpetu de los jóvenes pilotos aumenten los riesgos de la operación.

A2.3 Lo que debe evitarse en campo de hielo

1. Golpear el casco innecesariamente.
2. Romper dando atrás (cuchillo de hielo).
3. Tomar arrancada atrás con timón a una banda.
4. Invertir el sentido de giro de las hélices con arrancada.
5. Bajar potencia a un eje cuya hélice comienza a picar hielo.
6. Usar los Bow - Thruster para virar en hielo pesado.
7. Alejarse del calado óptimo para romper, lastrando lo necesario (grandes consumos / desembarco cargas).
8. Olvidar las condiciones de clausura.
9. Olvidar la estabilidad transversal y longitudinal (consumos / bodegas / cargas de hielo).
10. Consumir combustible del buque y de aeronaves innecesariamente.
11. Consumir horas de Servicios de Equipos (motores / turbinas / servos / radares / etc.).

12. Efectuar piernas largas y rectas que ayuden a que se cierre el campo a popa de nuestra estela.
13. Seguir avanzando si disminuye la visibilidad (niebla - nevada - noche).
14. Atascarse entre témpanos, o témpanos y bajo fondos, o témpanos y la costa.
15. Embicar cerca de trenes de témpanos.
16. Fondear entre campos o témpanos varados y la costa.
17. Confiar en la cartografía y publicaciones náuticas (usar la sumatoria de información existente y seguir dudando).
18. Planificar con pequeños márgenes (operar contra reloj).
19. Arriesgar sin ser estrictamente necesario (podría ser temerario).
20. Perder el criterio náutico y el ojo mariner.

Apéndice 3

EXTRACCION DE HIDROCARBUROS

Ignacio A. Arangio

TEMARIO

A3.1 Situación

A3.2 El operativo

A3.3 Recomendaciones

A3.4 Conclusiones

A3.1 Situación

El día 28 de Enero de 1989 se produjo en cercanías de PUERTO ARTURO, isla de ANVERS, latitud 64° 46' 44" S y longitud 64° 04' 52" W, la varadura de Transporte Polar A.R.A. "BAHIA PARAISO" (TPBP) y el día 31 se produce el hundimiento, derramándose aproximadamente 600 metros cúbicos de hidrocarburos livianos.

En esa oportunidad son removidos la totalidad de los tambores de gas-oil y tubos de gas de la cubierta y la mayor cantidad de latas de pintura y otros contaminantes. Recogiéndose parte del combustible derramado y extrayéndose de los tanques, la mayor cantidad posible de hidrocarburos, con los medios disponibles.

La "Evaluación Inicial del Impacto Ambiental", confeccionada por el INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO (IAA) y el MINISTERIO DE TRANSPORTE, OBRAS PUBLICAS Y CONTROL DE AGUAS del REINO DE LOS PAISES BAJOS, sobre el impacto ambiental que podría producir el Ex-TPBP en el ecosistema antártico, indicó la necesidad de retirar los hidrocarburos remanentes en el casco.

En 1992 se firma entre los gobiernos de la REPUBLICA ARGENTINA y del REINO DE LOS PAISES BAJOS, el Memorando de Entendimiento y el Agregado, con el cual quedan definidas las tareas y responsabilidades de ambas partes, para el Operativo de Extracción de Hidrocarburos.

Entre el 19 de noviembre de 1992 y el 9 de enero de 1993, la Armada Argentina y la Noordhoek Diving Company realizan el Operativo extrayendo, mediante el uso del método HOT-TAP, 152.000 litros de gas-oil y aceites, que eran la totalidad del remanente.

A3.2 El Operativo

Se inician las operaciones propiamente dichas con las siguientes acciones:

- Colocación y empleo de un sistema HOT-TAP para extraer los hidrocarburos confinados. Este consiste en colocar una brida al casco, a la cual se le adosa una válvula y una herramienta especial para cortar una rodaja de acero, que per-

fora el casco. Cerrada la válvula y retirada la herramienta, permite colocar una bomba de aspiración y transferir el combustible y/o aceites emulsionados a la embarcación menor y con esta llevarlo hasta un transporte, donde previo paso por un separador los hidrocarburos van a tanques y el agua que contenga menos de 15 partes por millón, se tira al mar.

- Preparación de dos embarcaciones de fondo plano para tiro y dos botes con motor fuera de borda.
- Armado de dos embarcaciones menores cada una constituida por dos contenedores de 40 pies que se adosaban entre sí (para conformar el casco) y un contenedor de 20 pies con forma de proa. Sobre este casco en crujía se coloca un contenedor de 20 pies que será cabina de comando y cuarto de válvulas/ bombas/cuarto de control de buceo. Finalmente a popa se coloca un motor tipo "SCHOTEL" de 245 KW.
- Alistamiento del material de buceo (trajes, mangueras, cámara de descompresión, etc.).

Otras tareas fueron realizadas para dar la máxima seguridad y evitar cualquier contaminación, ya aconteciese por fallas del material o error humano. Estas consistieron en :

- Colocación de 500 metros de barrera de contención, alrededor del casco hundido, formando un círculo de forma tal, que ante un drenaje de hidrocarburos los mismos quedasen confinados.
- Alistamiento de una bomba de aspiración de superficie, con una capacidad de absorción de 60 Toneladas / hora de crudo, teniendo en cuenta que los residuos que había en el interior del buque eran Gas-Oil y Aceite SAE 30.
- Colocación de otras barreras menores:
 - En proximidades del casco hundido, dentro de la barrera antes citada pero sólo alrededor de las embarcaciones.
 - Al costado del buque para que en caso de un derrame, durante el trasvase, quedara confinado.

Se trató de no usar puntos fijos en las islas, pero se comprobó que era imposible trabajar sin ellos.

A3.3 Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones hacen referencia a los aspectos que, de ser respetados, favorecerán el desarrollo de tareas similares.

1. Es de vital importancia emplear un buque de transporte de personal y carga como base de apoyo logístico, con bodegas y cubierta para estibar contenedores, tanques para almacenar los hidrocarburos recuperados y grúas para la carga y descarga de las embarcaciones semi-armadas.

2. Conscientes que toda tarea marinera o de buceo en la Antártida es penosa, el factor seguridad es un rasgo importante en la selección del momento, para preservar la seguridad personal y la del ecosistema.

El mes de diciembre elegido, trajo aparejadas adecuadas condiciones, climatológicas y glaciológicas, así como de visibilidad bajo el agua, al no haber florecimiento de algas.

Podemos decir que en nuestro caso no se produjeron accidentes.

3. Tomar medidas especiales para evitar que aún en caso de un drenaje de proporciones durante los trabajos el mismo no afecte el ecosistema.

En esta Operación las mismas consistieron en la colocación alrededor del casco hundido, de 500 m de barrera de contención.

Manteniendo 100 m de barrera en reserva para protección de lugares a preservar sin contaminación.

Debido a esto aún cuando no se produjeron derrames o drenajes de importancia, los que se drenaron pudieron ser contenidos.

4. El sistema HOT-TAP utilizado posee muy buenas cualidades y es muy apropiado para este tipo de tareas.

Esto quedó demostrado pues sobre 152.000 litros recuperados sólo 35 litros se drenaron a superficie, dando una eficiencia del 99,97 %.

Se realizaron todas las maniobras necesarias hasta la verificación de que no quedaban más hidrocarburos dentro de los tanques.

5. Es necesario el empleo de embarcaciones de fondo plano y motores de alta potencia para el

traslado, tendido y remolque de la barreras.

6. Para el transporte hasta el buque de los hidrocarburos recuperados del casco hundido, se usaron embarcaciones constituidas por contenedores adaptados, fáciles de armar y desarmar, apropiadas por sus condiciones marineras, velocidad, maniobra y capacidad de carga.

7. La forma de fondeo para las embarcaciones consistió en tramos de cadena tomados entre sí.

8. Los trajes de buceo secos son muy útiles en aguas de baja temperatura, como la Antártica, y los cascos de buceo flexibles utilizados por la empresa dan mejor resultado que los rígidos, pues estos últimos son incómodos a los buzos en las tareas a poca profundidad.

9. Disponerse de una cámara colectiva de recompresión para los casos de accidente de buceo. En este caso no fue necesario utilizarla.

10. La cabuyería resulta más apta cuando la misma es de colores vivos y con flotabilidad positiva.

11. Usar ropa con colores fluorescentes.

12. El equipamiento debe incluir un separador de combustible, por cuanto el embarque de la totalidad de lo extraído haría que fuese necesario el uso de super buques para su almacenamiento y transporte. Con el uso del separador se almacena sólo el agua con más de 15 partes por millón.

Esta tarea debe ser permanentemente monitoreada.

13. Toda la actividad que se desarrolle debe considerar las especiales exigencias del Tratado Antártico. En nuestro caso se evitó producir ruidos fuertes, como vuelos de helicópteros, etc., de forma tal de no molestar a la fauna cumpliendo asimismo con lo solicitado de no desembarcar en islas o en la estación PALMER sin previo acuerdo entre los científicos presentes. Podemos decir que no se ocasionó polución o perturbación de la fauna y flora de la zona.

A3.4 Conclusiones

a) Mientras las cantidades de gas-oil recuperado fueron inferiores a las esperadas según cálculos teóricos, pudiendo ser un motivo, la existencia de fisuras antes no detectadas, las de aceite fueron aproximadamente las estimadas.

b) La extracción de la totalidad de los hidrocarburos remanentes en el casco hundido del BAHIA PARAISO, fue posible, gracias a que la operación encarada en forma conjunta por los Gobiernos del REINO DE LOS PAISES BAJOS y el de la REPUBLICA ARGENTINA, y las tareas de la Empresa NOORDHOEK DIVING, y la ARMADA ARGENTINA, se desarrolló en un marco de estrecha colaboración y camaradería, resultando un excelente grupo de trabajo.

PREMIO INTERNACIONAL CLEAN SEAS

Los trabajos aquí descriptos para la extracción de los hidrocarburos remanentes en el casco hundido, recibieron el reconocimiento a nivel internacional con el premio "CLEAN SEAS 93", instituido por el Gobierno de MALTA y entregado en la Conferencia del Mediterráneo Central, Valleta, MALTA.

**Los restos del Ex-Transporte Polar
A.R.A. "BAHIA PARAISO", pueden ser
considerados limpios.**

Anexo A

ESTADISTICAS DE LA EXTRACCION DE HIDROCARBUROS

Total de hidrocarburos recuperados.....	152.000 litros
Total de litros de gas-oil recuperados.....	75.000 litros
Total de litros de aceite recuperados.....	50.000 litros
Total de litros de mezcla recuperados.....	27.000 litros
Número de HOT-TAP realizados.....	22
Número de cortes de casco realizados.....	4
Número total de buceos efectuados.....	169
Total de horas buceadas.....	155.10 ó 9.306 minutos
Por cada hora de buceo se recuperaron.....	981 litros

	Número	Duración	Profundidad	Día	DD/MM
Buceo más largo	136	150	6	Miércoles	30/12
Buceo más corto	050	1	16	Miércoles	16/12
Buceo más profundo	001	33	21	Miércoles	09/12
	002	23	21	Miércoles	09/12
Buceo menos profundo	054	71	3	Jueves	17/12
	078	103	3	Lunes	21/12
	080	18	3	Lunes	21/12

Buceos de más de dos horas.....	9
Buceos de más de una hora.....	44
Buceos de igual duración que más se repitieron.....	6 de 49 minutos 6 de 48 minutos
Buceos de igual profundidad que más se repitieron.....	20 a 14 metros
La profundidad promedio fue de.....	10.79 metros
El promedio de litros recuperados por buceo.....	899
Eficiencia del sistema HOT-TAP.....	99.97 (relación de litros recuperados divididos por litros derramados)

Apéndice 4

INMERSION EN AGUAS FRIAS

Ignacio A. Arangio
Emilio Gutierrez

TEMARIO

- A4.1 Introducción**
 - A4.2 Generalidades**
 - A4.3 Antecedentes históricos**
 - A4.4 Producción y regulación del calor**
 - A4.5 Pérdidas de calor durante la inmersión**
 - A4.5.1 Conducción
 - A4.5.2 Convección
 - A4.5.3 Evaporación
 - A4.5.4 Radiación
 - A4.6 Personas predispuestas a la hipotermia**
 - A4.7 Límite de supervivencia**
 - A4.8 Fases de la hipotermia**
 - A4.8.1 Temprana
 - A4.8.2 Adinámica o moderada
 - A4.8.3 Parálítica o severa
 - A4.9 Adaptaciones al buceo en aguas de bajas temperaturas**
 - A4.10 Materiales**
 - A4.11 Trajes isotérmicos**
 - A4.11.1 Trajes húmedos
 - A4.11.2 Trajes secos
 - A4.12 Protección térmica aconsejada según la temperatura del agua**
 - A4.13 Equipos de buceo calefaccionados**
 - A4.13.1 Eléctricamente
 - A4.13.2 Mediante agua caliente
 - A4.14 Buceo polar y bajo hielo**
 - A4.14.1 Principales problemas
 - A4.14.1.1 Fisiológicos
 - A4.14.1.2 Del equipamiento
 - A4.14.2 Consideraciones
 - A4.14.2.1 Pre-campaña
 - A4.14.2.2 En el lugar
 - A4.14.3 Recuperación de un buzo extraviado
 - A4.14.4 Acciones post-buceo
 - A4.15 Equipamiento para campañas en áreas polares**
 - A4.15.1 Trajes isotérmicos
 - A4.15.2 Reguladores
 - A4.15.3 Botellones
 - A4.16 Tratamiento de la hipotermia**
 - A4.16.1 Recalentamiento pasivo
 - A4.16.2 Recalentamiento activo
 - a) De superficie
 - b) De núcleo
-

“A medida que se adentraban en la noche solitaria, lejos de los restos y los nadadores, uno de los marineros que estaba echado en la quilla preguntó indeciso: ¿no cree que deberíamos rezar?. Todo el mundo asintió. Había católicos, presbiterianos, episcopales y metodistas, de modo que lo solucionaron con el Padre Nuestro rezándolo a coro como el hombre lo había sugerido.

No era este el único rumor que surcaba las aguas, en todo ese tiempo mientras los botes A y B se iban llenando y alejando difícilmente, cientos de nadadores pedían auxilio. Las voces individuales se perdían en un clamor firme e impresionante parecían las voces de miles de aficionados al fútbol en un partido de final de copa.”

Walter Lord, La Última Noche del Titanic.

De los 1498 pasajeros que ingresaron al agua después del naufragio del Titanic, munidos de sus chalecos salvavidas sólo unos pocos pudieron sobrevivir más de 40 minutos aquella fría noche del mes de abril de 1912, en aguas cuya temperatura estaba en el orden de los 2,2 grados centígrados. La causa de la mayoría de estas muertes tuvo un nombre: HIPOTERMIA.

A4.2 Generalidades

La gran amplitud oceánica (alrededor del 70 % del planeta), y la baja temperatura media de esta gran masa de agua, han convertido al problema de la permanencia humana en el mar, en un asunto vital para náufragos, nadadores y buceadores.

La hipotermia, es quizás el factor que más afecta la seguridad, el confort y la capacidad de trabajo en los buceos que se realizan en aguas frías.

Por hipotermia entendemos el estado de descenso de la temperatura corporal por debajo de sus niveles normales. La causa más común de la hipotermia en buceo está relacionada con la exposición del buceador en aguas de temperaturas extremas, tiempos prolongados, buceos a profundidad, inadecuada o ninguna protección térmica, entre otros factores.

El grado de hipotermia depende de características tanto ambientales como fisiológicas. Dentro

de las primeras podemos mencionar temperatura del agua, tiempo de exposición, materiales aislantes presentes, temperatura y tipo de gas respiratorio. Los fisiológicos incluyen: somatotipo, actividad durante el buceo, grado de adaptación al frío, uso de drogas o alcohol, además de los que luego analizaremos.

A4.3 Antecedentes históricos

Existen antecedentes de gran interés más recientes que la tragedia de los tripulantes del Titanic, que ilustran algunas de las problemáticas que enfrenta el ser humano expuesto a temperaturas extremas.

En la década del 50, un nadador entrenado en el cruce del Canal de la Mancha, intentó la travesía del Bósforo con temperaturas en sus aguas de 8° C. A las pocas horas de natación se vio sumido en un estado semicomatoso en el que permaneció sin conocimiento por alrededor de 3 horas.

En 1958 la vencedora de Race Ladies Chanel, luego de salir tambaleándose del agua indicó que durante la travesía había tenido extrañas ilusiones con animales amenazantes. En otra oportunidad un nadador que intentaba también el cruce del Canal de la Mancha, debió ser rescatado al observarse en él, falta de coordinación muscular. Una vez retirado del agua pidió algodón para limpiarse los ojos pues tenía dificultades en la visión. Posteriormente intentó comerse el algodón. Se comprobó en ese caso que su temperatura rectal era de 34° C.

En la trágica campaña de la estación submarina Sea Lab III, a fines de la década del 60, al menos una de las muertes de los buceadores que participaban de la experiencia y la incapacidad de reacción de los otros, fueron atribuidas a problemas de hipotermia, consecuencia del activo programa de investigaciones que llevaban a cabo en aguas profundas.

La exploración petrolera requiere el desarrollo de futuros equipos y medios de control de personal de buceo en ambientes hipotérmicos. Estos equipos no sólo deben brindar una adecuada protección sino también una gran libertad de movimiento y excelente capacidad de trabajo en aguas frías y profundas.

A4.4 Producción y regulación del calor

Con el cuerpo en reposo, el metabolismo, usando los mecanismos de regulación, proporciona el calor suficiente para mantener la temperatura interna dentro de límites normales. Si por algún motivo la temperatura externa desciende; el organismo humano reacciona aumentando su metabolismo, cuando los mecanismos de regulación de la temperatura son insuficientes, comenzamos a sentir frío o viceversa.

El proceso de control de alimentación en conocido como FEED BACK muy usado también en la ingeniería genética.

Los mecanismos humanos de la temperatura son varios. En primer lugar los miles de células nerviosas dérmicas reciben estímulos térmicos y por otra parte el mismo “controlador”, el hipotálamo que actúa como “sensor” de la temperatura de la sangre arterial que llega al cerebro. Operan en forma conjunta y es difícil establecer el grado de independencia.

A4.5 Pérdidas de calor durante la inmersión

Antes de adentrarnos en la problemática del balance térmico durante la inmersión y habiendo establecido la importancia que tiene mantener el calor corporal y evitar así la variación de la temperatura del medio interno, definiremos las cuatro principales formas de transmisión del calor.

A4.5.1. Conducción

Es la transmisión del calor por contacto con un sólido. La cantidad de calor intercambiada depende de la temperatura de ambos cuerpos y de la conductividad térmica del sólido o líquido en nuestro caso particular.

Durante la inmersión la conducción es el factor de mayor importancia debido a la alta conductividad térmica del agua.

El buceador en contacto con el agua y aún sin realizar ningún movimiento pierde mil veces más calor específico y lo hace 25 veces más rápido que en iguales condiciones en el aire.

A4.5.2 Convección

Es la transmisión del calor debido a la circulación del fluido del medio ambiente.

Este fenómeno es permanente durante el buceo debido a la natación a cuerpo desnudo, ingreso y circulación de agua dentro de los equipos secos o trajes isotérmicos húmedos holgados, entre otras causas.

También es notoria la pérdida de calor durante el proceso respiratorio a través de las corrientes aéreas o gaseosas que ingresan y salen de los pulmones (convección respiratoria).

Otra causa importante de pérdida es el calor extraído del cuerpo del buzo con la orina; este efecto es incrementado con los reflejos de diuresis propios de la vasoconstricción periférica.

A4.5.3 Evaporación

El cambio de estado de líquido a vapor insume energía térmica y esto ocurre durante los procesos de transpiración que refrescan la piel por evaporación.

De igual forma durante la respiración a nivel pulmonar que satura de vapor de agua la mezcla gaseosa respirada.

Durante la evaporación intervienen los gradientes de humedad y no los de temperatura.

La respiración de aire seco liberado de humedad durante el filtrado de los compresores aportados por los equipos EBAAC o SCUBA así como de otras mezclas respiratorias con bajo contenido de humedad, aumentan la pérdida de calor.

A4.5.4 Radiación

Es el intercambio directo de calor a distancia entre dos cuerpos y es independiente de la temperatura ambiente.

Durante el buceo es el factor de menor importancia y no será tenido en cuenta en futuras observaciones.

A4.6 Personas predisuestas a la hipotermia

Lo más alto de la tabla muestra una mayor predisposición a la hipotermia:

NIÑOS
ANCIANOS
PERSONAS BAJO REGIMENES HIPOCALORICOS
PERSONAS QUE HAN INGERIDO ALCOHOL
MATALOPATIAS: HIPOGLUCEMIA, HIPOTIROIDISMO E HIPOADRENALISMO
INTOXICACION MEDICAMENTOSA
ALTERACION DEL SNC
ALTERACIONES DERMICAS
DESNUTRICION
PERSONAS DELGADAS

A4.7 Límite de supervivencia

Temp. Ambiente (en agua)	Supervivencia estimada
0° C a 5° C	10 a 30 minutos
20° c	25 horas
27° c	4 a 5 días

A4.8 Fases de la hipotermia

Es difícil describir secuencias de cualquier evento clínico, debido principalmente, a que las reacciones de un individuo son la suma de procesos continuos y no de reacciones escalonadas. Sin embargo varios autores coinciden en la descripción de tres frases clínicas progresivas y su relación con el descenso de la temperatura corporal profunda.

Temp. corporal	Fase
37,0° a 34,0°C	Exitatoria o temprana
34,0° a 30,0°C	Adinámica o moderada
Menor a 27° C	Paralítica o severa

A4.8.1 Temprana

Llamada por algunos autores EXITATORIA, esta fase se caracteriza por un incremento de la actividad física, vaso constricción periférica, es-

calofríos y diuresis frecuente. Este estadio se halla relacionado con temperaturas corporales profundas entre los 37.0°C y 34.0°C.

A4.8.2 Adinámica o moderada

La segunda fase se caracteriza por actitudes de perplejidad, comportamientos torpes, mala predisposición y reducción de la actividad voluntaria.

Esto generalmente es acompañado por un fuerte aumento de la diuresis (hasta cinco veces mayor al normal).

Ya bajo los 34.0° C existen alteraciones significativas de las frecuencias respiratorias y cardíaca.

A4.8.3. Paralítica o severa

Esta última fase de suma gravedad se halla relacionada con pérdida de conocimiento, pupilas dilatadas, coma y fibrilación ventricular. De continuar estas condiciones sobreviene la muerte.

La fase paralítica o severa se establece con temperaturas corporales inferiores a los 30.0° C.

A4.9 Adaptaciones al buceo en aguas de bajas temperaturas

Los estudios realizados por Ki Hong y Rahn sobre las mujeres buceadoras de Japón y Corea son un clásico de la fisiología. Esto muestra una adaptación de determinados individuos a la exposición estacional de aguas de baja temperatura.

Desde hace más de 1500 años la recolección de mariscos y algas del litoral de Corea y sur de Japón es realizada por mujeres que bucean durante todo el año con temperaturas comprendidas entre los 27°C en verano y los 10°C en invierno, realizan inmersiones en la apnea hasta profundidades de 35 metros sólo protegidas por prendas de punto, casi siempre de tres capas como mínimo.

Las AMA, tal el nombre que reciben estas buceadoras, alcanzaban una población de 30.000 en la década del '60.

Básicamente existen dos sistemas de buceo las "cachidos" que son buceadoras solitarias y las "funado" que cuentan con una embarcación de apoyo de superficie.

Durante el invierno estas mujeres efectúan un

tiempo diario de 16 minutos de inmersión . Este tiempo en verano llega a los 70 minutos en dos tandas diarias. A pesar de la diferencia de tiempo, en ambos períodos la temperatura rectal es de 35° C.

La recuperación de calor entre ambas tandas de buceo consiste en la alimentación y recalentamiento activo junto al fuego encendido en las costas o aún sobre sus embarcaciones en el caso de las “funado”.

Lo más significativo es que estas buceadoras mostraron un aumento del 25 % de su metabolismo basal durante los meses de invierno, comparado con el común de las mujeres de la misma comunidad que no bucean y que poseen la misma dieta. Esta adaptación les serviría para sobrellevar la importante pérdida de calor que implica el buceo en los meses de invierno.

Estas mujeres demostraron también una buena aislación térmica por grasa subcutáneas y determinada habilidad adquirida para la reducción del temblor y restitución de la circulación periférica. Se piensan que estas adaptaciones son de origen tiroideo, aunque muy leves, hablan de una capacidad del ser humano de reacción lenta a climas extremos.

En buceadores noruegos con equipo autónomo se observó una temperatura corporal de 34° C al finalizar trabajos durante 60 minutos en aguas de 2° C de temperatura. Luego de 45 días de realizar esta tarea se observó una disminución del consumo del oxígeno y un aumento de la temperatura con relación a las primeras jornadas. Esto también habla de un proceso adaptativo de tipo estacional.

Otro tipo de adaptaciones al frío han sido descritas en la observación de nadadores de larga distancia, como los que cruzan el Canal de la Mancha, que son sujetos con buena cantidad de grasa subcutánea. También se ha visto, que estos individuos son de miembros cortos y por ello de menor superficie corporal.

A4.10 Materiales

Hasta 1953 los buceadores se sumergían con trajes de tela impermeabilizadas o de látex fino, equipos que carecían de por sí de un efectivo aislante debido a la alta conductividad térmica de estos materiales, los cuales sólo daban una cierta

estanqueidad.

La aislación térmica la ofrecía generalmente ropa interior de lana; estos trajes eran denominados “secos”, pues la impermeabilización de la tela, los collares de goma y los puños impedían que penetrara el agua.

Hoy día estos materiales todavía se utilizan en algunos equipos de inmersión aunque en muchos casos los trajes secos actuales han adoptado otros materiales.

En 1953 se propuso el uso de trajes de neopreno espumoso (un caucho de producción sintética) y de libre circulación de agua sin ningún tipo de cierre hermético en cuello y puños. Este material resultó apto para un amplio espectro de actividades, extendiéndose su uso a todas las formas de buceo, supervivencia marítima, y hasta la industria astronómica.

A4.11 Trajes isotérmicos

Los trajes isotérmicos se confeccionan de neopreno, que es un esponjado de caucho, con lo que se consigue que sean dúctiles y flexibles. Además se amoldan perfectamente al cuerpo y proveen una excelente aislación térmica, ya que los millo- nes de pequeñas burbujas de aire que contiene son un mal conductor de calor.

Lo que se busca es crear con el traje isotérmico un “efecto-cebolla”, o sea, tener varias capas de materiales aislantes o que mantengan el calor. Normalmente los trajes tienen una tela elastizada de nylon interior para facilitar su colocación y evitar el barotrauma de piel; algunos modelos tienen esta tela elastizada de ambos lados.

La textura exterior del traje puede ser lisa o corrugada.

Los espesores de neopreno que podemos hallar en los trajes que comúnmente se comercializan son: 30, 47, 65, 95 mm equivalentes a 1/8, 3/16, 1/4 y 3/8 de pulgada respectivamente. Normalmente estos últimos son lisos y los dos primeros tipos corrugados, mientras que los que poseen nylon en ambos lados se encuentran en las dos últimas medidas.

Los trajes pueden ser enterizos, o sea todo en una sola pieza, o en diferentes piezas.

A4.11.1 Trajes húmedos

Es el más antiguo, tradicional y difundido en los trajes; se confecciona en todos los espesores antes mencionados.

Se llama traje húmedo porque se forma una delgada capa de agua entre la piel del buzo y la tela elastizada de nylon, la que permanece inmóvil, sin renovarse, por lo que toma una temperatura próxima a la de la piel humana (aproximadamente a 34° C) haciendo cómoda la permanencia del buzo en el agua. Con esta temperatura y la aislación que proveen las burbujas de aire del neopreno se pone una eficaz barrera a la pérdida de calor y permite así una prolongada permanencia del buzo en el agua.

Generalmente estos trajes se confeccionan en diferentes piezas.

A4.11.2 Trajes secos

Son de desarrollo más reciente y, como se deduce de su nombre no penetra agua dentro del traje, reemplazándose ésta por aire que el buzo inyecta dentro.

El aire cumple una doble función: por un lado toma la temperatura del cuerpo (+ - 34° C) y por otro disminuye la pérdida de calor por conducción puesto que es un muy mal conductor de la temperatura.

Por lo general los trajes secos son de tipo enterizo y se pueden poner a través de un cierre que posee en la espalda a la altura de los omóplatos. Después se colocan el casco, las botas y los guantes o, en algunos, sólo estos últimos.

Estos trajes poseen una serie de válvulas: una para su inflado con aire proveniente del botellón o de la boca del buzo, que también sirve para desinflarlo bajo el agua, ajustándose entonces el traje como elemento de control de la flotabilidad; otra, de seguridad, que abre automáticamente a cierta presión interior evitando así un ascenso descontrolado del buzo.

Normalmente se los confecciona en 65mm de espesor y son utilizados en aguas extremadamente frías o para bucear bajo el hielo.

A4.12 Protección térmica aconsejada según la temperatura del agua

Temperatura (°C)	Protección térmica aconsejada
21,0 a 18,0	Traje húmedo de 2 a 3 mm tipo bermudas.
18,0 a 14,0	Vestimenta completa 4 a 5 mm, con capucha, guantes y botas.
14,0 a 10,0	Vestimenta similar a la anterior con chaleco debajo o seco sin vestimenta debajo.
10,0 a 0,0	Seco con vestimenta debajo. Traje seco con casco. Equipos calefaccionados.

A4.13 Equipos de buceo calefaccionados

Este es otro tipo de equipos para buceos en aguas frías. En ellos la provisión de energía es exterior y brinda al buzo un ahorro de calorías, siendo esto especialmente importante cuando existen condiciones extremas de temperatura o de tiempos de exposición.

Existen dos clases principales de trajes calefaccionados pudiendo ser estos:

A4.13.1 Eléctricamente

La calefacción llega a través de una resistencia de alambre dentro de material celular abierto y proviene de baterías de plata y zinc, que el buzo lleva en la cintura y se usa además como lastre. Tienen una potencia máxima de 350 Watts y un voltaje de hasta 24 Volts.

Sus resultados técnicos no fueron satisfactorios, por la poca duración de las baterías y las heridas que producían los cables al cortarse.

A4.13.2 Mediante agua caliente

En este tipo de trajes el calor es suministrado desde superficie por un flujo constante de agua caliente. El traje tiene pequeños tubos perforados que recorren su interior, especialmente en espalda, brazos, piernas y se prolongan hasta las manos y pies.

Son de suma utilidad para buceos de gran profundidad, usando mezclas ricas en helio.

A4.14 Buceo polar y bajo hielo

El buceo en aguas de latitudes extremas y en especial en el buceo bajo hielo es una actividad sumamente riesgosa. Esto es debido a que se reúnen dos factores de suma gravedad, en primer lugar el peligro de hipotermia y en segundo lugar el buceo en espacios confinados, bajo una capa de hielo que impide un pronto ascenso a la superficie ante una posible emergencia.

Esto exige del jefe del buceo la evaluación previa, prácticas y amplio conocimiento de personas, equipos y lugares.

Entre los principales factores a tener en cuenta figuran: duración y profundidad del buceo; edad y estado físico de los buceadores y condiciones del medio ambiente.

De igual forma deben proveerse resguardo en superficie para proteger al personal del viento, frío, nieve, o salpicaduras.

Este resguardo debe ser efectivo antes, durante y después de la intervención de los buceadores.

A4.14.1 Principales problemas:

Los problemas más comunes en operaciones de buceo polar o bajo hielo pueden reunirse en dos grandes grupos:

A4.14.1.1 Fisiológicos

Estos se hallan estrechamente ligados con la pérdida de temperatura corporal, problema el cual ya hemos tratado ampliamente en los capítulos anteriores.

A4.14.1.2 Del equipamiento:

Consiste en la selección y adaptación de los distintos equipos para su funcionamiento en aguas de muy baja temperatura. Este grupo también incluye así mismo su transporte y mantenimiento.

Tanto los problemas fisiológicos como los de equipamiento deben ser neutralizados con una perfecta organización y conocimiento de las particulares condiciones del buceo polar.

A4.14.2 Consideraciones.

A4.14.2.1 Pre-campaña

Los aspectos a tener en cuenta en la organización de campañas de buceo deben en primer lugar considerar las capacidades físicas y psicológicas del personal interviniente.

Esto se logra a través de exámenes médicos de rutina y del conocimiento del personal y su capacidad para funcionar en equipo, aún en condiciones difíciles.

Se debe priorizar el conocimiento de las técnicas destinadas a mantener la seguridad de la operación y la práctica de ellas por parte de todos los miembros del grupo.

En especial la forma de enfrentar los problemas médicos que puedan presentarse y su posible solución.

Los preparativos deben prever que las operaciones suelen ser de difícil realización debido entre otras causas a lo alejado e inaccesible de las zonas donde este tipo de actividad se practica. Esto implica el transporte de mucho equipo y las medidas para su posible reparación.

El entrenamiento pre-campaña debe incluir conocimiento del equipamiento, métodos de prueba y reparación del mismo.

Al igual que en cualquier buceo se debe planificar y comprobar las posibles rutas de evacuación ante accidente así como facilidades médicas e hiperbáricas.

El grupo debe contar con personal médico convenientemente equipado, ropa de abrigo y oxígeno.

Las prácticas deben incluir búsqueda, códigos de señales de cabo y reanimación cardiopulmonar por parte de todos los integrantes.

A4.14.2.2 En el lugar:

Una vez en el área del buceo es el frío el factor siempre presente tanto en buceadores como en el personal de apoyo en superficie. Especialmente estos últimos, deben poseer la preparación para reconocer signos tempranos de hipotermia, en los buzos y en ellos mismos.

Los ayudantes de superficie se hallan particularmente expuestos a la hipotermia en especial por la acción del viento. Esto hace imprescindible contar con una tienda sobre la superfi-

cie del hielo desde donde puedan ingresar los buceadores y en las cuales permanezca el personal de apoyo.

La calefacción de la tienda de apoyo es recomendable pero es necesario tener especial cuidado con la intoxicaciones por monóxido de carbono debido a las combustiones.

Es responsabilidad del grupo de apoyo la elección del lugar y comprobar que el hielo soporte material y vehículos.

La realización del agujero puede ser efectuado en forma manual o con motosierra. Este debe ser triangular (pues requiere menos cortes) y sus dimensiones deben permitir cuando menos la operación de dos buceadores, su ingreso y egreso del agujero en forma simultánea. De esta forma puede realizarse cómodamente la evacuación de un eventual accidente.

Por ningún motivo debe haber más de dos buzos en el agua si se cuenta con una sola salida.

El equipo mínimo debe contar con cinco personas compuestas por dos buzos, dos buzos asistentes y un ayudante de superficie.

Los buceadores intervinientes deben llevar arnés de seguridad sobre el cual se halle asegurado un cabo de vida no mayor a treinta metros de longitud y de media pulgada de grosor.

El cabo de vida es administrado por el ayudante en superficie por medio de un carretel. El otro extremo del cabo debe ser firmemente fijado al hielo mediante un clavo.

Dos buceadores pueden utilizar un solo cabo de vida, debido a que entre ellos se hallan unidos por una línea de aproximadamente cuatro metros. Sin embargo son muchos los buzos que prefieren la utilización de cabos de vida independientes.

Los buzos asistentes (encargados de la seguridad) también deben llevar arnés y cabo de vida. A diferencia de los buzos de intervención el cabo de vida de los asistentes es un 50 % más largo es decir de cuarenta y cinco metros aproximadamente y de flotabilidad positiva.

Es importante mantener despejada la salida en el hielo. Se han relatado muchos casos en los cuales existió una peligrosa interacción entre buceadores y mamíferos marinos. Esto trajo aparejado una competencia por los agujeros de salida del hielo, en el cual los buceadores han

experimentado situaciones de gran peligro. Por esta causa no se aconseja el uso de relojes con alarmas sonoras y cualquier elemento que pueda llamar la atención a estos animales.

A4.14.3 Recuperación de un buzo extraviado

Recordemos que la situación más peligrosa que puede ocurrir en un buceo bajo hielo es la pérdida de un buceador.

Ante la pérdida de un buzo, el mismo debe conservar la calma y por ningún motivo debe intentar buscar la salida a menos que ésta sea claramente visible.

Lo más recomendable ante la pérdida de la salida es ascender hasta la capa de hielo permaneciendo próxima a ella. Hay que tener especial cuidado que nuestro regulador se halle totalmente sumergido en el agua y no en contacto con el hielo, de esta forma evitaremos un posible congelamiento de nuestra válvula.

El buzo asistente ante la emergencia ingresa al agua con su compañero y se alejan hasta el máximo de su cabo de vida. Al llegar a esta situación comienzan a nadar en forma circular y el ayudante desde la superficie irá reduciendo gradualmente el largo del cabo hasta que se produzca el encuentro entre los buzos asistentes (o su cabo de vida flotante) con el buzo extraviado.

A4.14.4 Acciones post-buceo

Comúnmente la estrategia post-buceo implica el cubrir al emerger a los buzos con ropa de abrigo seca. Esta maniobra es especialmente aconsejable siempre que no se hallen registrando ingresos de agua dentro del traje isotérmico.

Es también recomendable la ingestión de bebidas calientes como caldos, chocolate, etc.

A4.15 Equipamientos para campaña en áreas polares

A4.15.1 Trajes isotérmicos

La experiencia ha demostrado que los trajes de tipo seco son los más aptos, pese a que existe un gran número de antecedentes de bajo tiempo de permanencia con trajes húmedos.

Los guantes y mitones de neopreno de tipo húmedos son los más usados. Sin embargo, la utilización de guantes secos con prendas de abrigo debajo, pese a restar inicialmente habilidad manual, son los que mayor confort brindan.

Las botas generalmente integradas al equipo seco, brindan mayor confort y aislamiento si bajo ellas se utiliza calzado de neopreno de tipo húmedo.

En los últimos años la utilización de cascos de buceo livianos alimentados desde la superficie se ha popularizado. El gran auge de estos equipos se debe a la posibilidad de comunicación oral y a la aislación extra que los mismos proveen.

En el caso de tener capucha de neopreno o goma, las máscaras faciales (aquellas que cubren la totalidad del rostro) tienen amplia difusión.

Los trajes secos exigen experiencia de los buceadores para evitar el soplado o sobrepeso teniendo en cuenta que uno de estos equipos puede requerir hasta 20 kilogramos de lastre.

A4.15.2 Reguladores

Se debe tener en cuenta la capacidad de los mismos para poder usar en aguas de muy bajas temperaturas sin congelarse. El aire comprimido debe tener extrema seguridad, por ello se refuerzan los filtros del compresor y se controla el interior de los botellones.

Es conveniente no respirar en superficie pues es posible el ingreso de humedad al regulador y posterior congelamiento.

A4.15.3 Botellones

Los de aluminio son los más aconsejables dado que han demostrado superioridad sobre los de acero en climas extremos.

Es recomendable el uso de bi-botellones dado la necesidad de aire extra para la compensación del traje isotérmico. Los robinetes deben poseer reserva del tipo "J", posibilitar la colocación de manómetro sumergible y dos (2) reguladores colocados en posición independiente. Esto brinda mayor seguridad ante el congelamiento de uno de ellos.

A4.16 Tratamiento de la hipotermia

Ante un caso de hipotermia los primeros auxilios aplicables en el lugar deben prever el recalentamiento del accidentado.

Este recalentamiento puede ser de dos formas:

A4.16.1 Recalentamiento pasivo

El recalentamiento pasivo, quizás el más aplicable en zonas remotas, consiste en mantener un ambiente cálido y abrigar con mantas y ropa seca al buzo.

Se aconseja en casos leves de hipotermia en los cuales exista un estado cardiovascular estable. Recordemos que el corazón bajo hipotermia es sumamente irritable debiendo evitarse maniobras como el masaje cardíaco externo ante la evidencia de actividades normales del mismo, dado que esta maniobra podría desencadenar en una fibrilación.

Ante la falta de actividad cardíaca la bibliografía aconseja el incrementar la temperatura corporal antes de realizar cualquier maniobra o administración de medicamentos.

A4.16.2 Recalentamiento activo

El recalentamiento activo puede ser de dos tipos:

- De superficie.
- De núcleo.

a) De superficie

El recalentamiento de superficie, consiste en baños con agua tibia, teniendo especial cuidado de dejar las extremidades fuera del agua. Esto se realiza con el fin de que las extremidades actúen como moderadores ante un brusco descenso de la presión arterial.

Las mantas eléctricas, son otra forma bastante difundida debido a lo fácil de su transporte.

El recalentamiento activo de superficie, está aconsejado en casos de insuficiencia cardiovascular, hipotensión persistente o disritmias severas.

b) De núcleo

No trataremos en esta obra las técnicas de recalentamiento de núcleo debido a que las mismas requieren ser realizadas por personal médico y una alta complejidad propia de un centro hospitalario.

Apéndice 5

ABANDONO EN AGUAS FRIAS

Julio Alfredo Dopazo

TEMARIO

A5.1 Introducción

A5.2 Escenario

A5.3 Abandono

A5.4 En las balsas

A5.5 El rescate

A5.6 Conclusiones

A5.1 Introducción

En el presente trabajo, no hablaremos de la faz teórica de la supervivencia de tripulaciones navales, tan solo trataremos de volcar experiencias recogidas por los setecientos setenta sobrevivientes del Ex-Crucero A.R.A “General Belgrano”, cuyo hundimiento se produjo el 2 de mayo de 1982, en aguas del Drake Norte.

Esta charla tiene por objeto, proveer información sobre temas particulares de la evacuación y supervivencia en regiones de aguas frías, en base a experiencias vividas y no teniendo otra pretensión que la de servirle al lector de una pequeña ayuda memoria.

A5.2 Escenario

El hundimiento del Crucero A.R.A General Belgrano se produjo en latitud 55° 24' S y longitud 61° 32' W, debiendo los sobrevivientes soportar las inclemencias extremas, de las normales condiciones meteorológicas del Drake

Norte en esa época del año.

En momentos de abandonar el buque, el viento que hasta pocos minutos alcanzaba una intensidad de 100 km/hora, había decaído a la mitad, pese a lo cual la marejada en superficie era muy intensa, debido a los 3000 metros de profundidad existentes en la zona, produciendo una peligrosa inestabilidad para las balsas, prácticamente vacías en un primer momento.

La temperatura ambiente y el efecto del viento creaban una sensación térmica inferior a los 10 grados centígrados bajo cero. La temperatura de agua de mar era inferior a los tres grados centígrados, condiciones éstas que producían que difícilmente cualquiera que cayese al agua pudiera sobrevivir más de 5 minutos.

A estas condiciones ambientales hubo que sumarle el estado físico y mental de cada uno de los tripulantes que pocos minutos antes habían soportado el shock que implica un ataque con torpedos, incendios a bordo, petróleo en el piso, la oscuridad de cubiertas inferiores, el humo y gases en las mismas, y la pérdida de muchos de sus compañeros.

Aun así, superando todos estos obstáculos, el 63% del personal llegó a las balsas sin ningún tipo de lesiones. El resto sufrió contusiones, heridas, excoriaciones y quemaduras, las que en el 1,5% de los casos fueron de carácter muy grave.

Si bien el hasta aquí presentado, es el escenario producido por una acción de combate, es necesario tener en cuenta que el mismo no diferirá demasiado del que puede llegar a presentarse, en cualquier abandono de un buque en estas aguas, ya que el mismo estará siempre precedido por algún siniestro.

A5.3 Abandono

Si bien el tiempo transcurrido entre el impacto de los torpedos y el hundimiento del buque fue de 50 minutos, no fue éste el utilizado para el abandono, ya que el tratar de combatir los siniestros y la evaluación de los daños en un buque con 1093 tripulantes, el que desde un primer momento quedó sin ningún tipo de comunicaciones por falta de energía y con una escora inicial de 20, demoró en 20 minutos la orden de abandono, llevando otros 20 minutos su cumplimiento.

A pesar de que existían a bordo mayor cantidad de balsas que las necesarias, por contar con 62 instaladas en sus calzos y otras 10 amarradas en distintos lugares de cubierta principal, fue imposible acceder a todas las estaciones de salvamento, no siendo un trabajo fácil el desplazamiento de las mismas, como así tampoco el arrojarlas al mar.

A pesar de todo, la dotación llegó a las estaciones de salvamento sobre cubierta principal, en las siguientes condiciones:

- 82% utilizó su propio salvavidas
- 18% llegó a las estaciones sin salvavidas

Con respecto a la vestimenta:

- 86% abandonó con vestimenta completa
- 14% lo hizo a medio vestir

Del total el 26% llevó sobreabrigo.

Si bien la teoría nos indica que debemos llegar

a la balsa sin caer al agua, esto no siempre es posible. En el caso que nos compete, el 72% accedió a las balsas sin caer al mar. De estos 550 hombres:

- 75% lo hizo sobre el techo de las balsas como está recomendado
- 25% directamente del buque a las balsas

Del 28% del personal que no llegó directamente a las balsas, lo hicieron de la siguiente forma:

- 12% nadó entre 5 y 50 metros
- 9% a través de otra embarcación
- 6% cayó al agua y debieron ser subidos a las balsas
- 1% fue abandono solitario

De lo hasta aquí expuesto se desprende que no siempre tendremos el tiempo necesario para organizar perfectamente un abandono, o no podremos alcanzar nuestro salvavidas, o no podremos arrojarnos correctamente ni llevar todo el abrigo que vamos a necesitar, o no podremos llegar a las balsas sin mojarnos.

A5.4 En las balsas

En las balsas el principal enemigo fue el frío, especialmente durante las primeras horas de permanencia. Todo agravado por el viento que filtraba por los cierres de las portas y el agua que salpicaba. Las ropas, total o parcialmente mojadas, hicieron más penosa la situación.

A partir de esta situación física, se experimentaron otras que a continuación se detallan, con porcentajes de opinión, no siendo excluyentes entre sí:

- frío.....80%
- vómitos.....68%
- alteración de la micción.....23%
- agotamiento.....20%
- dolor.....18%
- mareos.....12%
- sed/hambre.....6%
- diarrea.....0,5%

El 16% de los sobrevivientes fue muy afectado

por el frío, dándose casos de pie de inmersión, agravados por la presencia de agua en los pisos de las balsas.

Las complicaciones también se produjeron, en muchos casos, por la limitación en los movimientos del cuerpo, lo que impedía activar la circulación.

La hipotermia en algunos casos llegó a producir la muerte, cuando la cantidad de personas en la balsa no fue suficiente, para levantar la temperatura, mediante irradiación de calor de los propios cuerpos. Por lo experimentado puede considerarse que esto no ocurrió en las balsas con más de seis pasajeros, siendo fatal en los casos cuando eran tres o menos. Sabemos que el 80% de las balsas estaban ocupadas por 15 personas o más, llegando a 35 en algunos casos.

Conforme encuestas realizadas, surgió que los elementos que mejor contribuyeron a la supervivencia fueron:

- linterna
- inflador para balsa
- espejo
- agua (saber de su existencia más que por beber)
- navaja marinera
- comprimidos anti-mareo

Se comprobó la teoría de que un náufrago difícilmente siente deseos de beber o comer durante las primeras horas en la balsa, cumpliéndose en el 80% de los casos, e incluso el 15% no comió ni bebió nada hasta el rescate, pese a la posibilidad de contar con agua y alimentos.

No todos los problemas fueron producto de elementos de la naturaleza. Algunas de las balsas se fisuraron o pincharon por causa de los zapatos, de algún elemento cortante introducido en su interior y no manejado adecuadamente o por haber sido rasgadas por hierros que sobresalían del buque. Todo esto produjo pérdidas de aire en distintas células estancas, no dando los parches colocados los resultados esperados, motivando tener que utilizar el inflador en forma casi permanente para mantener la flotabilidad.

El agua acumulada en el piso de la balsa, mojó los elementos de las bolsas o containers de supervivencia, siendo las bengalas uno de los

pertrechos más deteriorados, ocasionando serias dificultades para su encendido.

Otro de los serios inconvenientes detectados fue la oscuridad en el interior de las balsas, una vez agotada la pila que alimenta la luz instalada ya que resulta imposible abrir las puertas debido a la necesidad de mantener el calor, como así también evitar al máximo el ingreso de agua.

De los pertrechos más utilizados se destacó la tradicional y vieja navaja marinera, ya sea para fabricar vendas, hacer filásticas para cerrar las puertas o desatar un nudo asocado y mojado, la que deberá mantener total vigencia pese a nuevos y más sofisticados pertrechos.

Hasta aquí se han planteado los diversos problemas físicos o de material padecidos en la mayoría de las balsas, pero es importante remarcar lo imprescindible de la cohesión de un grupo humano, formado en muchos casos por azar. Esta cohesión estuvo dada por la capacidad del conductor del grupo, quien debió vencer sus propios miedos para, de esta forma, aunar esfuerzos y continuar con vida. En esos momentos es donde se notó la aparición de los líderes naturales, organizando guardias, cantando, orando, atendiendo heridos o despidiendo a un compañero muerto.

A5.5 El rescate

Luego del avistaje de las aeronaves y sabiendo que las posibilidades de un rescate son mayores, el estado de ánimo mejora notoriamente. Pese a todo es normal el estado de ansiedad que se siente con el transcurrir de las horas, y mayor aun cuando en el horizonte se divisan las luces del o los buques de rescate, ya que aunque nadie lo manifieste, siempre subyace la duda de ser encontrados.

Con el buque al costado de la balsa, desaparecen todas esas sensaciones y es cuando se toma real conciencia del deterioro físico sufrido en el término de horas. En esas condiciones, el cuerpo totalmente entumecido siente fuertes dolores ante el menor movimiento, todo ello superable tan solo por el deseo de querer vivir, y es este deseo el que hace que un hombre pueda en esas condiciones trepar por una red, o ser subido a bordo con ayuda de cuerdas y cinturón de seguridad.

A5.6 Conclusiones

No es necesaria una acción bélica para encontrarse en una situación de supervivencia en esas latitudes y no diferirá en demasía de lo aquí descrito, por lo que señalaremos varios puntos a tener en cuenta ya que su vida puede depender de ello:

- Planifique de antemano lo que deberá realizar en una emergencia. Pregúntese que haría en esa situación: ¿Cuales son las salidas más próximas a cubierta?, ¿Podré llegar a oscuras?, ¿Dónde está el chaleco salvavidas?, ¿Cómo alcanzaría más rápidamente mi indumentaria para el mal tiempo?, ¿Tengo un equipo individual de supervivencia?, etc.

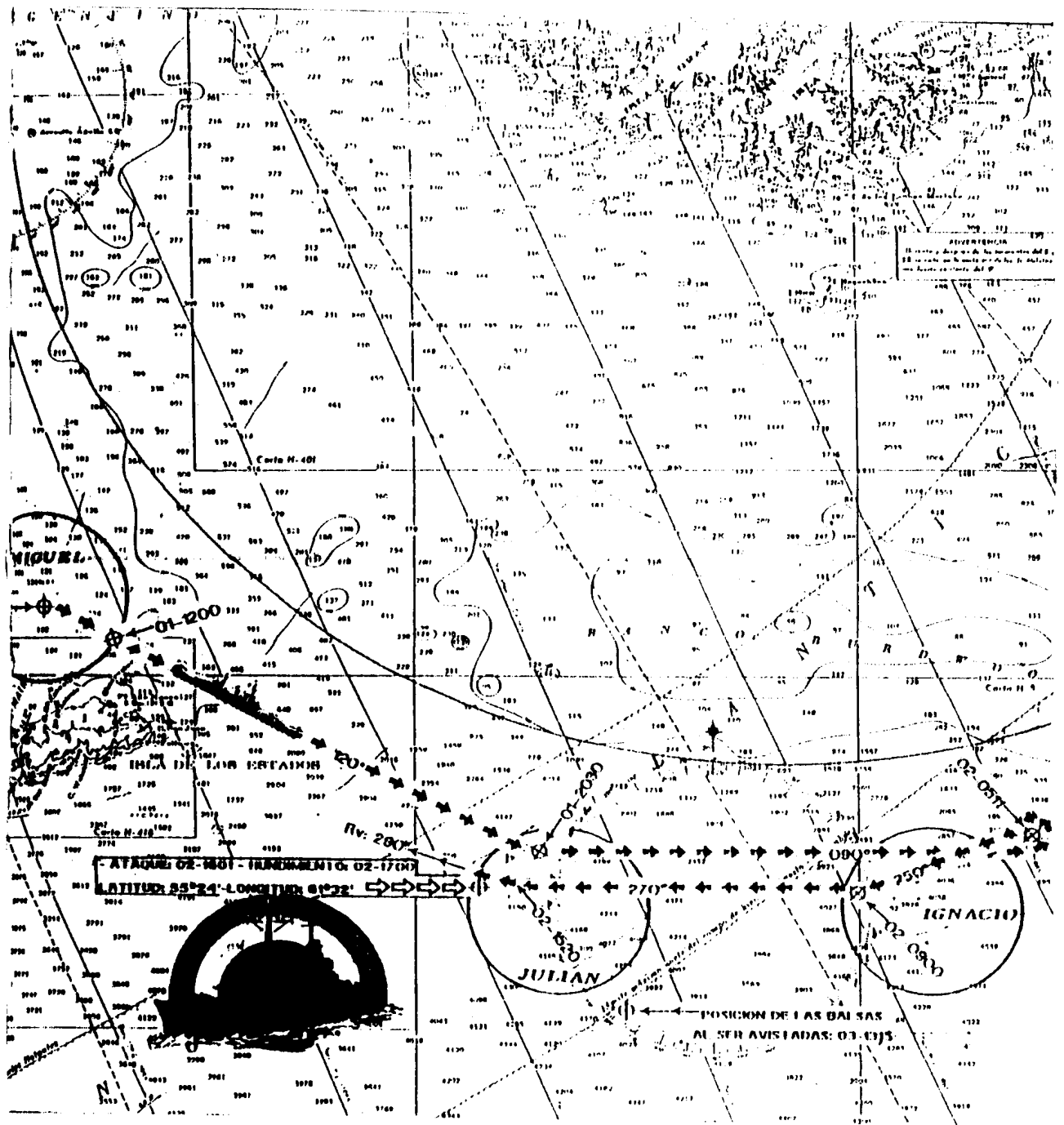
- Trate de llegar a una balsa sin entrar al agua.
- Si es necesario sumergirse en el agua, trate de hacerlo gradualmente, de lo contrario podrá sufrir fuertes dolores.
- En el agua trate de nadar o moverse lo indispensable, ya que esto aumenta la pérdida de calor de su cuerpo.
- Trate de llevar abrigo de más a la balsa, ya que será necesario.
- Tenga siempre una linterna en su equipo, el interior de la balsa es totalmente oscuro al cabo de algunas horas.
- Si los pertrechos de los containers o bolsas de supervivencia no están envasados en forma hermética, no retire de su interior aquellos que no vaya a utilizar, pues seguro se deteriorará por efecto del agua.

Sin duda existen equipos y técnicas, algunos de ellos aquí citados que aumentarán las posibilidades de supervivencia, pero nada suplanta el deseo y la voluntad de sobrevivir.

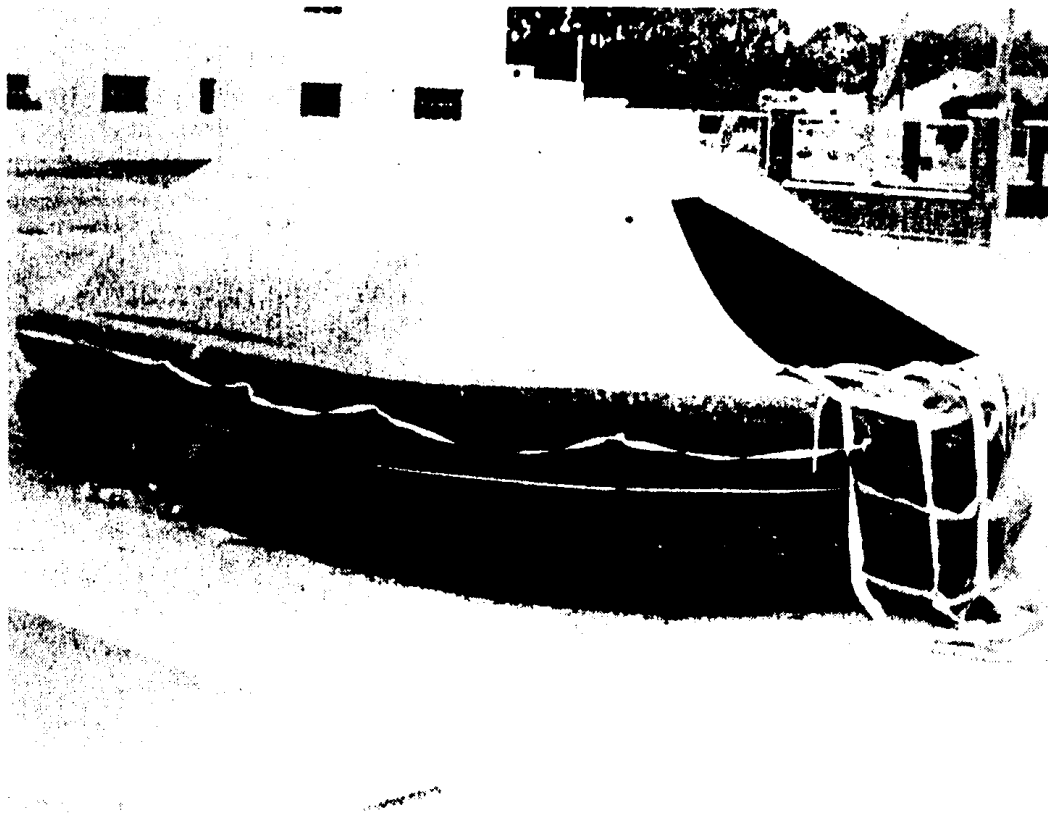
Bibliografía

- H.E.Bonzo, Capitán de Navío (RE) - **1093 tripulantes** - Editorial Sudamericana - 1992

QUIERO VIVIR Y VOY A VIVIR



Ampliación del sector correspondiente de la carta de navegación, donde se muestra el lugar del hundimiento del Crucero General Belgrano y donde fueran avistadas las balsas.



Balsa similar a las que llevaba bordo el Crucero - Capacidad normal 20 personas.

Apéndice 6

ASPECTOS A SER CONSIDERADOS EN EL PLANEAMIENTO DE OPERACIONES LOGISTICAS EN EL MAR DE WEDDELL Y BELLINGSHAUSEN

Vicente Manuel Federici

Ricardo Luis Poy

Norberto Cattaneo

TEMARIO

A6.1 Introducción

A6.2 Zona pasaje Drake

A6.3 Zona I

A6.4 Zona II

A6.5 Zona III

A6.6 Zona IV

A6.7 Conclusiones para los operadores logísticos que están en la etapa de planificación

- A6.7.1 Cartografía y publicaciones náuticas
- A6.7.2 Elección de fecha
- A6.7.3 Operando con un solo buque (fechas recomendables)
- A6.7.4 Lugares para permanecer anclados
- A6.7.5 Lugares de desembarco
- A6.7.6 Rápido recorrido panorámico desde cabo Norvegia (Weddell) hasta bahía Margarita (Bellingshausen)

A6.8 Clasificación de buques

- A6.8.1 Operaciones fuera de temporada
- A6.8.2 Helicópteros
- A6.8.3 Embarcaciones menores

A6.9 Recomendación final

A6.10 Bibliografía

A6.1 Introducción

El presente estudio está dirigido a poner en conocimiento de todo aquel que posee cierto interés en las operaciones de aprovisionamiento e investigación en la Antártida, herramientas para la planificación de las mismas, basado en las experiencias recogidas por la República Argentina en su constante presencia en los mares de Bellingshausen y Weddell.

Para cumplir con tal propósito y buscar la forma de desarrollar coherentemente un proceso de deducción que permita obtener conclusiones valideras, se han tomado en consideración las observaciones meteorológicas y glaciológicas en el mar, de los últimos 20 años, como así también las últimas 23 campañas antárticas realizadas por el rompehielos General San Martín y Almirante Irizar.

Ya ingresados en el tema, debemos definir el propósito de nuestra tarea, y qué parámetros limitan nuestras acciones. Dentro de este contexto definimos nuestra misión tendiente a efectuar operaciones navales en la zona comprendida entre el mar de Bellingshausen y el mar de Weddell, a fin de proveer el apoyo logístico a grupos de investigación que se asientan en dichas áreas.

La misión debe cumplirse con el precepto de considerar a la logística como una ciencia de preparación para cumplir una tarea, la cual basa su éxito en la prevención, sin admitir improvisaciones, intentando lograr el máximo rendimiento a través de una buena organización que debe alcanzar sus objetivos al mínimo costo.

Basados en estas premisas, observamos que el factor limitante de mayor peso para realizar estas operaciones es el glaciológico, para lo cual se estudiaron los bordes de hielos de los últimos 20 años, teniendo en consideración las distintas concentraciones, arribándose a la conclusión que el período anual más apto para operar en las adyacencias de la península Antártica, es el comprendido entre los meses de diciembre y marzo, pudiéndose considerar con un razonable margen de seguridad extender este período a los meses de noviembre y abril para realizar tareas en áreas específicas.

A los efectos de orientar la exposición, se han determinado cuatro áreas principales de operacio-

nes con características similares desde el punto de vista glaciológico, climatológico y tipo de unidades aptas a emplear:

(ver figura n° 1)

Zona I	Mar de la Flota
Zona II	Golfo Erebus y Terror
Zona III	Costa sur-oriental del mar de Weddell
Zona IV	Area occidental de la Tierra de San Martín

Sin dejar esta clasificación y dada la importancia que significa el pasaje de Drake como camino marítimo entre los océanos Atlántico y Pacífico y entre los continentes Sudamericano y Antártico, se prestará atención especial a la descripción de las condiciones del viento en dicho pasaje por ser el mismo un condicionante para el acceso a la península Antártica.

A6.2 Zona pasaje de Drake

Es de esperar en dicha zona un significativo aumento en la intensidad de la circulación entre los períodos favorables (diciembre-enero y el lapso febrero-marzo), aumentando la frecuencia de temporales y la velocidad media del viento, siendo las direcciones predominantes en un 70% de los casos entre sudoeste y el noroeste, con lo cual queda determinado que el valor más importante de la componente zonal es del oeste. Ante tal circunstancia es aconsejable iniciar el cruce del pasaje de Drake en sentido norte-sur, con una situación meteorológica como la indicada en la figura, la cual permitirá durante gran parte de la travesía vientos con una componente muy importante de popa que en los casos de transformarse en temporales, permitirán correr los mismos sin apartarnos significativamente de la trayectoria planeada para el arribo a la península Antártica.

De esta manera, y ya ingresados en el continente antártico, pasaremos a describir la zona del mar de la Flota.

A6.3 Zona I

Tanto los aspectos climatológicos como los

glaciológicos de esta zona son particularmente benignos durante el período estival. Este mar, encerrado por islas, archipiélagos y península (todas con gran relieve montañoso), atenúan los efectos del pasaje de depresiones que tienen como corredor natural al pasaje de Drake. No en vano puede apreciarse que, a sotavento, las islas del mar de la Flota albergan la mayor densidad de bases.

Desde el punto de vista glaciológico, la zona se encuentra libre de hielos desde noviembre a abril (ver figura nº3). Los años climatológicamente cálidos, traen aparejados un inconveniente notable para la navegación: derivan abundantes bandejonnes, témpanos y escombros en el mar y sus canales; la gran dificultad se presenta realmente con escasa visibilidad aún para buques debidamente preparados.

Algunos factores climatológicos como la latitud y la cercanía de aguas libres de hielo hacen a esta zona una de las más cálidas de la Antártida.

El régimen es templado y de características marinas debido a la influencia de las masas de aire que han seguido trayectorias sobre los océanos durante la mayor parte del año.

El campo térmico medio en verano establece una lengua cálida que ocupa todo el mar de la Flota hasta la isla Belgrano, bastante más al sur de la zona considerada.

La temperatura media en toda la zona, muestra valores positivos que van desde algunas décimas a un poco más de 2°C (ver figura 4).

Los valores mínimos extremos oscilan en los meses de noviembre a mayo entre los -13°C y los -3°C aproximadamente según nos encontramos al sur o al norte de la zona.

Los valores máximos extremos oscilan para los mismos meses entre los 8°C y los 11°C.

Con relación a la nubosidad, la circulación es netamente del sector oeste, marítima y húmeda, a lo cual se suma la influencia orográfica que establece a priori un elevado índice de generación de nubosidad, sobre todo las laderas de barlovento.

En sotavento la nubosidad puede ser en promedio entre 1 y 2 octavos menor, hecho éste que no está debidamente comprobado dado la escasa disponibilidad de información.

Considerando el total de meses de la nubosidad y en meses de operatividad, ésta varía entre 6/8 y 7/8.

Los promedios indican plafones entre 100 y

600 metros, en el 50% al 60% de los casos.

Un parámetro importante para las operaciones es el viento, siendo muy común encontrar grandes diferencias en dirección y velocidad entre las estadísticas que tratan al dato de una estación y aquellos que consideran el flujo geostrófico medio en esta zona, también hay marcadas diferencias comparando estaciones relativamente cercanas, obviamente en estos casos, la orografía es el factor determinante.

El efecto de vientos catabáticos en esta zona no es importante en virtud de las escasas planicies de glaciares, aún así se registran brisas de glaciar que son más suaves que el viento catabático y de ocurrencia ocasional. Se establece una circulación de características térmicas entre el aire denso y frío sobre el glaciar y las aguas líquidas y cálidas en su desembocadura; este viento no se observa más allá de las cinco millas de la costa y rara vez supera los 20 kts.

La velocidad media de los vientos en esta zona, es la más baja de las cuatro zonas estudiadas (entre 5 kts y 13 kts). Lo verdaderamente interesante es ver la dirección predominante que, como se indicó al comienzo, no guarda relación con la circulación geostrófica en la zona (ver figura nº 5).

Los valores máximos registrados oscilan, según la ubicación de las bases, entre 50 kts y 100 kts. El número de días mensuales con viento fuerte (mayor o igual a 27 kts) varía, según la zona, entre 4 y 10 días.

Tanto para buques de mediano porte como para embarcaciones menores y helicópteros, la advertencia de este fenómeno es la visualización de un incremento del oleaje o mar picado, en un determinado sector de una bahía o canal.

Los fenómenos que reducen la visibilidad a menos de 1 kilómetro en el área, son los siguientes: precipitaciones, nieblas y, en algunas bases, la ventisca, fenómeno este último que no afecta la navegación.

La cantidad de días mensuales con precipitaciones, oscila entre 8 y 21, y los días con niebla van entre 1 y 2. Las nieblas no son muy persistentes, y la naturaleza de las mismas obedece a la advección de aire cálido y húmedo del norte, parte delantera de las depresiones y a humos de mar cuando se producen irrupciones frías muy importantes asociadas naturalmente a sistemas anticiclónicos.

La orografía y orientación de las costas juega un papel muy importante en la distribución de las precipitaciones.

Estacionalmente se observa una disminución de precipitaciones en el verano antártico con un promedio mensual de 8 a 19 días con nevadas.

La precipitación es la principal causa que reduce la visibilidad a valores inferiores a 1 kilómetro.

La persistencia de la misma está directamente vinculada a la presencia de un sistema de baja presión en la zona.

A6.4 Zona II

Trasladándonos ahora al extremo nord-oriental de la península Antártica, nos encontramos con el golfo Erebus y Terror. Aquí, los meses más benignos para la operación, desde el punto de vista glaciológico, se encuentran entre diciembre y febrero (ver figura n°6).

La particular forma de la península y su cordillera perturban el flujo troposférico de manera tal, que hacen del centro-norte del mar de Weddell una zona ciclogénica, es decir, un lugar donde se generan o profundizan depresiones (ver figura n° 7).

Otra situación particular en la región, ocurre cuando a través de la barrera de Filchner se producen grandes irrupciones frías desde la calota antártica. El flujo de aire polar produce profundos y extensos vórtices que ocupan la mayor parte del Weddell y permanecen estacionarios, en ocasiones, por varios días.

El buen tiempo en la región queda limitado al establecimiento en el Weddell de una zona de alta presión de origen polar que suceden al proceso descrito en el párrafo precedente a anticiclones migratorios que desde el sudoeste y oeste transitan la zona.

En el período considerado, la región posee un clima algo más frío que la zona del mar de la Flota. Esto es debido a la relativa cercanía del pack helado del mar de Weddell que en invierno logra darle a toda la región oriental un clima continental, transformándose en marítimo entre noviembre y marzo.

Las temperaturas medias oscilan entre 0°C y -6°C.

Las máximas temperaturas extremas registra-

das oscilan entre 5°C y 15°C.

Las mínimas temperaturas extremas registradas oscilan entre -5°C y -15°C.

Es común en esta región que se produzca el efecto FÖHN: aire que pasa a través de las montañas descendiendo en sotavento con un notable incremento de la temperatura y disminución de la humedad. Se observa claramente en bases de la costa donde, incluso en invierno, logra temperaturas muy positivas. Alejándonos de la costa hacia el este, en las islas, este efecto es sólo notable a nivel nubosidad.

La persistencia del efecto señalado en general no supera las 12 ó 24 horas.

Debido a la rotura del pack de hielo y la aparición de aguas libres, se observa, en algunos meses de primavera, un incremento o salto notable de la temperatura media mensual, y esto ocurre en:

Petrel y Esperanza.....septiembre a octubre
Marambio.....octubre a noviembre
Matienzo.....noviembre a diciembre

(ver figura n° 8)

Pasado el verano antártico, se observa un salto térmico negativo en las temperaturas medias mensuales.

Petrel y Esperanza.....marzo a abril
Marambio.....marzo a abril
Matienzo.....febrero a marzo

Con respecto al análisis de la circulación en esta región, las calmas no figuran, por cierto, en primer lugar como en el mar de la Flota, es más, las velocidades medias son bastante más elevadas. Las direcciones predominantes, del sur y sudoeste, denotan claramente algunas particularidades; la zona se encuentra en el borde oeste de la depresión que predomina el mar de Weddell, lo que asegura la componente sur del viento, el límite natural que impone la cordillera antártica conduciendo también la circulación y el drenaje del aire polar desde la calota antártica a través de la barrera de hielo Filchner (ver figura n° 9).

Los vientos medios, como se citó, son del sur y sudoeste, con velocidades medias del orden de 18 kts a 25 kts; en las direcciones no prevalentes las velocidades medias, en general, están sobre los 10

kts, alcanzando los 17 kts.

El número de días mensuales con vientos fuertes (mayor o igual a 27 kts), está entre 15 y 23 días. Las máximas velocidades registradas en la zona oscilan entre 70 kts y 110 kts en el sector norte de la zona con componente sur o norte.

Es una región donde ocurren, también, vientos catabáticos, efecto Föhn, canalizaciones del viento entre islas y brisas del glaciar, todos ellos con bastante fuerza.

El lugar donde se tiene cabal conocimiento de la ocurrencia de vientos catabáticos, es la bahía Esperanza. Se supone que hay otros lugares en las costas del continente donde también ocurre. Se recomienda estudiar muy bien la topografía de la zona cuando se va a operar cerca de la costa para inferir éste y otros efectos locales.

El efecto Föhn ocurre siempre que haya pasaje de aire a través de una cadena montañosa. Es común que con una depresión en el mar de la Flota con abundante nubosidad, viento y precipitaciones, en el golfo sólo se observen nubes medias o altas, los vientos serán leves o moderados del noroeste, con excelentes plafond y visibilidad (ver figura n° 10).

Normalmente, la depresión mencionada pasa hacia el este; un síntoma muy claro de este pasaje o acercamiento de mal tiempo, lo indica la nubosidad que va cubriendo los picos de los cerros o islas, apareciendo la nubosidad baja tipo strato-cúmulus y stratus, juntamente con una rápida disminución del plafond. Cuando el viento rota bruscamente al sur o sudoeste, implica el casi instantáneo desmejoramiento del tiempo con posibilidades de una ciclogénesis (ver figuras n° 11a y 11b).

La ciclogénesis es un fenómeno que produce fuertes vientos y abundantes precipitaciones, disminuyendo la visibilidad a cero durante períodos que, en general, van entre 12 ó 24 horas aunque son conocidas situaciones en que estos valores se duplican.

Las canalizaciones del viento se producen entre islas que dejan un paso de sur a norte o de sudoeste a noroeste, y el efecto es verdaderamente violento en las situaciones de ciclogénesis.

Las brisas de glaciar o vientos en micro y meoescala, pueden concretarse por calentamiento y enfriamiento diferencial cuando están abiertas las aguas en cercanías de islas o continente; se enta-

bla una circulación del interior hacia la costa que incluso pueden sumarse a flujos catabáticos.

El promedio de nubosidad en la zona, oscila entre 6/8 y 7/8, siendo la nubosidad más frecuente la stratiforme o stratocumuliforme en un 70 u 80% del tiempo y el nimbostratus en mal tiempo. Los plafones medios varían de 100 a 600 metros, registrándose en la zona en un 57% de los casos.

El número mensual de días con precipitación, se encuentra entre 15 y 20, siendo la nevada el fenómeno más común; ocasionalmente se registra lluvia o llovizna entre 1 y 3 días al mes.

Los factores meteorológicos que reducen la visibilidad a un kilómetro o menor son, por orden de importancia, nevadas, nieblas y ventiscas.

Las nieblas juegan aquí un papel muy importante en el desarrollo de las operaciones.

La niebla más común es por advección de aire cálido y húmedo desde el norte. Esta suele persistir en tanto persista la circulación que la produce (noreste y norte) y se observa aún con vientos fuertes; se da tanto como nieblas marinas (es decir con aguas libres o con campos de hielo) en cuyo caso el efecto es mayor.

Las nieblas orográficas por ascenso de aire sobre laderas es muy importante en este sector, donde el aire es bastante húmedo; en la isla Vicecomodoro Marambio, a 196 metros de altura, el número mensual de días con niebla oscila entre 14 y 19 (en verano).

La ventisca es exclusiva de los vientos fuertes durante el desarrollo de los sistemas depresionarios en la región, la persistencia es función de los fuertes vientos y de la cantidad de nieve a ser levantada. Hay ocasiones en que la nieve fue barrida y con 40 kts, se observan visibilidades buenas.

A6.5 Zona III

Continuando nuestra derrota hacia el sudoeste, tratando de alcanzar la margen sur-oriental del mar de Weddell, observamos que el período glaciológicamente óptimo, lo encontramos entre los meses de enero y febrero (ver figura n° 12).

Analizando las últimas 23 campañas realizadas por los rompehielos General San Martín y Almirante Irizar, se han podido graficar las mismas, obteniendo las áreas de mayor y menor densidad de pasajes, siendo el área marcada con el 50% de

pasajes la más aconsejable para intentar la penetración (ver figura n° 13).

Se destaca en este punto la necesidad de contar con información satelital en tiempo real, que permita, con una cierta precisión, determinar el borde del pack de hielo, donde ceñiremos nuestra derrota, dejándolo siempre a estribor. De esta forma, aseguramos no internarnos en canales que, lejos de acortar nuestra derrota podrían, al poco tiempo, transformarse en una trampa de hielo que pondría en peligro no sólo el logro de nuestros objetivos, sino también las unidades y el personal de abordó.

Desde el punto de vista climatológico, se incluyen datos de enero y febrero, siendo estos los meses glaciológicamente recomendables para las operaciones. Se discuten brevemente los parámetros meteorológicos que afectan mayormente (ver figura n° 14).

La temperatura máxima media ocurre en enero, un mes antes de la posición más benigna de los hielos. Los valores extremos de temperatura, considerando el período 1980 a 1987, son:

Temperaturas máximas	enero	7.3° C
	febrero	8.0° C
Temperaturas mínimas	enero	-13.2° C
	febrero	-19.7° C

Las direcciones predominantes del viento en enero y febrero son del sur y sudeste con velocidades medias que van de los 8 kts a 10 kts.

Por encontrarse en el borde norte del anticiclón polar, las calmas superan en número de casos a cualquier dirección considerada en forma particular.

Las direcciones mencionadas corresponden a la circulación media del sector, por una parte el escaso efecto de catabásis (drenaje de aire frío) desde la calota polar hacia sus bordes y, por otra parte, a efecto combinado de los dos sistemas predominantes (el anticiclón polar y la depresión del mar de Weddell).

Las máximas velocidades ocurridas en enero son: 78 kts del sudeste (160) y corresponde a la parte posterior de una ciclogénesis en el mar de Weddell sur, situación típica en la zona que el máximo de febrero con 75 kts del nordeste (050) que representa la parte delantera de un fenómeno similar.

En estas costas se hace sentir con mayor virulencia el viento con componente norte, debido a las ciclogénesis (por ejemplo, el máximo registrado es de 128 kts del NNE, en septiembre). El número de días mensuales con vientos mayores a 27 kts (fuertes), es muy parejo durante todo el año; en la estación cálida se registran, durante diciembre, enero y febrero, un promedio de 7 días por mes.

Los valores medios de nubosidad son muy parejos todo el año. Se observa, en enero y febrero, un máximo no muy destacado que se debe, entre otros factores, a la contracción del anticiclón polar a las áreas netamente continentales, al corrimiento al sur del cinturón de bajas subpolares y a la mayor disponibilidad de vapor de agua por la advección de aire proveniente del norte en capas bajas, conjuntamente con el incremento de superficies de agua líquida.

El valor medio anual se ubica entre 4/8 y 5/8, siendo en enero y febrero ligeramente superior a 5/8.

Con relación a la precipitación, son conocidas las dificultades que se tienen en zonas polares para medir este parámetro y la escasa confiabilidad que ese valor representa. Aún así, este dato estadístico no se considera relevante para los fines del presente estudio; lo que se considera importante es el número de días con precipitaciones que en enero y febrero es de 14 días por mes y los perjuicios que de ello se deriva, principalmente la reducción de visibilidad debido a nevadas y ventisca.

El tipo de precipitaciones excluyente es la nevada.

La siguiente es una apretada síntesis de eventos que pueden disminuir la visibilidad a valores críticos, inferiores a un kilómetro.

A	Niebla
B	Precipitaciones (nevadas)
C	Ventisca
D	Blanqueo

A) Niebla

El número de días con este fenómeno oscila, en enero y febrero, entre 7 y 6 respectivamente, representando los meses de mayor ocurrencia en el año.

B) Precipitaciones

La nevada es la precipitación exclusiva de esta zona, dándose en forma de chaparrón con escasos momentos de visibilidad reducida, o bien cuando en la zona tiene lugar un desarrollo ciclónico que puede durar entre uno o dos días. Este fenómeno va acompañado por fuertes vientos, dando lugar a la ventisca.

C) Ventisca

Fenómeno normal en los desarrollos ciclónicos. Se pueden dividir en ventiscas altas, que siempre reduce la visibilidad y ventisca baja que, en general, dificulta las operaciones y, ocasionalmente, reduce la visibilidad cuando se producen vientos notablemente rafagosos.

D) Blanqueo

Se trata de una particular reducción de la visibilidad o, para ser más precisos, una situación donde los objetos, el cielo, el horizonte y la superficie, se tornan invisibles y todo esto, con buen tiempo. Este fenómeno es común en verano, durante el día, en latitudes altas, sobre un mar helado o superficie cubierta por nieve, con sistemas de relativa alta presión y los cielos cubiertos entre 5/8 y 8/8 de nubes medias o altas. No hay disponibles valores estadísticos de blanqueo. Es un fenómeno que implica alto riesgo, sobre todo en operaciones de vuelo, donde, por dicho efecto se pierden las referencias y es prácticamente imposible determinar la distancia en forma visual entre el piso y la aeronave.

A6.6 Zona IV

Internándonos ahora en la **zona occidental de la tierra de San Martín y al sur del mar de la Flota**, podemos observar que el período glaciológicamente más apto para operar es el que abarcan los meses de febrero y marzo (ver figura n° 15).

Por su ubicación geográfica y escarpada topográfica, la zona puede presentar varias variantes, en muchos casos notables a los comentarios y valores que se expresan en este estudio; a pesar de ello se tratará de orientar adecuadamente sobre los microclimas típicos.

Este sector tiene la particularidad también de poseer un gran campo de hielo marino a la deriva

que, o bien se comprime contra la costa como consecuencia de los vientos del oeste, o bien se desplaza hacia el norte o sur, según el viento que persista a veces por períodos de 24 o 48 horas.

El campo de hielo sobre el cual actúa el viento es enorme y por lo tanto, enorme será la presión que ejerce sobre islas, canales, costas y pie de hielo. Para las embarcaciones este efecto puede ser altamente destructivo (ver figura n° 16).

Las temperaturas se manifiestan más benignas que a la misma latitud sobre la costa del mar de Weddell, que permanece congelado aún en el período estival.

La explicación a las temperaturas relativamente altas que se observan en este sector, pese a su latitud, debe buscarse en la gran trayectoria marina, con aguas libre de hielo, que poseen las masas de aire predominantes.

La temperatura media anual, oscila en los -6°C y las temperaturas medias de febrero y marzo, rondan los 0°C y -2.1°C , respectivamente.

Los valores extremos se detallan a continuación:

Temperaturas máximas	enero	11.4°C
	febrero	7.7°C
Temperaturas mínimas	enero	-17.0°C
	febrero	-17.6°C

La circulación general de la zona se ve altamente afectada por la orografía, tanto en su dirección como en su velocidad. Las islas montañosas y la península con sus cadenas de montañas y sus valles interiores, producen efectos particulares.

Los valores climatológicos, representan el lugar donde han sido medidos, no a la zona aledaña; ésto es normalmente válido en toda la península y sus islas con notable relieve.

Al arribar las depresiones desde el oeste y al encontrarse con el obstáculo transversal a su trayectoria (cadenas montañosas), se produce una canalización del aire desde el norte hacia el sur, incrementando la velocidad del viento en forma notable. Esto es más marcado navegando por los canales, entre islas (ver figura n° 17).

El arribo de los anticiclones migratorios produce un efecto similar, pero de sur a norte. Esto se ve claramente por el número de días con viento mayor o igual a 27 kts, que es cercano a medio

mes (13 días). Ver figura n° 18.

Los glaciares interiores, con escasa pendiente son fuente de vientos catabáticos. Aparecen representados claramente en las estadísticas, tanto en las de 1976 a 1987, como en períodos anteriores, cuyos valores son casi coincidentes.

Luego de las calmas, que ocupan el primer lugar en la frecuencia de ocurrencia, la dirección predominante es netamente del este, enfrentada a la circulación marítima de la zona, la velocidad media elevada entre 35.7 kts en febrero y 29.3 kts en marzo. Las máximas velocidades en los mismos meses alcanzaron los 135 kts y 110 kts siempre del sector este (ver figura n° 19).

Los valores medios de nubosidad para los meses de febrero y marzo indican en 5/8 y un poco más de 6/8, lo cual es bastante razonable, pensando en el ascenso de aire proveniente del oeste que se produce en las montañas de la zona y lo que esto implica (las precipitaciones).

A sotavento de las islas montañosas, es probable que las condiciones de nubosidad no sean tan severas. La nubosidad baja ocupa, en promedio, entre 3/8 y 4/8.

La nubosidad más común es el stratocumulus, le sigue el stratus con plafones que varían entre 100 y 600 metros, en la mayor parte del tiempo (75%).

Por el acercamiento de las depresiones, más el ascenso orográfico, se puede inferir que la persistencia del mal tiempo con precipitaciones, cuando se da, dura entre 24 y 48 horas.

La principal causa de reducción de la visibilidad son las precipitaciones, pues el número de días con nieblas es muy bajo (3 en febrero y 3 en marzo). La cantidad de días en el mes de precipitación ocupa, como ya se señaló, entre el 50 y 70% del mes.

Por la característica escarpada del terreno, la ventisca no es un fenómeno común, sólo se da en determinadas zonas y tiende en ocasiones a confundirse con la nevada.

El blanqueo es una situación que existe en sectores muy reducidos, dado que la gran extensión de aguas libres impide en cierta medida el fenómeno.

Como vimos a lo largo de la exposición, la Antártida presenta fenómenos particulares tanto desde el punto de vista glaciológico como meteorológico; no comunes de encontrar en otras latitu-

des, siendo destacables los siguientes efectos:

- Engelamiento de buques
- Vientos catabáticos
- Blanqueo
- Nieblas
- Sensación térmica

El engelamiento puede ocurrir sobre la obra muerta del buque; la magnitud del mismo puede ser tal, que el peso agregado le haga peligrar su estabilidad (ver figura n° 20).

Los elementos que pueden congelarse sobre el buque provienen de:

- Niebla congelante
- Lluvia o llovizna congelante
- Espuma de mar o salpicaduras arrastradas por el viento cuando la temperatura del aire es igual o inferior a -2° C y la temperatura del mar a 2° C.

La severidad del engelamiento es también función de la velocidad del viento:

Débil	de 17 kts a 21 kts
Moderado	de 22 kts a 33 kts
Intenso	más de 34 kts

El engelamiento no afecta mayormente en las zonas con hielo cercano o entre islas, por el escaso oleaje. El pasaje de Drake, sobre todo al sur de los 56° sur, entre noviembre y marzo, es donde se puede dar el fenómeno; la frecuencia es muy baja, entre un 5 o un 10% (ver figura n° 21).

Los conceptos básicos sobre ocurrencia del viento catabático ya han sido presentados, se establecerán ahora algunos criterios de la operación del buque con este viento.

Sobre el glaciar, el espesor de la capa de aire enfriada, oscila entre unos 100 y 500 metros, y la persistencia del viento es del orden de las 6 a 12 horas, pudiéndose repetirse por varios días si la situación meteorológica lo favorece.

Un fenómeno particular que suele ocurrir es que, al drenar el aire desde la ladera, choca fuertemente contra el mar, produciéndose un efecto de rebote, elevándose unas escasas decenas o centenas de metros, dejando áreas de fuertes vientos cerca de la costa y a 5 ó 7 millas, vientos relati-

vamente flojos. Cabe señalar que en ocasiones, el fenómeno se observó hasta 50 millas de la costa, aunque un valor prudente para situar el buque es del orden de las 15 millas del pie del glaciar y a la derecha del flujo, dado que el efecto coriolis desvía al aire hacia la izquierda.

El blanqueo (Whiteout) es un fenómeno óptico que dificulta la determinación de las formas del terreno y disminuye notablemente la visión de profundidad.

Ocurre cuando un manto de nubes medias o altas cubren más de 5/8 el cielo sobre una superficie de nieve o hielo, durante el día, con buen tiempo y en verano. La luz solar es difundida por las nubes y reflejada sobre el hielo; la reflexión se hace múltiple, dando como resultado la pérdida de orientación, desaparece el horizonte y no existen sombras, pues los objetos son iluminados desde todas direcciones. Es peligroso realizar desplazamientos en superficie, pues no se visualizan las grietas, y en actividades de vuelo no se logra ver el suelo. Para un aterrizaje, en el caso de los helicópteros es conveniente llevar una bengala fumígena que produce un color distinto y se pueden llegar a establecer distancias cortas.

La niebla es un fenómeno muy conocido en todo el sector norte de la península, pero es más común en el sector oriental que en el occidental. El origen de estas nieblas se puede sintetizar en advección de aire cálido y húmedo desde el norte, sobre aguas frías o mar helado, evaporación del agua de mar ante una irrupción de aire frío y seco y evaporación desde el agua, debido a la formación de hielo en el seno de la misma.

La primera es la más frecuente y perdura en tanto perdure la situación de viento norte; en el 70% de los casos no llegan a ocho horas, sin importar demasiado lo fuerte que sople el viento. La frecuencia de la segunda es muy baja y su persistencia no excede las seis horas; la ocurrencia de la tercera es muy localizada y rara vez llega a reducir la visibilidad a menos de 1 kilómetro.

En la planificación de las operaciones deberá considerarse la adecuada protección que debe brindar la indumentaria de los hombres que realizan tareas a la intemperie. Con temperaturas cercanas o algo debajo de 0° C, el efecto del viento es muy importante, logrando llegar a **sensaciones térmicas** que resultan insoportables para el ser humano que está expuesto en forma prolongada.

Esta es una limitación más que nos impone el clima antártico y de la cual depende, en gran medida, el éxito de la misión.

A6.7 Conclusiones para los operadores logísticos que están en la etapa de planificación

Al aplicar lo estudiado previamente a las operaciones prácticas, trataremos de dar recetas sintéticas, las cuales deben ser profundizadas en detalle para cada lugar en el que se decida proveer servicios logísticos.

Es necesario aclarar que no se deben sacar conclusiones globales que abarquen grandes zonas geográficas y que las recetas sintéticas sirven sólo para guiar el planeamiento y puede ser riesgoso conformarse sólo con ellas para operar.

A6.7.1 Cartografía y publicaciones náuticas

Para este estudio y para todas las operaciones en las cuales hemos tenido experiencia real, hemos combinado las cartas y publicaciones inglesas y argentinas, con lo cual se llega a un nivel de información y seguridad aceptable. También para zonas específicas es necesario el uso de cuarterones del local (por ejemplo, cuarterón de Palmer-USA).

Hay que aclarar que la información cartográfica es incompleta, y que tanto el Antarctic Pilot, como el Derrotero Antártico Argentino, se han ido completando con información producida por los Capitanes de barcos medianos y pequeños. Nuestra experiencia nos obliga a profundizar el análisis de la información de los Derroteros cuando se está operando con barcos de más de 130 metros de eslora.

A las cuatro áreas principales en que se han dividido los estudios glacio-meteorológicos, para el planeamiento práctico de las operaciones, agregando todos los factores geográficos, proponemos las siguientes subdivisiones:

- Islas Orcadas
- Shetlands del Sur y norte de la península Antártica y estrecho Antarctic
- Weddell sur (base Belgrano)
- Weddell noroeste (golfo Erebus y Terror, base Marambio)
- Bahía Margarita

El planificador debe saber que estos lugares presentan condiciones geográficas, meteorológicas y de glaciología marinas distintas, y con evoluciones desfasadas en el tiempo.

A6.7.2 Elección de fecha

(receta para el planificador)

a) Orcadas

Fines de diciembre a mediados de marzo (en caso de una temporada glaciológica muy rigurosa, demorar el comienzo).

b) Zona Marambio

Principios de diciembre a principios de febrero.

Es desaconsejable operar con buques a partir de mediados/fin de febrero. El desplazamiento del hielo viejo hacia el golfo Erebus y Terror, con grandes espesores y fenómenos de presión, dificultan y hacen antieconómicas las operaciones.

Podemos citar, como ejemplo, al fin de la temporada, los rompehielos Glacier, Burton Island y San Martín, estuvieron apresados por el hielo durante más de 45 días y se comenzó en ellos la evacuación de personal y preparación para invernar. Además en el Polar Star y Stena Artica, documentan la peligrosidad de la zona.

c) Weddell sur (Belgrano)

Mes de enero, preferiblemente a mediados.

d) Bahía Margarita

Fin de febrero, hasta abril. En este lugar, con la excepción de las horas nocturnas que comienzan a influir en el rendimiento operativo y de las nevadas tempranas, se han reiterado temporadas en las cuales, los mejores días de operación y libres de hielo marino, se han presentado a fines de marzo y principios de abril.

e) Islas Shetland y norte de península Antártica y estrecho Antarctic

Mediados de noviembre a mediados de abril.

Después de un invierno glaciológico muy riguroso, conviene demorar el inicio hasta mediados o fines de diciembre, para disminuir costos operativos, excepto que la prioridad de las tareas y la alta clasificación del buque hagan aceptable operar rompiendo hielo.

A partir de mediados de marzo, las nevadas tempranas y las horas de oscuridad, deben ser

consideradas para los costos operativos, incrementándose con el avance del otoño.

A6.7.3 Operando con un solo buque en toda la zona (fechas recomendables)

Debiendo prestar servicios logísticos en toda la zona con un solo buque, comenzaremos con el golfo Erebus y Terror a mediados de noviembre; continuamos por el estrecho Antarctic y las islas Shetlands, luego Orcadas; a mediados de enero, el sur de Weddell; volvemos sobre Orcadas, península Antártica y Shetlands, y por último, fines de febrero o en el mes de marzo, bahía Margarita. Los reabastecimientos y relevos de personal pueden efectuarse en puertos cercanos, como son Ushuaia y Punta Arenas.

A6.7.4 Lugares para permanecer anclados

En toda la zona abarcada, es aconsejable considerar que **ningún** fondeadero es confiable. Vientos sorpresivos, malos fondos de piedra o de barro de glaciar y grandes profundidades cerca de la costa así lo determinan, y los capitanes deben reflexionar sobre en qué condición de máquinas se mantiene en cada fondeadero, extremando las precauciones.

A6.7.5 Lugares de desembarco

Los sitios de acceso del mar a la tierra casi siempre son dificultosos, necesitando de embarcaciones especiales para el desembarco de la carga. Los botes inflables, tipo Zodiac, son los ideales para desembarco de personas en pequeños grupos. En la zona abarcada, todos los sitios aptos para un desembarco, casi con seguridad están en proximidades de una base o refugio inglés, chileno o argentino (la mejor información la tiene el local, aunque no esté escrita).

La mayoría de esos lugares están en bahías y caletas donde es difícil maniobrar con barcos de más de 120 metros de eslora, sobre todo, aquellos de una sola hélice y sin desplazadores laterales (Thrusters). Con vientos fuertes, la maniobra es peligrosa para todos. Además, el hielo a la deriva y su movimiento (mareas, viento y corriente), no debe dejar de vigilarse.

A6.7.6 Rápido recorrido panorámico desde cabo Norvegia (Weddell) hasta bahía Margarita (Bellingshausen)

Desde cabo Norvegia hasta las cercanías de la base argentina Belgrano II, todos los años, se abrió el canal costanero y existió, además, una relativamente fácil posibilidad de acceso por mar. En la barrera, hasta antes de entrar a bahía Vahsel, pueden encontrarse y mejorarse lugares de atraque a la barrera de hielos. La base inglesa Halley Bay, es un ejemplo. Además, existen lugares sobre la barrera donde el aterrizaje de aviones con esquíes, es factible (en algunos hasta con C-130).

En las proximidades de la barrera, el hielo de variadas edades y grandes témpanos tabulares, responden al viento, la corriente general y la marea. Este último factor es muy notable en bahía Vahsel.

En esta bahía se puede acceder a tierra (especialmente a la base Belgrano), por helicópteros o por un penoso tránsito por hielo, incluido escalamientos, a no ser que se transite desde muy al este.

Respecto a los abastecimientos de las bases permanentes, nuestra recomendación es que todo emprendimiento al oeste de Halley Bay, debe contar con combustible y víveres para dos años.

Pasando hacia el oeste, el desprendimiento de la barrera Filchner, ha hecho desaparecer todos los muelles naturales de hielo que existían en la zona.

Creemos que, con los años, el pie de hielo en los lugares con entradas en la barrera, no se desprenderá, e irá aumentando espesor hasta consolidar un buen muelle, quedando el problema del gran escalón de la barrera.

Al este y nordeste de la isla Berkner, donde había barrera, la navegación es peligrosa por la falta de relevamientos hidrográficos y por la certeza de existencia de bajas profundidades y accidentes submarinos.

El acceso a isla Berkner, donde está la base Belgrano III (no habilitada), debe hacerse por helicóptero o por un engorroso y largo trayecto por el hielo desde la base Belgrano II:

Desde isla Berkner hasta la península Jason, es una zona que no ha sido navegada por nosotros; vuelos y sensores remotos, indican que anualmente puede abrirse un canal costanero que llega desde el norte en algunas oportunidades hasta ca-

bo Adams.

Toda esta zona, particularmente cabo Adams y hasta península Jason, la consideramos extremadamente riesgosa para navegar. En esta zona es de esperar la presencia de grandes témpanos tabulares en movimiento y hielo muy viejo, también en movimiento, y la ocurrencia de efectos de presión.

Sobre la barrera de Larsen y en las proximidades de península Jason, es posible operar con aviones con esquíes.

Siguiendo hacia el norte y acercándonos a isla Robertson, la altura de la barrera permitió el atraque y descarga de materiales.

En la actualidad, y particularmente en verano, gran cantidad de zonas con abundantes grietas paralelas al borde de la barrera y durante el descongelamiento, la aparición allí de, prácticamente, ríos de agua corriendo hacia el mar, dificultan y, muchas veces, impiden las operaciones tanto de descarga de buques directo a la barrera como de aviones con esquíes.

En esta parte de Weddell, de península Jason hasta el golfo Erebus y Terror, es frecuente en octubre y noviembre y, a veces, hasta fines de diciembre, encontrar un amplio canal despejado de hielo marino. Esta canal se cierra sorpresivamente por el desplazamiento de hielo, en su mayoría pesados bandejones, produciéndose fenómenos de presión.

En la isla Marambio (Seymour), la base aérea Marambio, donde operan aviones C-130 con ruedas, hay aviones Twin-Oter estacionados permanentemente y, durante el verano, hay helicópteros operando en apoyo de expediciones científicas. El reabastecimiento por mar se efectúa desde los fondeaderos (bahía Pingüino o bahía López de Bertodano); el gran inconveniente es el movimiento de hielos por las corrientes de marea y las interrupciones por visibilidad. Al final del verano, toda esa zona es peligrosa para la navegación por el desplazamiento hacia el golfo Erebus y Terror, de gran cantidad de hielo pesado que cubre totalmente y tiene efecto de presión.

Siguiendo hacia el norte, durante el verano, en el triángulo islas Joinville, Clarence y Orcadas, en los meses de enero y febrero aparecen campos de hielo a la deriva de bandejones pesados, a veces, hasta de 10 metros de espesor que, inclusive, dificultan a los rompehielos.

En este mismo triángulo, no existiendo hielos,

en temporales, el mar arbola mucho, particularmente a medio camino de Orcadas, provocando averías en buques y cargas.

Las zonas de Orcadas y Shetland, están descriptas en los derroteros, por lo cual, citarlos sería sobreabundar.

Para ir a bahía Margarita, en la época recomendada, puede optarse por una navegación por mar abierto, con vigilancia de témpanos y campos de hielo a la deriva a partir de la salida por el estrecho de Bismark y el posible encuentro con mar gruesa y mar de leva o una navegación más meticulosa por los canales, incluyendo el estrecho de Barlas y el fiordo Laubeuf.

Sin embargo, para esto último hay que contar con información cierta de que el canal está abierto de hielos.

En los años en que el canal Barlas/fiordo Laubeuf ha permanecido bloqueado por hielo consolidado, dicho hielo hizo dificultoso el paso del rompehielos, por lo cual no se recomienda enfrentarlo en estas condiciones para no aumentar costos operativos sin sentido.

La navegación por afuera de la isla Belgrano (Adelaida), no presenta problemas en la temporada recomendada.

Los autores prefieren navegar por las proximidades de dicha isla, utilizando cartografía inglesa y acceder a bahía Margarita por el canal Woodfield, en vez de hacerlo por el centro de la bahía en una navegación más fácil, pero con la alta probabilidad de encontrarse con hielo viejo y pesado.

Una recomendación para bases e instalaciones permanentes en bahía Margarita y más al sur (exceptuando las instalaciones en isla Belgrano/Adelaida), es que deben estar provistas de combustibles y víveres para dos años.

A6.8 Clasificación de buques

En las épocas recomendadas, y con adecuada información glaciológica disponible, buques oceánicos, no clasificados para hielo, pueden acceder a Orcadas, estrecho Antarctic norte, islas Shetland y NW de península Antártica, pudiendo llegar, inclusive, hasta la isla Belgrano (Adelaida).

Esto no lo recomiendan los autores que, utilizando la notación de hielo de la clasificación sue-

co-finlandesa, opinan que lo adecuado es:

- Zona Orcadas, Shetlands, estrecho Antarctic (sin entrar al golfo Erebus y Terror), norte y oeste de península Antártica hasta isla Belgrano (Adelaida): Clase IB, de mediados de diciembre a fines de febrero, con las recomendaciones anteriores de fechas por áreas.
- Mar de Weddell y bahía Margarita, Clase IA, atendiendo a las recomendaciones de fechas por áreas. Si el compromiso es muy al oeste en el Weddell o muy al sur en el Bellingshausen, es mejor IA super.

A6.8.1 Operaciones fuera de temporada

Sólo podemos recomendar, utilizando experiencia propia que, para operaciones de rutina invernales de fines de abril hasta mediados de noviembre o mediados de diciembre (según la rigurosidad del clima), se utiliza un buque Clase IA super.

Con esta unidad se podía acceder a las Shetlands, península, Antarctic norte y hasta el norte de isla Belgrano (Adelaida), con las dificultades climáticas y de falta de luz lógicas.

El período más dificultoso, desde el punto de vista exclusivamente del hielo marino será, con seguridad, los meses de setiembre y principios de octubre.

Para el caso de tener que dirigirse de las Shetlands o península hasta Orcadas o Sandwich, o viceversa, es más económico salir a aguas libres en la dirección más cercana, navegar por aguas libres todo al norte que sea necesario, y luego penetrar de norte a sur, buscando el trayecto más corto dentro del campo.

No tenemos experiencia ni información sobre operaciones fuera de temporada en el Weddell o Bellingshausen. Sin embargo, podemos opinar sobre la peligrosidad de estar muy al oeste en el Weddell y los fenómenos de cisura en la boca de bahía Margarita.

En algunas caletas y bahías, en condiciones invernales, se encontrarán espesores de hielo suficientes para intentar la descarga directa del rompehielos, incluyendo vehículos pesados.

A6.8.2 Helicópteros

La recomendación es que todo buque servidor logístico debería contar con ellos. Lo ideal es contar a bordo del buque logístico con dos helicópteros con las capacidades de un **Superpuma** o un **Seaking**. El equipo debe estar preparado para la prolongada operación antártica y poner especial atención en equipamiento de navegación y Homing.

A6.8.3 Embarcaciones menores

Son obligadas las embarcaciones con rampas rebatibles. También puede considerarse, si el buque madre es suficientemente grande, la utilización de un remolcador/empujador y pontones portadores con elementos auxiliares de descarga.

A6.9 Recomendación final

- Pese a ser antieconómico, desde el punto de vista de la explotación naviera, es recomendable que los barcos que operan en la Antártida sólo transporten combustible liviano.
- Tratar de resolver la logística con un buque de no más de 120 metros de eslora.

Nota final

Este muy sintético estudio parcial de los problemas para planear operaciones logísticas hacia la Antártida por medios marítimos, solo incursionó en información extra a la que figura en derroteros y otras publicaciones de vigor. Cada tema es una guía para planificar el que se deba operar realmente merece una gran ampliación.

Las opiniones expresadas son de los autores y no de las Instituciones a las que pertenecen.

A6.10 Bibliografía

Derrotero argentino -parte V-Antártida. Servicio de Hidrografía Naval. Argentina.

Weather and climate of the Antarctic. W. Schwerdtfeger.

Climatología sinóptica de la Antártida. Servicio de Hidrografía Naval.

Antarctic Journal of the United States.

Meteorología del área del pasaje Drake. W. Schwerdtfeger.

Meteorology of the Southern Hemisphere. Chester W. Newton.

Oceanographic Atlas of the polar seas. U.S.Navy Hydrographic Office.

Proyecto A.S.P.A.S. Servicio de Hidrografía Naval. Argentina.

The Antarctic Pilot. Hydrographic Department. London.

Estadísticas meteorológicas del Servicio Meteorológico de la Armada Argentina.

Atlas de hielos marinos. Emilio Ernesto Faccini. Servicio de Hidrografía Naval. Instituto Antártico Argentino, 1991.

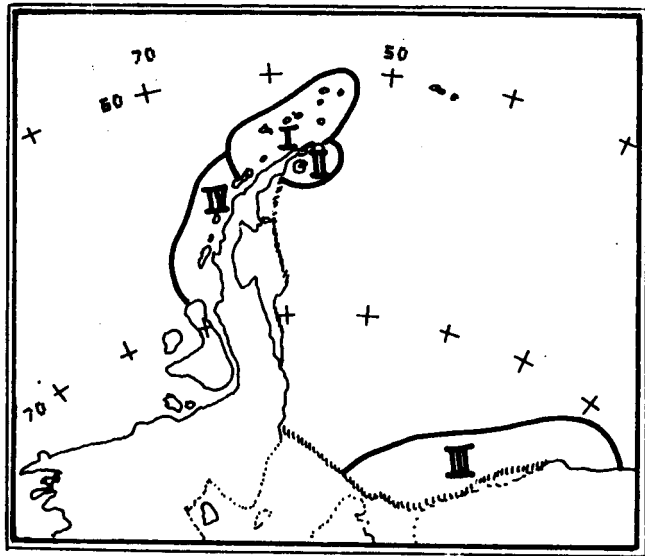


Figura 1

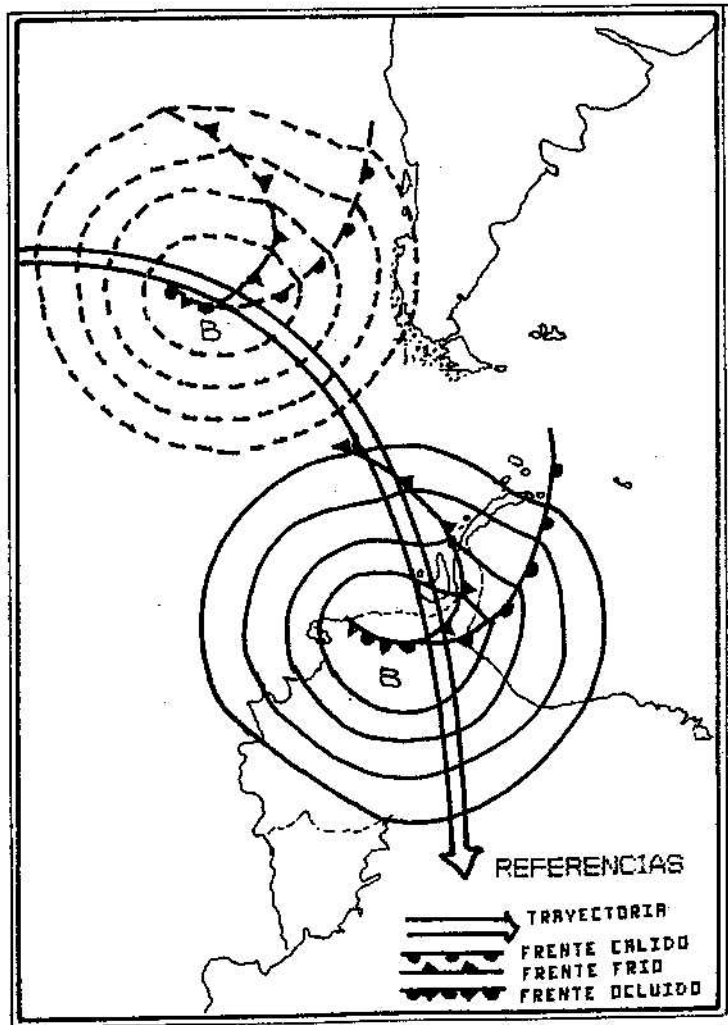


Figura 2

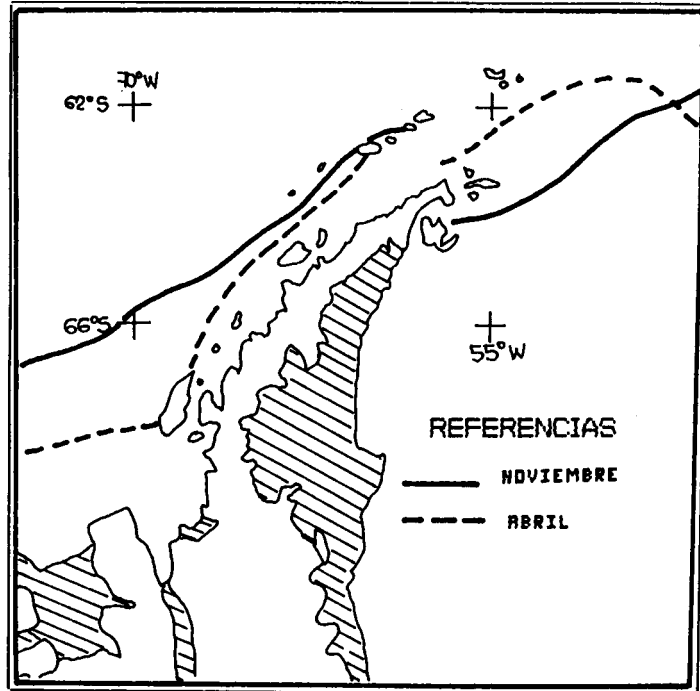


Figura 3

ZONA I

TEMPERATURAS

CABO PRIMAVERA (1977-81)				ALMIRANTE BROWN (1973-83)		
MES	TEMPERATURA MEDIA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MEDIA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	TEMPERATURA MAXIMA °C
ENERO	2.2	-2.8	9.8	1.8	-4.6	11.5
FEBREO	1.8	-3.8	9.4	1.4	-4.4	8.2
MARZO	-8.8	-7.2	7.8	8.1	-7.8	9.2
ABRIL	-2.1	-13.1	6.3	-1.8	-14.2	9.8
MAYO	-3.9	-14.3	6.4	-3.7	-17.8	8.1
JUNIO	-5.5	-17.1	4.8	-5.1	-15.7	6.9
JULIO	-9.3	-21.9	5.4	-7.4	-28.8	5.2
AGOSTO	-8.5	-25.6	4.3	-7.2	-26.8	4.5
SEPTIEMBRE	-5.6	-8.4	6.8	-5.7	-25.8	4.8
OCTUBRE	-3.8	-15.8	9.2	-3.1	-19.4	7.7
NOVIEMBRE	-8.5	-13.8	8.8	-8.5	-13.2	8.4
DICIEMBRE	1.4	-6.6	9.8	1.2	-4.5	18.6
ANUAL	-2.7			-2.5		

Figura 4

ESTACION Nº de ORDEN	PRIMAVERA	CAMARA	DECEPCION
1	CALMA	CALMA	CALMA
2	E	W	W
3	NE AL S	NW	SW

Figura 5

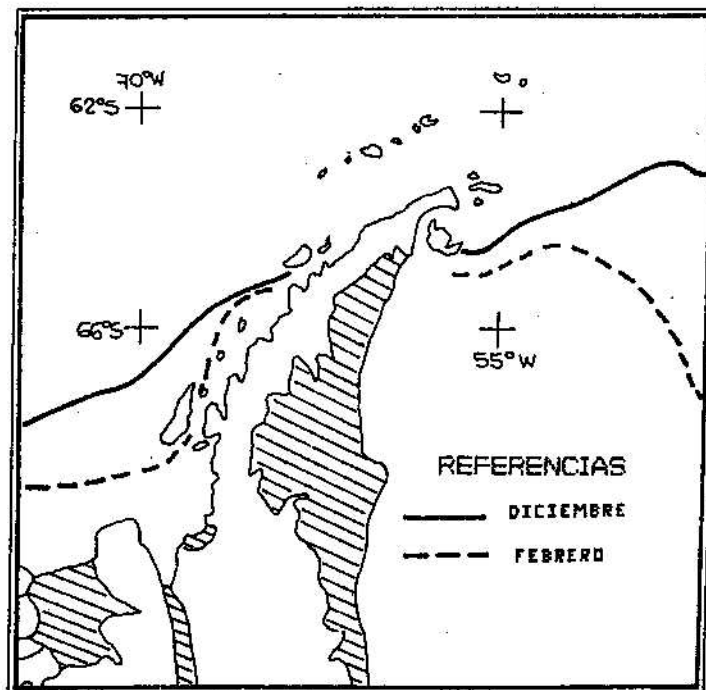


Figura 6

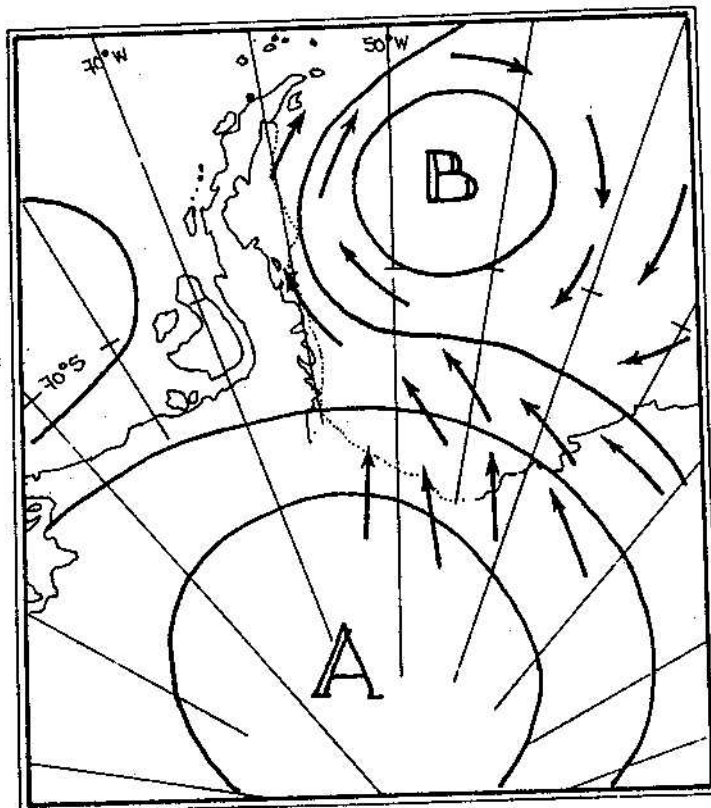


Figura 7

ZONA II

SALTOS TERMICOS DERIVADOS DE LA ROTURA DEL PACK DE HIELO

ESTACION	MES	TEMPERATURA MEDIA	VARIACION EN °C
ESPERANZA (1971-87)	SEPTIEMBRE	-7.4	+ 4 °C
	OCTUBRE	-3.4	
PETREL (1968-76)	SEPTIEMBRE	-8.9	+ 5.1 °C
	OCTUBRE	-3.8	
MARAMBIO (1971-87)	OCTUBRE	-11.5	+ 4.9 °C
	NOVIEMBRE	-6.6	
MATIENZO (1968-75)	NOVIEMBRE	-6.3	+ 4.6 °C
	DICIEMBRE	-1.7	

SALTOS TERMICOS DERIVADOS DE LA CONSOLIDACION DEL PACK DE HIELO

ESTACION	MES	TEMPERATURA MEDIA	VARIACION EN °C
ESPERANZA (1971-87)	FEBRERO	-6.2	-6.5 °C
	MARZO	-12.7	
PETREL (1968-76)	MARZO	-6.9	-4.9 °C
	ABRIL	-11.8	
MARAMBIO (1971-87)	MARZO	-4.8	-4.2 °C
	ABRIL	-9.8	
MATIENZO (1968-75)	MARZO	-3.1	-4.1 °C
	ABRIL	-7.2	

Figura B

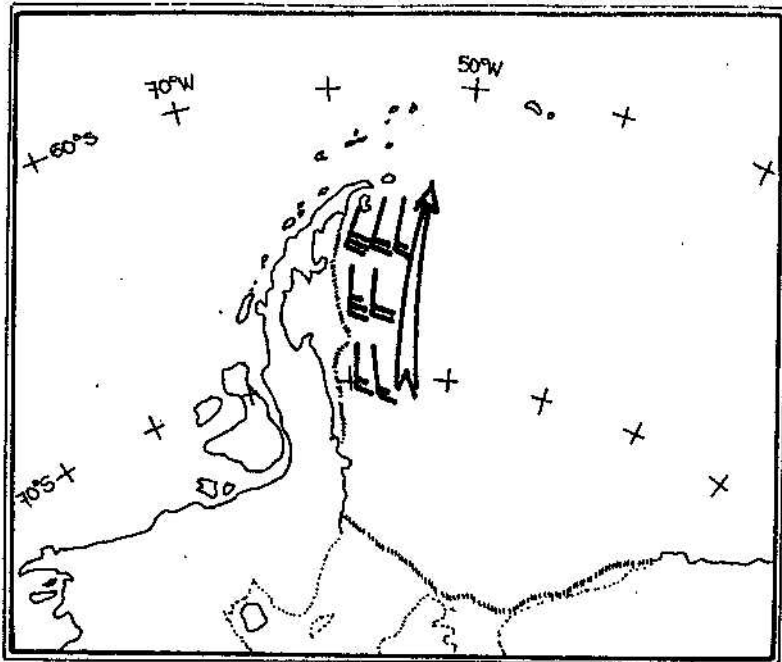


Figura 9

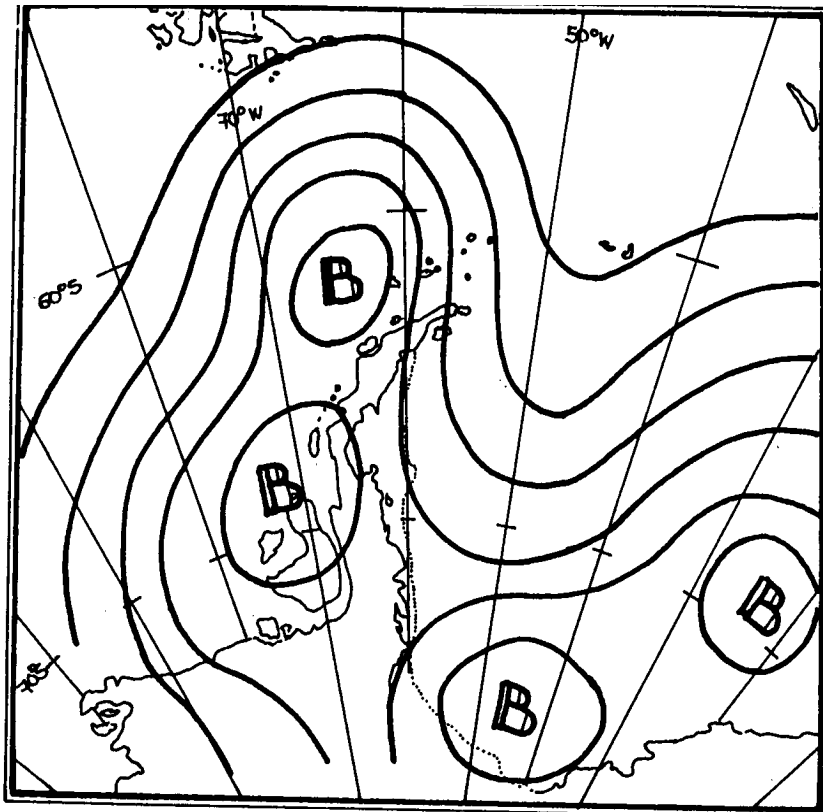


Figura 10

Figura 10

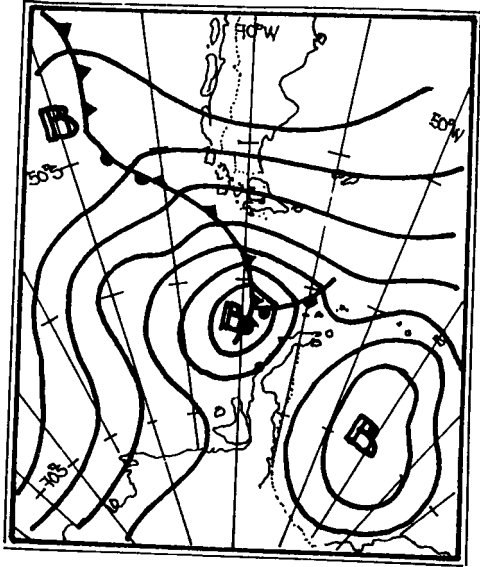


Figura 11a

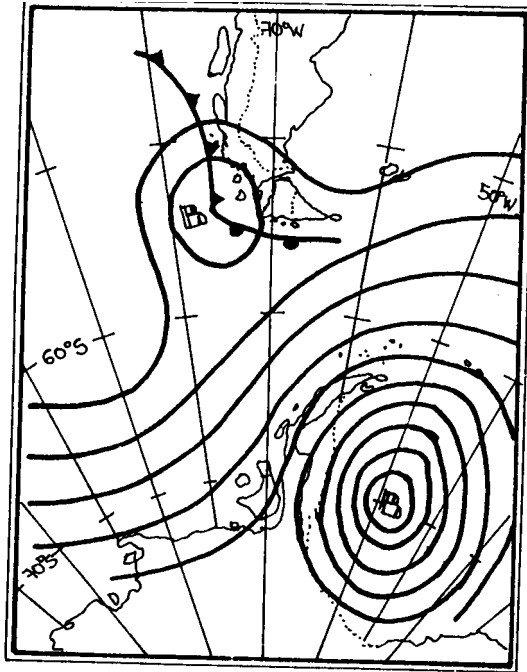


Figura 11b

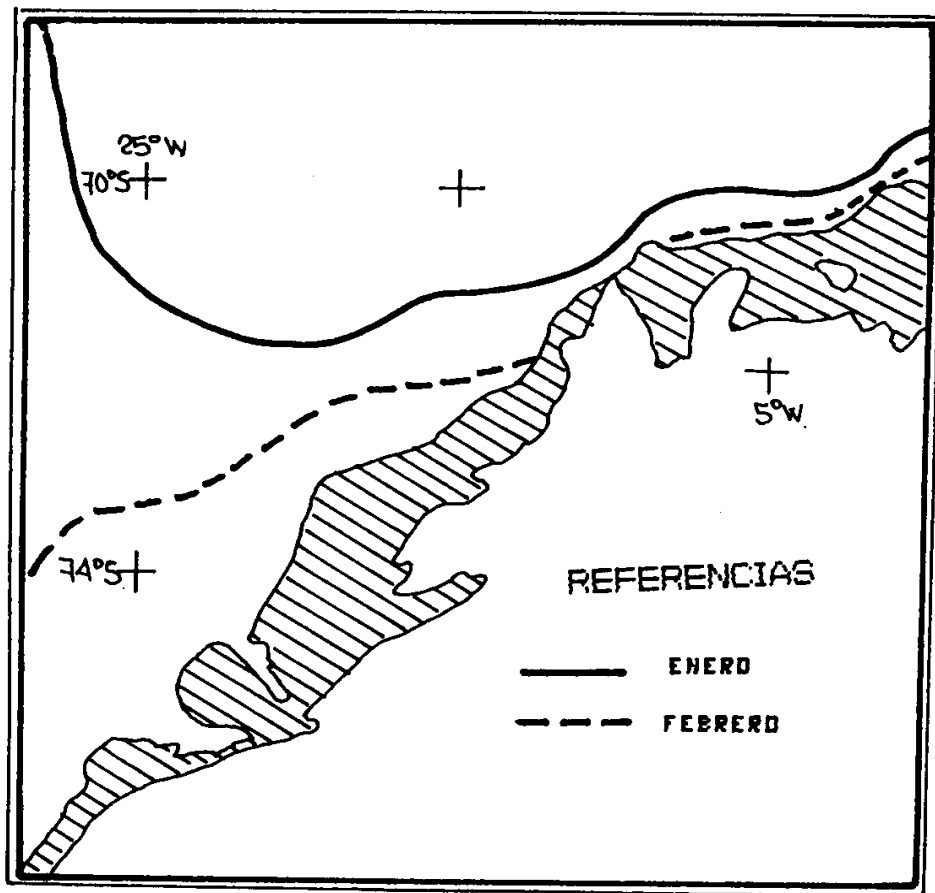


Figura 12

Figura 12

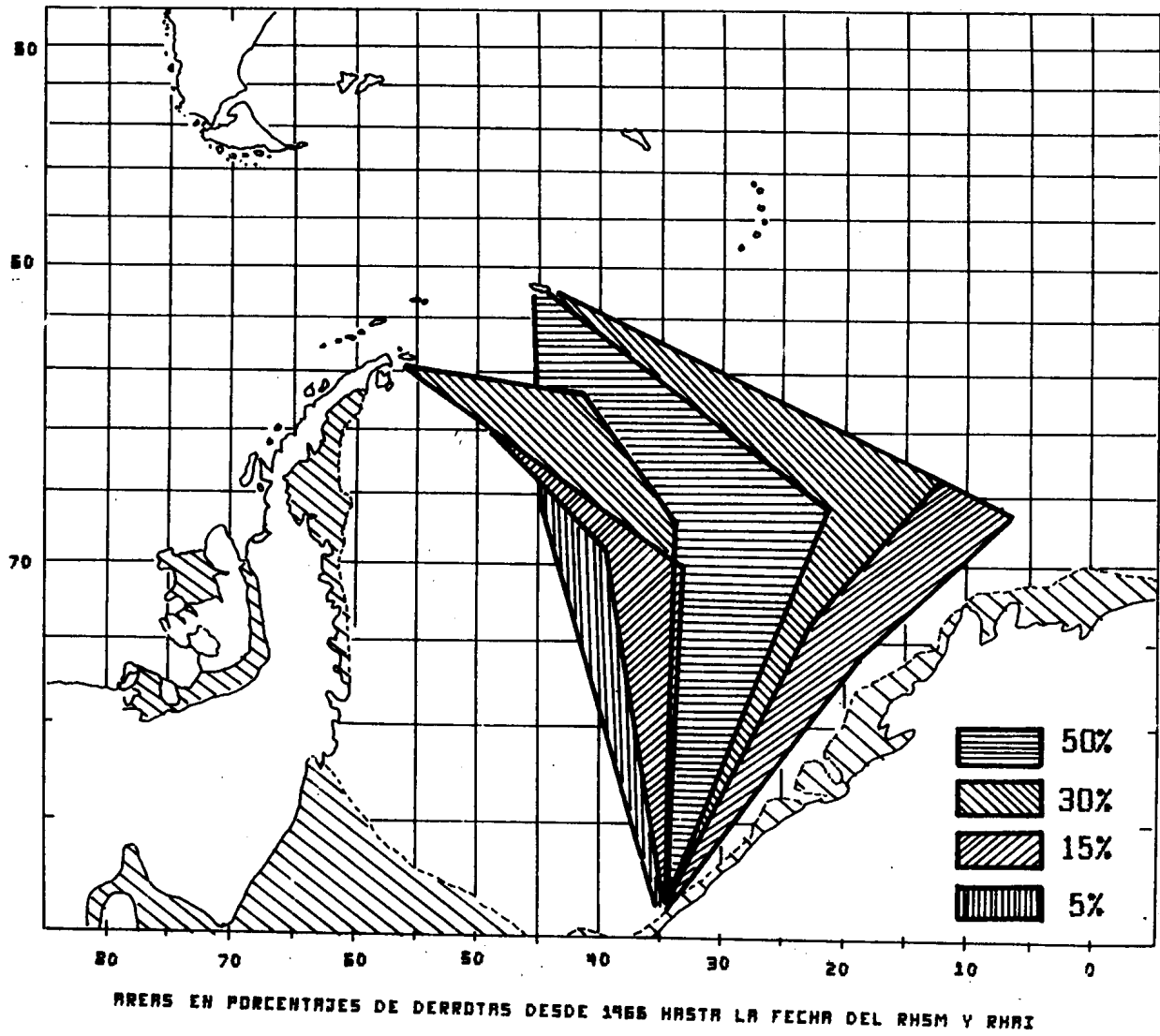
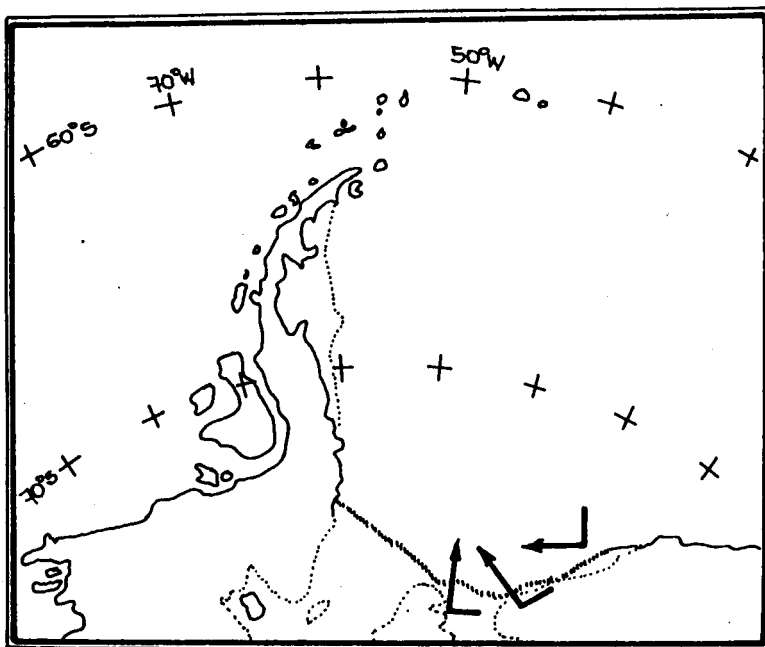


Figura 13



ZONA III
1980-87

	ENERO	FEBRERO
TEMPERATURA MEDIA	-2.6	-6.6
TEMPERATURA MAXIMA	7.3	8.0
TEMPERATURA MINIMA	-13.2	-19.7

VIENTOS	ENERO	160 (SSE) / 78
MAXIMOS	FEBRERO	050 (NE) / 75

Figura 14

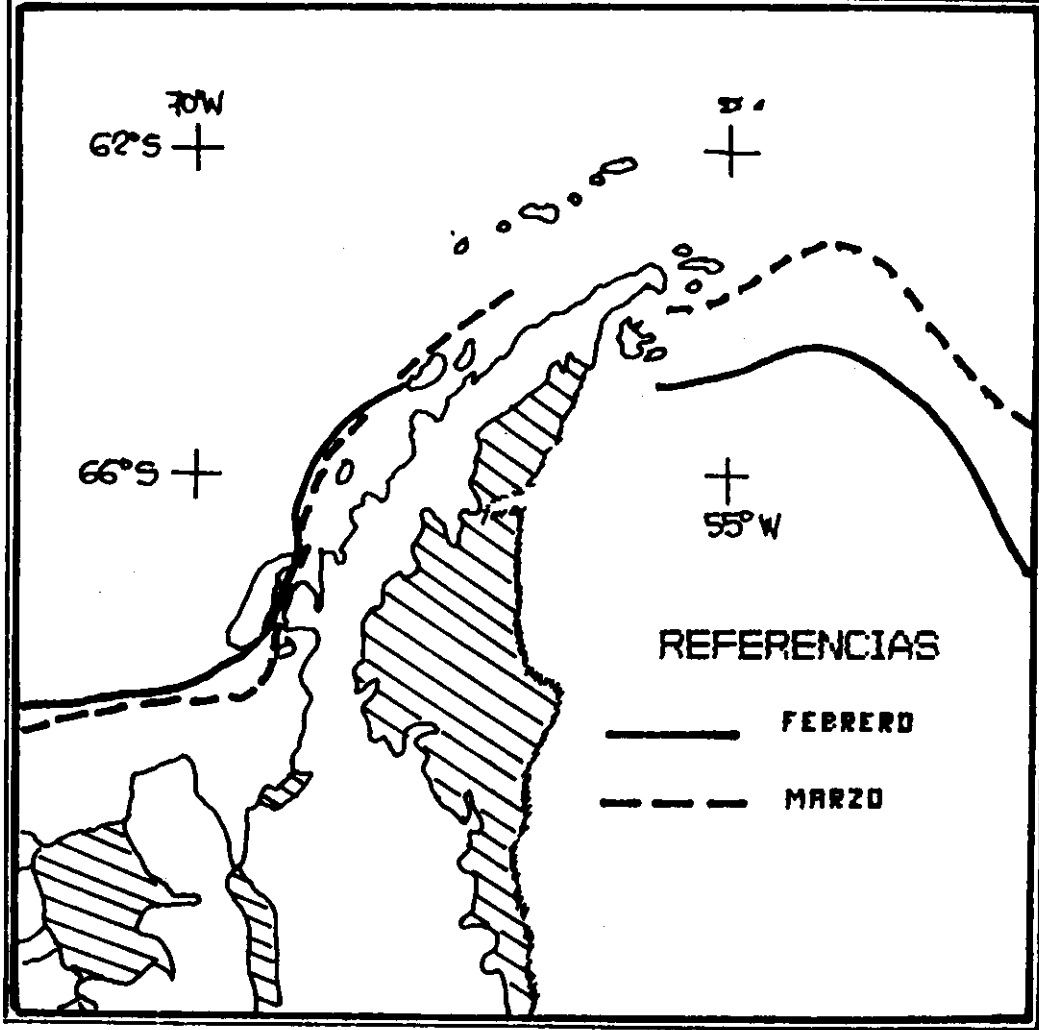
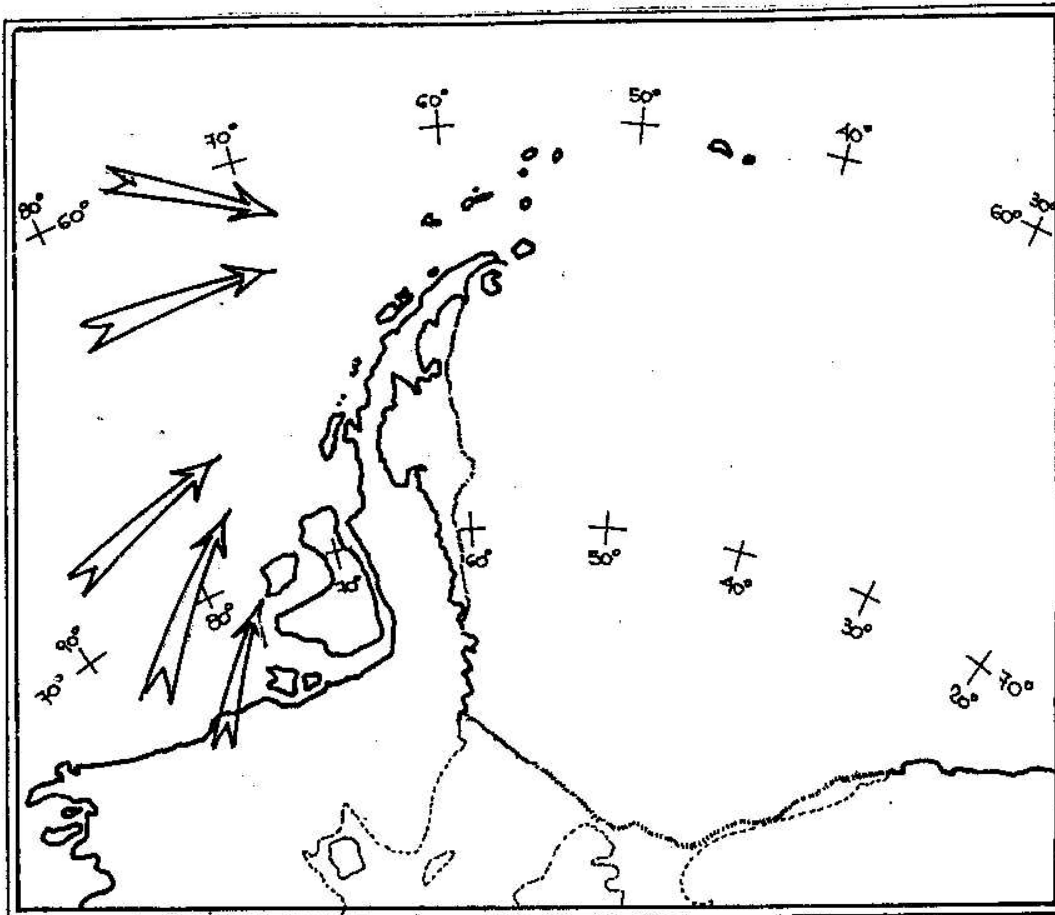


Figura 15



ZONA IV

TEMPERATURAS EXTREMAS
PERIODO 1976 - 87

	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MAXIMA	TEMPERATURA MINIMA
FEBRERO	0.0	11.4	-17.0
MARZO	-2.1	7.7	-17.6

Figura 16

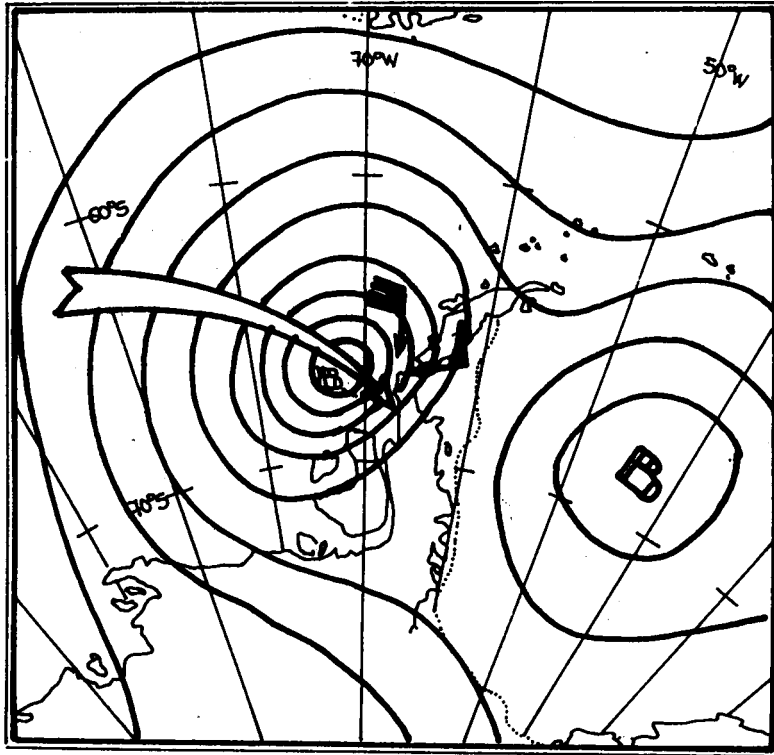


FIGURE 17

Figura 17

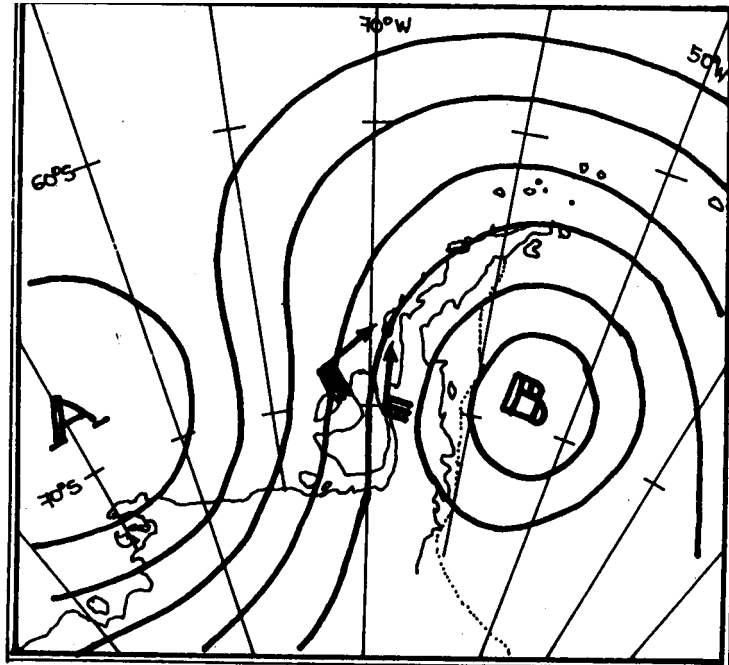
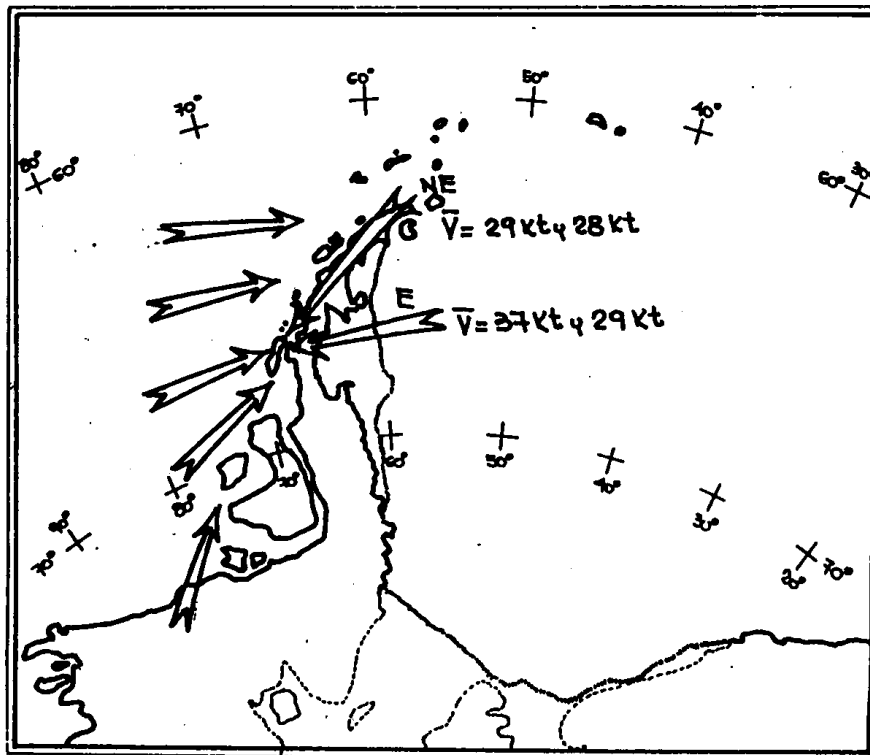


FIGURE 18

Figura 18



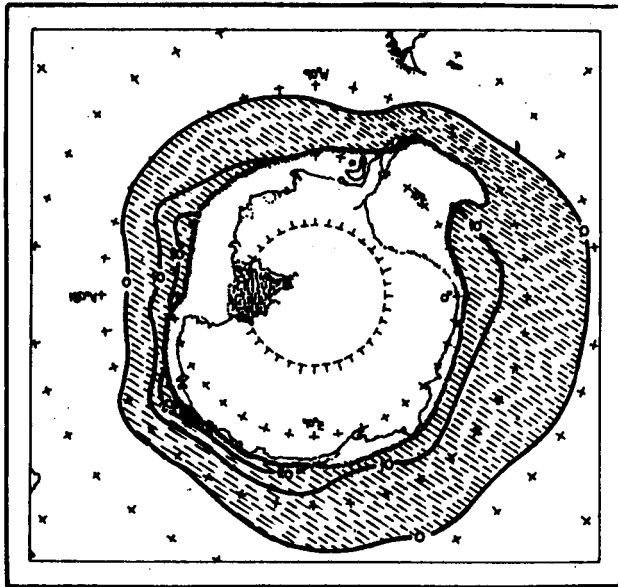
ZONA IV

PERIODO 1976 - 87

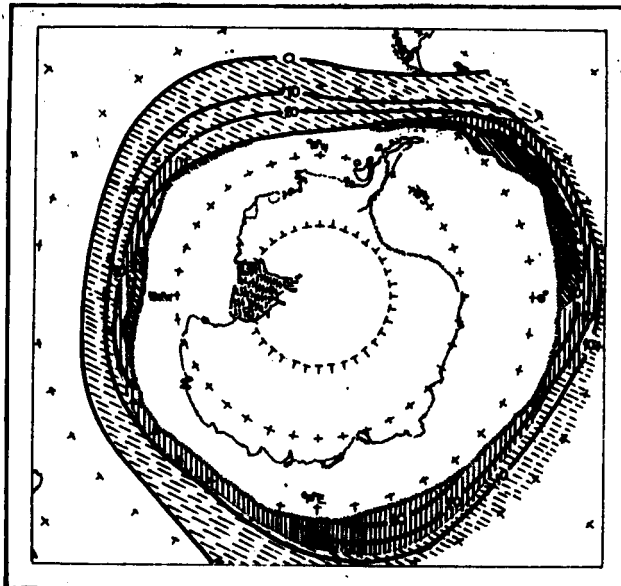
	VIENTOS MEDIOS (KT)	VIENTOS MAXIMOS (KT)
ENERO	E.-37.5 NE.29.8	090/135
FEBRERO	E.29.3	090/110

Se observa gran persistencia de vientos del este, noreste y elevada velocidad media.

Figura 19



PROBABILIDAD DE FORMACION DE HIELO EN LA SUPERESTRUCTURA. FEBRERO
 OCEANOGRAPHIC ATLAS OF THE POLAR SEAS. PART 1, ANTARTIC.
 U.S. NAVY HYDROGRAPHIC OFFICE. WASHINGTON, D.C. 1957.







PROBABILIDAD DE FORMACION DE HIELO EN LA SUPERESTRUCTURA. AGOSTO
 OCEANOGRAPHIC ATLAS OF THE POLAR SEAS. PART 1, ANTARTIC.
 U.S. NAVY HYDROGRAPHIC OFFICE. WASHINGTON, D.C. 1957.

Figura 21

ACLARACIONES

—10— Probable porcentaje de frecuencia de congelación en la superestructura de buques, basado en la ocurrencia simultánea de vientos \geq 17kt y temperatura del aire \leq -2.0 grados centigrados.

==== Limite mensual medio del hielo.

-  0-5% Porcentaje probable de frecuencia de congelación fuerte a severa en la superestructura basado en la ocurrencia probable, simultánea, de vientos \geq a 34 Kt y temperatura del aire \leq -2.0 grados centigrados.
-  5-10%
-  10-15%
-  15-20%

Apéndice 7

EL HIELO COMO OBJETO DE REGULACION JURIDICA INTERNACIONAL

A. Ernesto Molinari

TEMARIO

A7.1 Introducción

A7.2 El hielo como recurso natural

A7.3 El hielo y la protección del medio ambiente

A7.4 Navegación en aguas cubiertas de hielo

A7.5 Referencia al hielo, en el área de aplicación de instrumentos jurídicos

A7.1 Introducción

En general las formaciones de hielo pueden clasificarse en *Hielo Continental* (Continental ice sheet) agua dulce y nieve compacta acumulada sobre tierra firme; *campos de hielo a la deriva* (Pack ice), se produce a partir del congelamiento del agua de mar y *Barrera de hielo* (Ice Shelf), hielos perennes que progresivamente avanzan hacia el mar desde la tierra firme sobre el cual se asientan.

En ciertas circunstancias se producen desprendimientos de las barreras de hielo, aportando al mar hielo a la deriva en forma de témpanos.

Esta clasificación ⁽¹⁾ resulta útil para comprender los diferentes enfoques que admite el hielo como objeto de regulación jurídica.

El hielo es técnicamente un recurso mineral, económicamente interesante si se piensa en el aprovechamiento del agua dulce contenida en una de sus formas, acumulada en grandes cantidades resulta atractivo frente a las limitaciones de agua potable que se registran en ciertas zonas del mun-

do. Esta expectativa impone una respuesta jurídica específica.

En otro orden, podemos considerar al hielo como un sensible elemento de la naturaleza expuesto fácilmente a los efectos de la contaminación, en ese sentido, aparece como elemento natural protegido dentro de normas medioambientales.

Asimismo, las áreas marinas cubiertas de hielo suponen riesgos para la navegación, constituyendo otro aspecto donde el hielo promueve la necesidad de establecer una regulación jurídica.

Finalmente, podemos considerar al hielo como referente para establecer el área de aplicación de normas jurídicas.

Diferentes aspectos normativos con relación a una misma figura jurídica. Sin dudas que los 27 millones de kilómetros cúbicos del manto de hielo que cubre el continente Antártico, coloca a la corriente normativa del Sistema del Tratado Antártico como interesante modelo de regulación jurídica del hielo en todos los aspectos mencionados.

A7.2 El hielo como recurso natural

La Antártida ha generado un gran interés en relación al aprovechamiento del hielo como recurso natural. Allí se encuentra aproximadamente el 70 % del agua dulce de la Tierra y, en general, se concentra alrededor del 90 % de todo el hielo terrestre y gran parte del hielo marino existente en el planeta.

Si bien tales porcentajes difieren levemente según la literatura especializada que se consulte, quizás debido a las dificultades para establecer un cálculo absoluto, es indiscutible la preeminencia de la Antártida como reservorio de agua dulce en forma de hielo.

Tanto es así, que más allá de la especulación puramente teórica existen antecedentes de proyectos dirigidos a remolcar icebergs hacia regiones con alto déficit de agua. Entre tales proyectos, tal vez el más difundido fue el impulsado por el Príncipe Mohammed Al-Faisal de Arabia Saudita, llegándose a crear en 1977 la empresa comercial Iceberg Transport International Ltd. Con capitales saudíes y aporte científico-tecnológico francés. Naturalmente, ésta y otras iniciativas no superaron la etapa de los estudios preliminares, siendo aún incierta la viabilidad de su implementación ⁽²⁾.

Altos costos, complejidad del transporte, aislamiento del iceberg, incertidumbre sobre la tecnología a aplicar para recoger el agua en el lugar de destino, dragados, posibles efectos medioambientales por el cambio brusco de temperatura a lo largo de la ruta de remolque, figuran entre los numerosos aspectos que disminuyeron las expectativas inmediatas de remolque de hielos.

No obstante, el alejamiento de la factibilidad operativa de la explotación, los Estados Miembros del Tratado Antártico mantuvieron vigente el tema a través de las agendas de sus Reuniones Consultivas.

Si bien las cuestiones inherentes al uso del hielo antártico aparecen por primera vez en la agenda de la Reunión Consultiva de Canberra en 1983 ⁽³⁾, mereciendo un párrafo del Informe Final donde menciona la presentación de información técnica sobre posible utilización del recurso, abordar un análisis sobre la regulación jurídica del uso de hielo antártico impone tomar como punto de referencia inicial el Acta Final de la IV Reunión Consultiva Especial del Tratado Antártico

sobre Recursos Minerales Antárticos (Wellington, 1988).

La decisión expresa adoptada por las Partes Consultivas en aquella oportunidad, de no incluir al hielo dentro del concepto de “Recursos Minerales, cuya prospección, exploración y explotación se pretendía regular a través de una Convención” ⁽⁴⁾, es de gran relevancia por cuanto ubica la figura jurídica del hielo fuera de lo que aparecería como su contexto natural y promueve, en consecuencia, un nuevo espacio normativo específico para la materia.

Si bien la definición de Recursos Minerales contenida en el texto de Wellington circunscribe el concepto a “todos los recursos naturales no renovables y no vivos incluyendo los combustibles fósiles, los minerales metalíferos y no metalíferos” ⁽⁵⁾, y que tan restrictivo criterio desplaza claramente al hielo en su condición de recurso natural renovable, resulta difícil comprender que el principal recurso mineral de la Antártida quede excluido del instrumento que precisamente apuntaba a regular las actividades sobre recursos minerales en el área ⁽⁶⁾.

Sin embargo, este criterio trascenderá aquella coyuntura de negociación y la letra misma del régimen minero antártico que, recordemos, no llega a entrar en vigencia al ceder frente a una fuerte tendencia medioambientalista que finalmente se reflejará en el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección al Medio Ambiente (Madrid 1991), en cuyo artículo 7 define la pugna conservación del medio ambiente versus minería antártica prohibiendo cualquier actividad relacionada con los recursos minerales, salvo las vinculadas a la actividad científica ⁽⁷⁾.

En el Acta Final de la XI Reunión Consultiva Especial por la cual se adopta el mencionado Protocolo, se consolida la distinción entre recursos minerales e hielo en estos términos:

“La Reunión tomó nota que la explotación del hielo no era considerada una actividad relativa a los recursos minerales antárticos; se acordó, por tanto, que si la explotación de hielo llegara a resultar posible en el futuro, se entendía que serían aplicables las disposiciones del Protocolo, con excepción del Artículo 7”.

Así se cierra todo debate sobre los alcances de ambos conceptos a los efectos regulatorios. En

otras palabras, dentro del sistema normativo del Tratado Antártico *el hielo no es un recurso mineral* y tanto uno como otro deben considerarse a través de normas específicas.

Al año siguiente de concluida la negociación del régimen minero y respondiendo al mandato allí establecido, la XV Reunión Consultiva del Tratado Antártico (París, 1989) retoma aparentemente con fuerza el tratamiento de la cuestión relativa al uso del hielo antártico.

Esta vez a diferencia de anteriores oportunidades donde el tema sólo suscitaba un mero planteo informativo, se advierten tendencias más firmes para comenzar un proceso regulatorio comprensivo que complete la línea normativa iniciada con los recursos minerales.

Dentro de ese contexto, Chile impulsa la incorporación del punto en la nutrida agenda de París, en un extenso documento informativo ⁽⁸⁾ donde destaca los antecedentes del tema y la responsabilidad de los países comprometidos con la Antártida para regular el uso del recurso. La misma delegación preparó un proyecto de recomendación que finalmente es adoptado con modificaciones como Recomendación XV-21.

Así se llega a la primera y única recomendación sobre usos del hielo que hasta la fecha produjo el Sistema del Tratado Antártico.

Dicha recomendación con cautela prepara el camino para la negociación planteando a grandes rasgos los diferentes elementos que en principio ésta involucra. Esto es, reconocimiento formal de la importancia de la Antártida como reserva mundial de agua dulce; las dificultades tecnológicas existentes para aprovechar el recurso que, de superarse, “tal vez un día permitan utilizar icebergs desprendidos del continente para satisfacer necesidades de agua dulce”; sus potenciales consecuencias sobre el medio ambiente antártico y el clima mundial y la necesidad de profundizar estudios de los problemas inherentes a la actividad, antes de iniciar una explotación a escala comercial. Otorga en ese sentido un rol protagónico al Comité Científico de Investigaciones Antárticas (S.C.A.R.), a la vez que pide la incorporación del tema en la agenda de la próxima Reunión Consultiva con el objeto de asegurar su continuidad.

Desde entonces, contrariamente al mandato de París, la cuestión relativa al uso del hielo no volvió a ser considerada por los Miembros del Tratado

Antártico.

El contexto en que nace la única Recomendación que hasta la fecha tiene por objeto principal al hielo, tal vez nos explique su fracaso. La Reunión de París de 1989 es la línea divisoria entre las corrientes de intereses más importantes y contrapuestos que registrara hasta entonces la vida del Sistema del Tratado Antártico. Es allí precisamente donde el régimen minero acordado un año atrás comenzaba a sucumbir frente a un nuevo concepto del uso de la Antártida condicionado a la protección del medio ambiente. Sin dudas que la expresión “explotación comercial del hielo antártico” ya era incómoda en aquella coyuntura. De ahí que el principal recurso natural del Sexto Continente será signado por la misma suerte del régimen minero.

A7.3 El hielo y la protección del medio ambiente

Debido a sus particulares características físicas, el hielo constituye un sensible blanco de impacto para la contaminación. Esto explica las múltiples referencias a su protección en diversos instrumentos jurídicos internacionales.

Si bien el océano Austral que circunda la Antártida, principal área de acumulación de hielo del planeta, quedó intencionalmente excluido de las negociaciones que concluirían con uno de los más ambiciosos esfuerzos de codificación del Derecho Internacional de este siglo, la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar ⁽⁹⁾; recoge un breve artículo bajo el título “Zonas cubiertas de hielo”, donde expresa el derecho de los estados ribereños “a dictar y cumplir leyes y reglamentos no discriminatorios para prevenir, reducir y controlar la contaminación marina causada por buques en las zonas cubiertas de hielo dentro de los límites de la zona económica exclusiva” ⁽¹⁰⁾.

Basta esta referencia para significar la relevancia de la relación medio ambiente-hielo cuya consecuencia según concluye el texto de la Ley del Mar, puede traducirse en “daños de importancia al equilibrio ecológico o alterarlo en forma irreversible”.

El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques adoptado en 1973 y su Protocolo adicional de 1978, conocido bajo la si-

gla MARPOL 73/78, incluye a la Antártida dentro de los espacios considerados zonas especiales de protección. Sus Anexos I, II y V sobre descarga de hidrocarburos, transporte de sustancias nocivas líquidas a granel y residuos sólidos respectivamente, tutelan a la Antártida en su carácter de zona especial frente a operaciones de transporte, descarga y vertimiento de sustancias contaminantes.

El texto del régimen minero antártico, sin embargo, no menciona específicamente al hielo salvo para referirse al área de aplicación de dicho instrumento. Podemos interpretar entonces, que la figura del hielo queda incluida en la expresión “medioambiente y ecosistemas dependientes asociados” cuando de protección se trata.

En cambio, el Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente contiene múltiples referencias al hielo. Así pues dentro de los principios medioambientales establece que las actividades realizadas en el área del Tratado Antártico deben evitar producir cambios significativos en el “medioambiente atmosférico, terrestre (incluyendo el acuático) glacial y marino”⁽¹¹⁾.

En su Anexo referido a eliminación y tratamiento de residuos el protocolo prohíbe los depósitos en el hielo marino, en plataformas de hielo o en la capa de hielo terrestre de aguas residuales, residuos líquidos domésticos u otros líquidos no removidos de la Antártida⁽¹²⁾. Sólo se permite el depósito de tales residuos líquidos en pozos profundos en el hielo, cuando la ubicación de las estaciones que los generan no admiten otra forma de eliminación.

Asimismo el Anexo en cuestión no permite la introducción de ciertos productos prohibidos (pesticidas, tierra no estéril, PVC, etc.) en la tierra, plataformas de hielo o agua comprendidas en el área del Tratado Antártico.

El Anexo IV sobre prevención de la contaminación marina, siguiendo las normas del Anexo V de MARPOL 73/78 establece que los restos de comida una vez triturados o molidos podrán ser eliminados en el mar “tan lejos como sea posible de la tierra y de las plataformas de hielo y en ningún caso a menos de 12 millas náuticas de la tierra o de las plataformas de hielo más cercanas”⁽¹³⁾.

Finalmente el más reciente Anexo adoptado a partir de la firma del Protocolo medioambiental

destinado a regular sobre áreas protegidas, determina que su identificación debe tomar en cuenta, entre otros ambientes especiales, “los ejemplos representativos de los principales ecosistemas terrestres, incluidos glaciares y acuáticos y marinos”⁽¹⁴⁾.

A7.4 Navegación en aguas cubiertas de hielo

El ya mencionado breve texto de la Ley del Mar sobre zonas cubiertas de hielo, cuyo aspecto medioambiental analizamos en el apartado anterior, incluye una clara referencia a los peligros para la navegación en dichas áreas y la consecuente responsabilidad de los Estados ribereños en reglamentar el tránsito de buques, “donde la especial severidad de las condiciones climáticas y la presencia del hielo sobre esas zonas durante la mayor parte del año creen obstrucciones y peligros excepcionales para la navegación”.

En el supuesto descrito se circunscribe la regulación a las aguas comprendidas dentro de los límites de la zona económica exclusiva, pero la situación se torna más compleja cuando se trata de garantizar la seguridad de la navegación en las zonas cubiertas de hielo fuera de la jurisdicción estatal. Este último caso presenta un interesante desarrollo dentro del Sistema del Tratado Antártico para las aguas del océano Austral que circunda el continente Antártico, con status jurídico de alta mar conforme lo establece el Artículo VI del Tratado Antártico y afectadas por extensos campos de hielo avanzan y retroceden según la época del año.

Aún hoy el medio marítimo continúa siendo el principal transporte para acceder al área del Tratado Antártico, razón por la cual es constante la presencia de buques navegando en aguas con hielo prácticamente durante todo el año. Al mismo tiempo, son frecuentes los casos de situaciones peligrosas, pérdidas y naufragios o buques atrapados en el hielo a través de largos períodos.

Atentos a tales registros las Partes Consultivas del Tratado Antártico resolvieron promover a través de la cooperación internacional y fluido intercambio de información, una mayor eficacia y seguridad de la navegación marítima en el océano Austral.

A partir de la XIV Reunión Consultiva (Río de

Janeiro, 1987) se incorpora permanentemente en las agencias de trabajo el punto “Servicios de Información Meteorológica Marina y sobre Hielo Marino en el océano Austral”. Básicamente se trata de minimizar riesgos mediante información meteorológica y sobre comportamiento del hielo marino, ofrecida a los navegantes en forma completa y oportuna.

Las recomendaciones adoptadas en este sentido coinciden en optimizar los estudios sobre hielo marino, involucrando en la tarea a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el SCAR y la Comisión Oceanográfica Internacional (COI); aprovechar los avances del monitoreo por satélite de las condiciones meteorológicas y del hielo marino y del consiguiente mejoramiento de la calidad, factibilidad y contenido de sus evaluaciones y pronósticos, información con la cual, finalmente, se obtendría el óptimo trazado de las rutas de navegación en función de las condiciones meteorológicas marinas y del hielo en el mar.

Estos aspectos se complementan con el punto referido a la cooperación en la cartografía hidrográfica de las aguas antárticas que también ha sido contemplado en la corriente normativa del Tratado Antártico, tendiendo a mejorar y unificar las cartas náuticas. Entre los múltiples fundamentos que promueven la cooperación internacional en esta materia se menciona “que las condiciones del hielo marino puede conducir al desvío de los buques con respecto a las rutas conocidas, lo que requiere una ampliación de los mapas para que abarquen las aguas contiguas a tales rutas”⁽¹⁵⁾.

En el plano bilateral Argentina y Chile suscribieron en agosto de 1991 el Protocolo Específico Adicional sobre Protección del Medio ambiente Antártico, en cuyo Artículo VII referido a Preservación y Seguridad se acuerda intercambiar “información acerca de las medidas de seguridad aérea y marítima, incluyendo balizamiento, cartografía, información meteorológica y sobre hielos marinos”, dentro de las pautas establecidas por las Partes Consultivas del Tratado Antártico.

Es significativo el aumento tanto en el número como en la dimensión de los buques que navegan en aguas con hielo como así también la presencia, no frecuente aunque muy posible debido a la incidencia del cambio climático global, de témpanos a la deriva en aguas abiertas tras desprenderse de las grandes barreras de hielo en las zonas polares.

Esto último ocurrió a fines de 1991, cuando a partir de un desprendimiento sin precedentes en el área del mar de Weddell, grandes témpanos comenzaron a desplazarse hacia el norte de la península Antártica detectándose siete témpanos a la deriva. El más importante denominado A-24 tenía una superficie inicial estimada en 4.374 kilómetros cuadrados, según información recibida de satélites meteorológicos, dicha superficie fue progresivamente disminuyendo como consecuencia de la degradación causada por temperaturas del aire y del agua de mar cada vez más cálidas.

El témpano gigante A-24 continuó su derrota ascendente moviéndose a la velocidad promedio de 11 kilómetros por día, llegando algunos de sus fragmentos a alcanzar meses más tarde una latitud en aguas abiertas del océano Atlántico, coincidente con el norte de la República Oriental del Uruguay.

La Central Glaciológica del Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina estudió el desplazamiento de estos grandes témpanos a través del mar de Weddell, mar de Bellingshausen, pasaje de Drake y océano Atlántico, a la vez que advertía a los navegantes sobre la posición de los mismos sugiriendo evitar la aproximación con buques no aptos para operaciones polares.

Los riesgos que representa la presencia de témpanos a la deriva, quedan sintetizados en los siguientes párrafos contenidos en uno de los boletines informativos emitidos en esa oportunidad por el Servicio de Hidrografía Naval:

“La navegación en sus proximidades es muy peligrosa por la fragmentación de grandes trozos que incluso pueden girar sobre sí mismos produciendo un oleaje notable e imprevisto.

Existen partes de hielo sumergidas, llamados espolones, que permanecen unidos a esas verdaderas islas por cientos de metros, pudiendo al chocar contra el casco del buque, producirle serias averías.

El mayor peligro para la navegación está dado por la pequeña pero abundante fragmentación de hielo muy denso y duro, que del tamaño aproximado de una habitación, navega a flor de agua, siendo su visualización muy difícil durante el día y casi imposible durante la noche. Este tipo de hielo, llamado gruñones, rara vez es detectado por los radares de navegación.

Otra característica de estos pequeños hielos flotantes es que navegan en direcciones y velocidades muy distintas al témpano, ampliando el área de peligrosidad a más de cien millas de radio de las posiciones de los témpanos”⁽¹⁶⁾.

Tales antecedentes nos permiten concluir que es legítima la preocupación normativa referida a la seguridad de la navegación en aguas con presencia de hielo, comprometiendo a los sistemas legislativos internos de aquellos países en cuyas aguas jurisdiccionales se presentan estas características y al Derecho Internacional otorgando marco jurídico a la cooperación y consulta entre los Estados ribereños vecinos, o bien, a través de los organismos o sistemas internacionales con competencia para legislar en zonas cubiertas de hielo fuera de la jurisdicción estatal.

A7.5 Referencia al hielo, en el área de aplicación de instrumentos jurídicos

Al definirse el área de aplicación del Tratado Antártico se hace referencia expresa “a la región situada al sur de los 60° de latitud Sur, incluidas todas las barreras de hielo”⁽¹⁷⁾, asimilando de esta forma el status jurídico de la barrera de hielo al de la tierra firme.

Este criterio se aplicó a las Medidas Convenidas para la Protección de la Fauna y de la Flora en Antártida, hoy convertidas en Anexo II del Protocolo medioambiental. También se repite en el texto no vigente de la Convención para la Reglamentación de las Actividades sobre Recursos Minerales Antárticos, aunque con un criterio más amplio al referirse al continente antártico y “todas las islas antárticas, incluyendo todas las barreras de hielo al sur de los 60° de latitud Sur, y el lecho del mar y el subsuelo de áreas marinas adyacentes costa afuera hasta el fondo oceánico profundo”⁽¹⁸⁾.

La situación se modifica en parte en el caso de la Convención para la Conservación de las Focas Antárticas, la cual define su área de aplicación como el “mar al sur de los 60° de latitud Sur”, con

lo cual se pretende extender la protección de las focas más allá de las costas antárticas y las barreras de hielo. Esto se explica en razón de que la foca cangrejera (*lobodon carcinophagus*) habita en el hielo marino a la deriva⁽¹⁹⁾.

En la reciente negociación del Protocolo de Madrid, si bien se adoptó el criterio de coincidir su área de aplicación con el Artículo VI del Tratado Antártico, existieron corrientes de opinión tendientes a llevar el área de aplicación del nuevo instrumento hasta la convergencia antártica tal como la define la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (Canberra, 1982).

Esta posición, que finalmente no prosperó, consideraba que un régimen de protección ambiental efectivo no debe someterse a límites convencionales muy rígidos debido a la movilidad de los factores a controlar, tales como corrientes marinas, vientos, migración de especies e hielos⁽²⁰⁾.

NOTAS

- (1) Palazzi, R.O. “**Antártida y Archipiélagos antárticos**”, Tomo I, pág. 296. Escuela Superior de Guerra Aérea. Buenos Aires, 1987.
- (2) Naciones Unidas. Documento A/39/583 (Part I), pág. 107. 31/10/84. “**Cuestión de la Antártida**”.
- (3) XII Reunión Consultiva del Tratado Antártico.
- (4) Convención para la Reglamentación de las Actividades sobre Recursos Minerales Antárticos, Wellington, 1988.
- (5) Artículo 1 (6).
- (6) La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, al regular las actividades minerales en la zona internacional de los fondos marinos, en el Artículo 133 define los recursos como minerales sólidos, líquidos o gaseosos allí concentrados, incluidos los nódulos polimetálicos. Tales recursos, concluye el Artículo citado, una vez extraídos de la zona se denominarán “minerales”. Este novedoso criterio aplicado en la Ley del Mar a diferencia del régimen minero antártico, asimila bajo la misma figura jurídica los recursos minerales renovables y no renovables.
- (7) Molinari, A. E. “**Antártida al iniciarse la década de 1990**”, pág. 223. CARI. Ediciones Manantial, 1992.
- (8) Documento XV ATCM INE/22 “**Uso del hielo antártico**”. Paris, 1989.
- (9) Miller, S. “**The impact of UNCLOS III on the Antarctic Regime**”. Antarctic Challenge. Berlín, 1983.
- (10) Artículo 234.
- (11) Artículo 3, párrafo 2 (iii).
- (12) Protocolo al Tratado Antártico, Anexo III, Artículo 4.
- (13) Protocolo al Tratado Antártico, Anexo IV, Artículo 5.
- (14) Protocolo al Tratado Antártico, Anexo V, Artículo 3 (b).
- (15) Recomendación XV-19.
- (16) Servicio de Hidrografía Naval (Armada Argentina) Boletín informativo N° 2. Buenos Aires, 7/1/1992.
- (17) Tratado Antártico Artículo VI.
- (18) Artículo 5, “Área de aplicación”.
- (19) Genest, E. A. “**La Convención para la Conservación de las focas antárticas y el Sistema del Tratado Antártico**”. Contribución N° 21, Instituto Antártico Argentino, 1992.
- (20) Molinari, A. E., op. cit., p. 226.

NAVEGACIÓN SATELITAL

Capitán de Fragata Valentín Sanz Rodríguez

Temario:

A8.1 Fundamentos del sistema.

A8.2 Sistemas de posicionamiento satelital con cobertura global.

A8.3 Descripción del GPS.

A8.4 Estructura de la señal.

A8.5 Fundamentos de la medición de pseudodistancias derivadas de código.

A8.6 Servicios del GPS.

A8.7 Errores presentes en las observaciones de pseudodistancias derivadas de código.

A8.8 Tipos de receptores.

A8.9 Posicionamiento Diferencial.

A8.10 Empleo del GPS en la Antártida.

A8.11 Conclusiones.

Introducción.

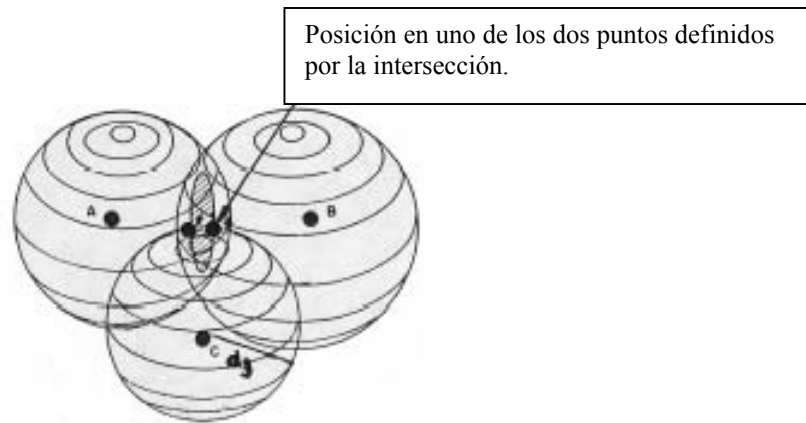
Todos los lectores conocen los fundamentos, composición y características de los sistemas de navegación satelital. El objetivo de este trabajo es recordar dichos conocimientos para facilitar la comprensión de las limitaciones de su uso en un teatro de operaciones particular, la Antártida, donde las condiciones de operación son extremas y la cartografía heterogénea e incompleta.

Con ese propósito hemos intentado simplificar los conceptos, limitando el análisis a aquellos aspectos de interés para el navegante y al método de posicionamiento instantáneo.

A8.1 Fundamentos del sistema.

Frecuentemente los navegantes medimos distancias a dos o más puntos notables de la costa para determinar la posición de nuestros buques. Los sistemas de posicionamiento satelital utilizan esta sencilla idea para determinar la posición (X, Y, Z) de un objeto en el espacio, midiendo distancias a tres o más satélites de coordenadas conocidas.

Así, cada una de esas distancias genera una esfera centrada en un satélite y la intersección de las esferas define dos puntos comunes a todas ellas, uno de los cuales corresponde a la posición buscada y el otro a una posición absurda, por encontrarse fuera del radio de la superficie terrestre.

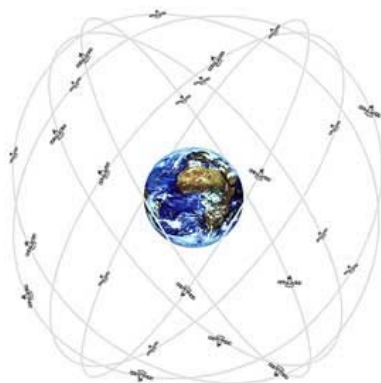


Para determinar las coordenadas de un móvil sobre la superficie de la tierra (latitud y longitud) se requiere medir distancias al menos a tres satélites. En el caso que se requiera obtener la altura de ese móvil, serán necesarios cuatro satélites.

Demás está decir que además, es imprescindible identificar a cada satélite y conocer su posición instantánea en el espacio.

A8.2 Sistemas de posicionamiento satelital con cobertura global.

Actualmente existen dos sistemas, similares en su concepción, con cobertura global. Ellos son el NAVSTAR GPS (NAVegation System with Time and Ranging Global Position System) y el GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System- GLObal'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema).



El NAVSTAR GPS fue concebido, desarrollado e instalado por el gobierno de los Estados Unidos de América (EE.UU.). Consiste en una constelación de, al menos, 24 satélites activos, dispuestos en 6 planos orbitales a aproximadamente 20200 km sobre la superficie del planeta, con un periodo de rotación de 12 horas sidéreas.

Esta disposición asegura la presencia, sobre el horizonte del observador, de al menos cuatro satélites a cualquier hora del día, proveyendo posicionamiento global en tiempo real referido al sistema geodésico WGS 84.

Por su parte, el GLONASS, concebido por la ex- Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), también contará con una constelación de 24 satélites distribuidos en 3

planos orbitales de aproximadamente 25500 Km. de radio, con el que asegurará posicionamiento en tiempo real en cualquier lugar del planeta, bajo el sistema geodésico PZ 90.02.

El estado de la constelación de satélites GLONASS al 28 de agosto de 2008 era de 14 satélites operativos, 1 satélite en mantenimiento y 1 satélite en la fase de desactivación. Para la misma fecha, el estado de la constelación de satélites GPS era de 30 satélites operativos y 1 satélites temporariamente fuera de servicio.

Los Sistemas GPS y GLONASS son sistemas autónomos, es decir, cada uno tiene su propio sistema de referencia y su propio sistema o escala de tiempo. Sin embargo, es esperable que en conjunto provean un posicionamiento global muy preciso. Para lograrlo, se ha constituido un Grupo de Trabajo para la Interoperatividad y Compatibilidad de GLONASS – GPS entre los EE.UU. y la Federación Rusa.

A8.3 Descripción del GPS.

Como ya hemos dicho, es menester conocer la posición instantánea de cada satélite. Sin embargo, no es sencillo conocerla, porque las órbitas descriptas no se corresponden perfectamente con las previstas debido a la presencia de fuerzas perturbadoras, producidas por la inhomogeneidad de la masa de la Tierra, el efecto de marea, la presión de la radiación solar, la fricción atmosférica, el viento solar, los campos magnéticos, etc.

Algunos de estos factores pueden ser modelados matemáticamente, permitiendo predecir aproximadamente cómo se apartará la órbita real del modelo teórico.

Para hacerlo, el sistema GPS dispone de un conjunto de estaciones terrestres (“Segmento de Control”) que realiza un seguimiento pasivo de todos los satélites (“Segmento Espacial”), procesa la información recibida realizando una predicción de los parámetros que definen sus órbitas y actualiza el “mensaje de navegación” que será transmitido por cada satélite.

Este “Segmento de Control” está compuesto por una Estación Maestra de Control (MCS - Master Control Station en Colorado Springs), una Estación Maestra de Control de Resguardo (BMSC - Back-Up Master Control Station en Gaithersburg, estado de Maryland) y cuatro Estaciones de Control (MS – Monitor Station en Hawai, Ascensión, Diego García e Islas Marshall) repartidas a lo largo de la superficie terrestre y próximas al Ecuador (recientemente se han incorporado dos MS más al sistema). Desde finales del año 2005 se está ejecutando un plan de potenciación del sistema y se están incorporando 11 estaciones de la NGA (National Geospatial-Intelligence Agency).



El “Segmento de Control” cuenta con relojes atómicos sumamente estables para el mantenimiento del Tiempo Oficial del Sistema (llamado Hora GPS) y lograr la imprescindible sincronización horaria. Los satélites también poseen relojes atómicos, pero los mismos sufren algunas derivas, producto entre otros motivos de las leyes de la relatividad (el tiempo “arriba” transcurre más lentamente que en la superficie). El Segmento de Control calcula y transmite a cada satélite las correcciones para su inclusión en el mensaje de navegación.

El Segmento de Control envía a cada satélite toda la información actualizada a través de tres Antenas Terrestres (GA – Ground Antennas en Ascensión, Diego García e Islas Marshall), para que a su vez ellos la retransmitan en sus mensajes de navegación como “efemérides difundidas”. Así es como el conjunto de receptores (“Segmento de los Usuarios”) conocerá con aceptable precisión la posición de los satélites observados.

Desde el punto de vista del usuario, todas estas operaciones que realiza el “Segmento de Control” ocurren sin que se percate de ello.

Por otra parte, el Segmento de Control, a través del Centro Informativo de la Navegación del Coast Guard, difunde las condiciones de funcionamiento del sistema, mediante los Notice Advisory to NAVSTAR Users (NANU).

Cabe señalar que el GLONASS también provee información sobre la condición de su Segmento Espacial, a través de los Notice Advisory to GLONASS Users (NAGU).

A8.4 Estructura de la señal.

Los relojes atómicos a bordo de los satélites generan una frecuencia fundamental f_0 con una estabilidad en el rango de 10^{-13} . De ella se van a derivar todas las demás frecuencias y señales generadas en el satélite.

A8.4.1 Portadoras.

Dos señales portadoras en la banda L, llamadas L1 y L2 (Link 1 y Link 2), son generadas por todos los satélites de la constelación NAVSTAR GPS mediante la multiplicación entera de f_0 por 154 y 120, respectivamente.

$$f_0 = 10,23 \text{ Mhz}$$

$$L1 \quad 154 \times f_0 = \quad 1575,42 \text{ Mhz} \quad \lambda_1 = 19,04 \text{ cm.}$$

$$L2 \quad 120 \times f_0 = \quad 1227,60 \text{ Mhz} \quad \lambda_2 = 24,44 \text{ cm}$$

Estas frecuencias se han elegido porque, estando en la zona del espectro menos afectada por alteraciones de propagación de la ionósfera, están lo suficientemente separadas para permitir, en receptores bifrecuencia, el cálculo del retraso ionosférico.

Cabe mencionar que todos los satélites de la constelación NAVSTAR GPS transmiten en las mismas frecuencias. En cambio los satélites de la constelación GLONASS transmiten en frecuencias diferentes, excepto los satélites que se encuentran en posiciones opuestas del mismo plano orbital.

A8.4.2 Códigos pseudoaleatorios.

Los códigos pseudoaleatorios (PRN – PseudoRandom Noise) son secuencias ordenadas, fijas y conocidas de “ceros” y “unos”, que son modulados sobre las portadoras L1 y L2.

Cada satélite emite su propio código PRN generado por medio de una modulación en fase (PM – Phase Modulation) de la portadora. Es decir que cada código PRN permite identificar a cada satélite aunque todos los satélites transmitan en las mismas frecuencias.

Existen dos tipos de códigos pseudoaleatorios PRN. El código C/A (Coarse / clear acquisition), con una frecuencia igual a $f_0 / 10$, el cual se repite cada milisegundo y el código P (Precision / protected code) con una frecuencia igual a f_0 , repetido aproximadamente cada 266,4 días. Cada bit del código CA se corresponde con una distancia aproximada de 293 metros, mientras que en el código P se corresponde con una distancia aproximada de 29,3 metros.

La portadora L1 está modulada con ambos Códigos, el P y el C/A, con un desfase de 90°, que se aplica para evitar la interferencia de los dos códigos sobre la misma portadora.

La portadora L2 está normalmente modulada sólo por el Código P, aunque bajo ciertas circunstancias, el satélite puede realizar la modulación de la L2 con el Código C/A.

CÓDIGO	FRECUENCIA	PORTADORA
C/A	$f_0 / 10 = 1,023 \text{ Mhz}$	L1
P	$f_0 = 10,23 \text{ Mhz}$	L1 y L2

La mayor frecuencia del código P implica menor longitud de onda y por ende mayor discriminación (precisión).

Cabe aclarar que desde el 31 de enero de 1994 se procedió a cifrar el Código P, por lo que se lo denomina Código Y.

A8.4.3 Mensaje de navegación.

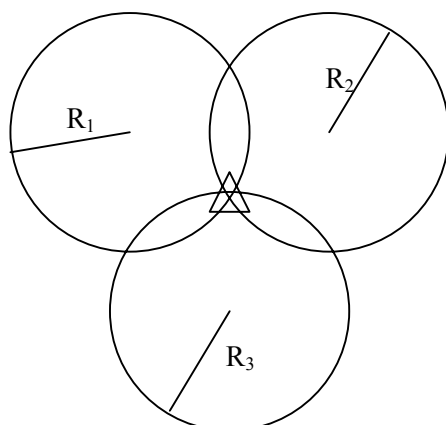
Sobre las portadoras L1 y L2, moduladas con los códigos vistos en el punto anterior, se añaden los datos que constituyen el “mensaje de navegación”.

Este mensaje contiene información de los parámetros orbitales, el estado de los relojes de los satélites, el momento de transmisión del mensaje de navegación, la salud del satélite, la posición aproximada de otros satélites, los parámetros de los modelos de retardos de propagación y otros datos que necesita el receptor para realizar el cálculo de la posición. Se trata de una cadena de datos transmitida a una frecuencia de 50 Hz. y consiste en 25 grupos de datos, cada uno de ellos con una longitud de 1.500 bits. El mensaje de navegación completo (37.500 bits) demora 12,5 minutos en ser transmitido.

A8.5 Fundamentos de la medición de pseudodistancias derivadas de código.

Como ya hemos visto, la solución a los problemas planteados la provee el propio satélite. Cada código PRN es emitido a determinadas horas exactas del sistema de tiempo GPS. A esa hora exacta, según el reloj del receptor, éste comienza a generar una réplica del código correspondiente al satélite en cuestión. El receptor correlacionará entonces

ambos códigos y desfazará la réplica para que coincida con el recibido. El retardo necesario para lograr la coincidencia será igual al Tiempo de Llegada (TOA – Time of Arriving) de la señal.



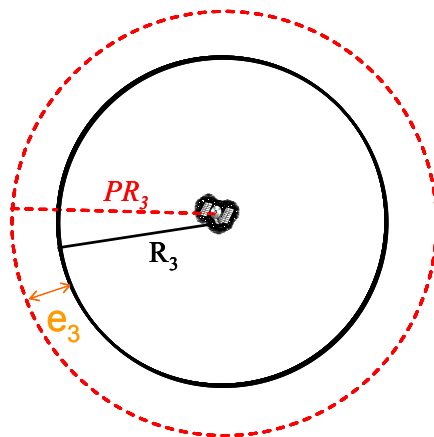
Así, considerando que se trata de ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz (c), el receptor calcula la distancia (R) entre el satélite y el receptor.

Sin embargo, debemos considerar que los errores de los relojes del satélite y del receptor, como también las alteraciones que produce la atmósfera sobre la propagación de la señal, introducen errores en la distancia calculada (recordemos que un error de 1 microsegundo equivale a 300 metros de error en distancia). Por eso, llamaremos al valor obtenido "Pseudodistancia" (PR).

$$PR = c \cdot TOA$$

Si el reloj del receptor GPS, estuviera perfectamente sincronizado con el reloj del satélite, el valor de la pseudodistancia PR calculada por el receptor debería ser igual a la distancia geométrica (R) entre el satélite y el usuario.

Pero ocurre que es físicamente imposible ajustar de forma exacta los relojes de los receptores con los de los satélites. Por lo tanto, los relojes de los receptores poseen un error del reloj (CB -Clock Bias) y convenimos en llamar (e) al error en distancia debido al error del reloj CB.

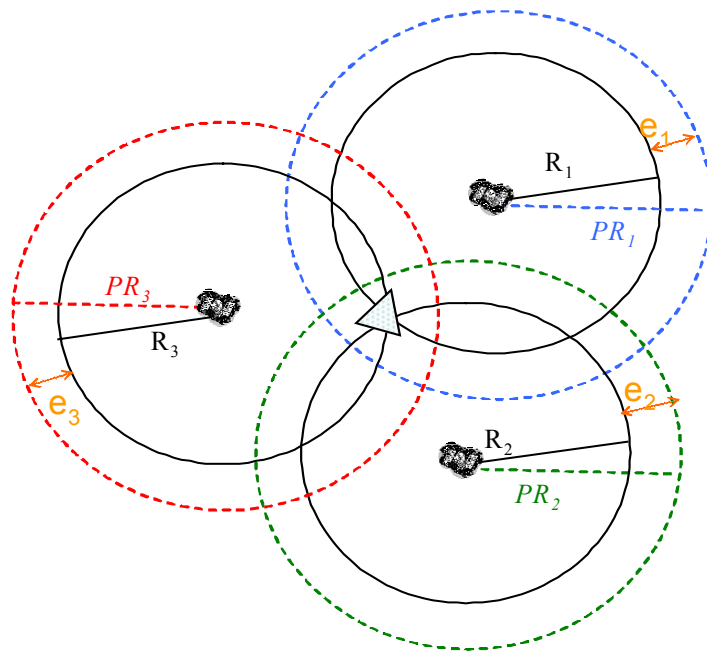


$$R = PR \pm e = c \cdot TOA \pm e$$

El receptor puede determinar varias pseudodistancias PR, ya que con los datos del mensaje de navegación puede conocer qué satélites tiene a la vista y generar una réplica de sus respectivos códigos PRN.

Sin embargo, debido a los errores mencionados, con las pseudodistancias obtenidas de tres satélites obtendremos una posición errónea.

La solución radica en que el receptor realice mediciones a un cuarto satélite para poder resolver un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas (coordenadas X, Y, Z y el error del reloj del receptor CB).



A8.6 Servicios del GPS.

Existen dos categorías de servicios GPS, conforme los requerimientos de exactitud. Estos servicios se conocen con el nombre de Precise Positioning System (PPS) y el Standard Positioning Service (SPS). Funcionalmente, el PPS y SPS son muy parecidos, la diferencia esencial entre ellos es la exactitud proporcionada.

El SPS, basado en el uso del código C/A, está disponible para todos los usuarios y el PPS, basado en el uso del código P en combinación con el C/A, está reservado para usuarios autorizados. La restricción se logra mediante el encriptamiento (antispoofing) del código, que pasa a denominarse “código Y”.

A8.7 Errores presentes en las observaciones de pseudodistancias derivadas de código.

Cabe aclarar que el Departamento de Defensa de los EE.UU. posee la capacidad de incrementar los errores que aquí se describirán, activando la llamada Disponibilidad Selectiva (SA – Selective Availability). La SA introduce desvíos en la información referente a las órbitas de los satélites y a sus relojes, lo que permite introducir errores intencionales que degradan la precisión de la posición. Su finalidad es limitar la precisión en el posicionamiento para aquellos usuarios que no están capacitados para descifrar los parámetros de corrección de la SA (usuarios del servicio SPS).

La SA estuvo activada desde la puesta en operación del sistema, hasta la medianoche del 1 de Mayo del año 2000, en que fue desactivada.

Nos referiremos sólo a aquellos errores que afectan a las observaciones GPS realizadas con el método de medición de pseudodistancias PR derivadas del código C/A, por ser el utilizado por la mayoría de los receptores náuticos.

Así, además del error de distancia (e) ya mencionado, las observaciones del receptor estarán afectadas por otros que denominaremos (ε).

$$R = PR \pm e \pm \varepsilon = c \cdot TOA \pm e \pm \varepsilon$$

A8.7.1 Errores dependientes del satélite:

Son los errores orbitales y del reloj del satélite, los cuales se compensan con los datos contenidos en el mensaje de navegación. Sin embargo, pueden subsistir errores residuales, debido a que los datos orbitales son predicciones y a que los relojes, además de errores sistemáticos, poseen otros aleatorios que no pueden ser modelados.

A8.7.1.1 El error orbital:

El error orbital es la diferencia existente entre la posición del satélite transmitida en el mensaje de navegación y la verdadera posición del satélite en el espacio.

A8.7.1.2 El reloj del satélite:

Los relojes de los satélites tienen una gran estabilidad en frecuencia, pero a pesar de ello, sufren ciertas derivas que pueden ser modeladas matemáticamente.

A8.7.1.3 Error relativista:

La deriva producida en los relojes de los satélites ya fue explicada en el Punto 3.

A8.7.1.4 Retardos instrumentales en el satélite:

Se producen retardos debido al recorrido de las señales a través de antenas, cables, circuitos y filtros del satélite.

A8.7.2 Errores dependientes del receptor:

A8.7.2.1 El error del reloj (CB – Clock Bias):

La calidad de los relojes de los receptores está estrechamente ligada a su precio. Los errores producidos por el reloj del receptor son muy difíciles de modelar, pero se reducen observando cuatro o más satélites, como se explicó anteriormente en el Punto 5.

De esta manera, para determinar las coordenadas X, Y, Z del receptor, es necesario observar 4 satélites, de modo de obtener un sistema de 4 ecuaciones con 4 incógnitas que pueda ser resuelto matemáticamente.

A8.7.2.2 Retardos instrumentales en el receptor:

Se producen retardos debido al recorrido de las señales a través de antenas, cables, circuitos y filtros del receptor.

A8.7.3 Errores dependientes del medio de propagación:

Son los retardos producidos por la propagación de la señal en la ionosfera y en la troposfera. Ambos retardos hacen recomendable la selección de una máscara de elevación de 15° a 20° para aceptar los satélites a utilizar.

A8.7.3.1 Retardo Ionosférico:

La ionosfera se extiende desde unos 70 Km hasta más de 700 Km de altura. En ella, la luz ultravioleta ioniza las moléculas de la atmósfera residual, liberando electrones. La densidad de estos electrones es muy variable, pero es máxima durante las horas diurnas y mínima durante la noche. La variación de la densidad de electrones libres modifica la velocidad de propagación de la señal. Se considera que su efecto sobre la determinación de las distancias alcanza los 3 metros durante la noche y los 15 metros durante el día.

Por otra parte, también es importante considerar el ángulo de incidencia de la señal en su paso por la ionosfera, ya que a menor ángulo de elevación sobre el horizonte, mayor camino recorrerá en ese medio dispersante. Este efecto triplica el error mencionado en el párrafo anterior para ángulos de elevación de 10°.

Cabe aclarar que el mensaje de navegación contiene datos que le permiten al receptor modelar el grueso de este retardo, reduciendo su efecto entre un 50% y un 60%.

A8.7.3.2 Retardo Troposférico:

La troposfera es la zona de la atmósfera más próxima a la superficie de la Tierra y se extiende hasta los 15 Km de altura. Como la troposfera no es un medio dispersivo como la ionosfera para las ondas de banda L, la velocidad de propagación sólo se ve afectada por las concentraciones de vapor de agua y de otros componentes. En los receptores de navegación, el valor local de refracción es estimado a distintas cotas para valores de atmósfera estándar, lo que permite compensar el retardo troposférico, subsistiendo errores residuales del orden de 2 decímetros a 1 metro para satélites bajos.

A8.7.4 Errores en la observación:

Es el error de multipaso (multipath), producido porque la señal procedente de la antena del satélite llega a la antena del receptor por distintos caminos, debido a la

proximidad de estructuras reflectantes. El error producido no es modelable. Puede minimizarse, alejando la antena de objetos reflectantes.

A8.7.5 Cuantificación total de los errores.

La precisión obtenida en el cálculo de la posición está determinada por dos importantes factores. El primero, es el error que se comete en la medición de las pseudodistancias PR a cada satélite. El segundo, es la configuración geométrica que presenta, durante la recepción de datos, el conjunto formado por el receptor y los satélites que tiene en seguimiento.

Es importante conocer estos dos factores, porque permiten entender las limitaciones del GPS y pronosticar los márgenes de precisión.

A8.7.5.1 Error en la medición de pseudodistancias PR:

A este error se lo denomina error equivalente en distancia para el usuario UERE (User Equivalent Range Error), que permite establecer, al 68 % de probabilidad, la afectación total que los errores accidentales tendrán sobre las medidas de distancias.

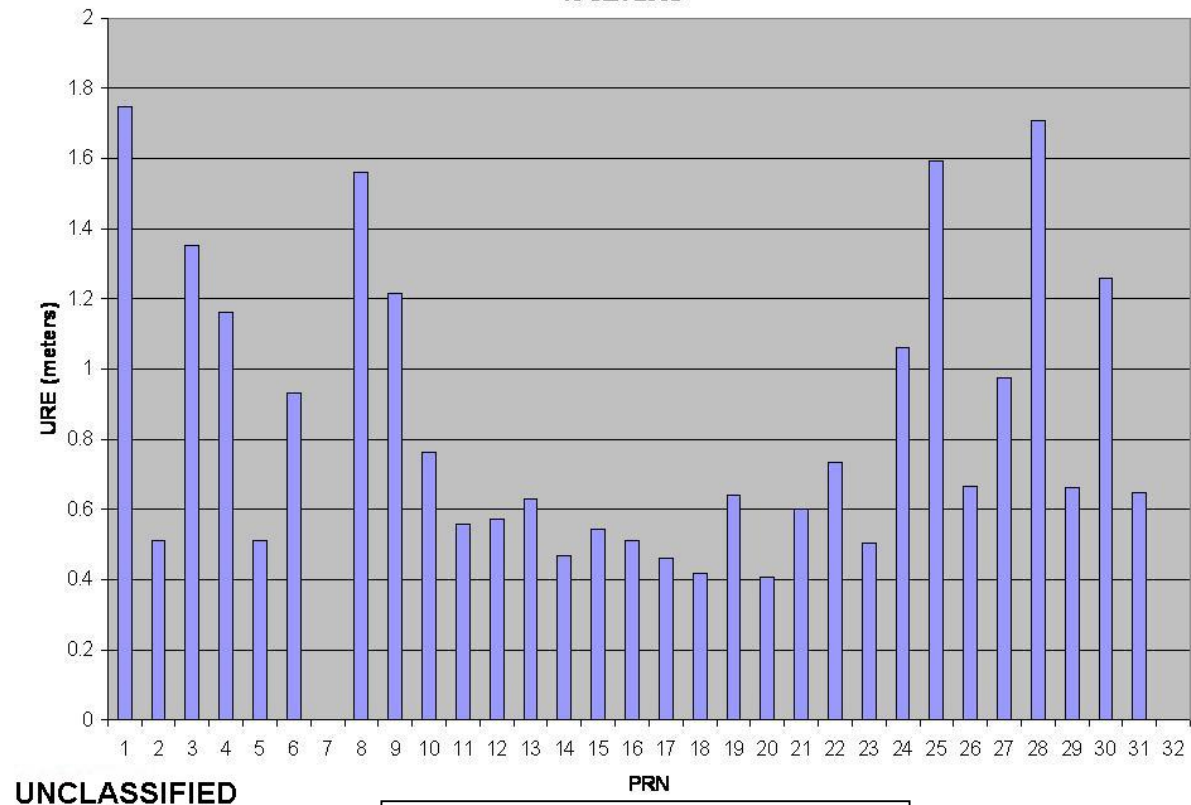
El valor del UERE depende, a su vez, de la combinación de otra categoría de errores, los llamados UEE (User Equipment Error) y URE (User Range Error).

$$UERE = \sqrt{UEE^2 + URE^2}$$

El UEE, estimado para sus receptores por algunos fabricantes, representa los errores de los que es responsable el receptor, cuya calidad define la precisión con que obtendrá la información (precisión para realizar el seguimiento de las secuencias PRN de cada satélite, error del reloj CB, ruidos internos, errores residuales de los modelos de propagación, multipaso, interferencia en la recepción de la señal, etc.).

El URE representa los errores de los que es responsable el propio sistema GPS y suponen el grueso de los errores percibidos por el usuario (datos orbitales, estabilidad de los relojes de los satélites, errores en la transmisión del mensaje de navegación, etc.). El Gobierno de los EE.UU. se compromete a mantener, al 68 % de probabilidad, un estándar de operatividad del sistema GPS con un URE \leq 6 metros.

User Range Error Assessment
10-Jan-2008

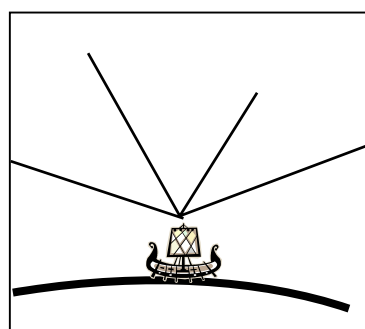


UNCLASSIFIED

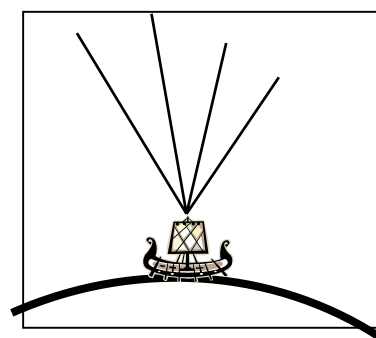
Evaluación de Errores de los satélites

A8.7.5.2 Factor de reducción de la precisión (DOP):

En forma análoga a lo que ocurre en el posicionamiento con puntos geográficos, la distribución geométrica de los satélites observados es importante. La figura geométrica generada por los satélites observados respecto del receptor, define un estimador llamado Reducción de la Precisión (DOP – Dilution Of Precision). Es un factor de amplificación que multiplica el UERE e incrementa el error en la solución de la posición.



PDOP = BUENO



PDOP = MALO

Una buena distribución es aquella en la que se observan tres satélites separados 120° entre sí, con la menor elevación posible sobre la máscara de elevación y un cuarto satélite en el cenit. Contrariamente, una gran concentración de los satélites en un sector o demasiado elevados, generará una mala precisión.

El DOP, según la dimensión considerada, puede descomponerse en los siguientes factores:

- VDOP: DOP en el eje vertical.
- HDOP: DOP en el plano horizontal.
- TDOP: DOP del tiempo.
- PDOP: DOP de la posición ($PDOP^2 = HDOP^2 + VDOP^2$).
- GDOP: DOP geométrico ($GDOP^2 = PDOP^2 + TDOP^2$)

El más utilizado en receptores de navegación es el PDOP, que representa un valor inverso al volumen de la figura geométrica formada por los satélites y el receptor. Es decir, la mejor precisión la dará una distribución que genere el mayor volumen y por lo tanto, que tenga el menor PDOP. Se considera que la distribución que genere un PDOP superior a 6, debe ser desechada. El Gobierno de los EE.UU. se compromete a mantener, al 68 % de probabilidad, un estándar de operatividad del sistema GPS con un $PDOP \leq 6$.

Existen productos que permiten obtener información sobre la precisión del sistema. EL Centro de Operaciones GPS (GPSOC) produce modelos de predicción y de post-procesamiento de la exactitud del sistema.

El GPSOC realiza predicciones a 72 horas de PDOP y de Error de Posición al 95 % de probabilidad, que muestran cuál será el rendimiento del GPS en el área de interés.

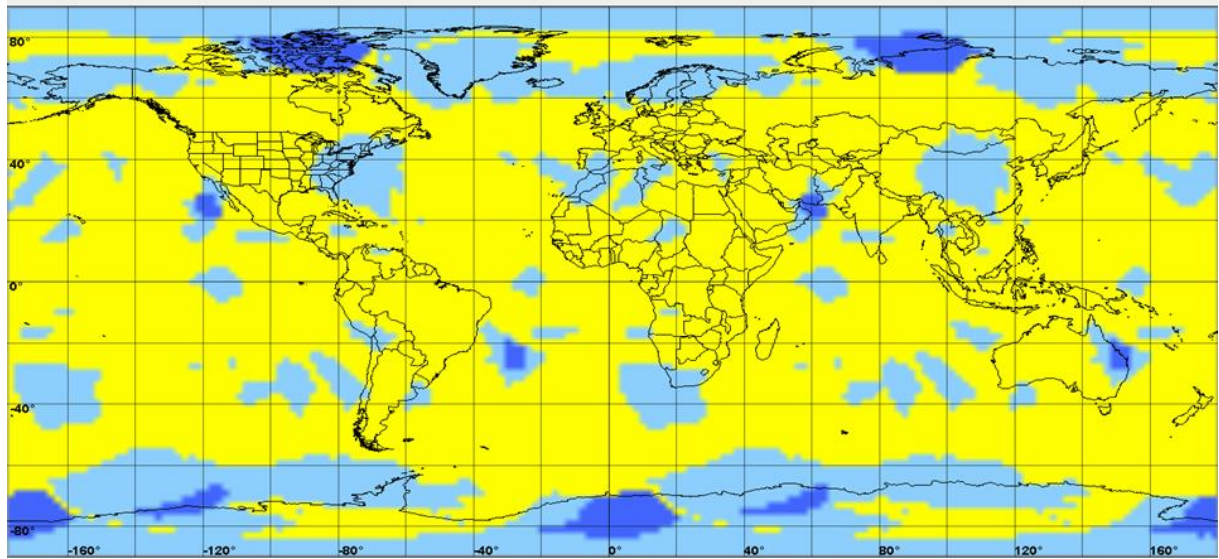
En las predicciones PDOP, las bandas de color indican el máximo PDOP esperado en cada punto de la carta en el transcurso del día. En las Predicciones de Error de Posición, las bandas de color indican el 95% de probabilidad de error de posición en cada uno de ellos. Como ejemplo, si la carta indica una banda de color de 4 a 8 metros, hay un 95 % de probabilidad de que cualquier solución de posición tendrá 8 metros o menos de error.



UNCLASSIFIED

World (Best 4) Max PDOP

Carta de Predicción de máximo PDOP



Contour Legend		Number of Channels: 4	0.0 - 2.0
Metric: PDOP Max	Start Time: 10 Jan 2008 00:00:00Z	> 12.0	
Production Date: 01/06/2008 21:16:32	End Time: 10 Jan 2008 23:59:00Z	9.0 - 12.0	
Almanac File: SEM week 437	Altitude: 0 ft HAE	6.0 - 9.0	
SOF File: 2008_003_195930_v02	Latitude Increment: 02° 00' 00"	4.0 - 6.0	
PSF File: 2008_006_000000_v02	Longitude Increment: 002° 00' 00"	2.0 - 4.0	
PRN: 32	Outage: 27 Jun 2007 22:00:00 to Until Further Notice		

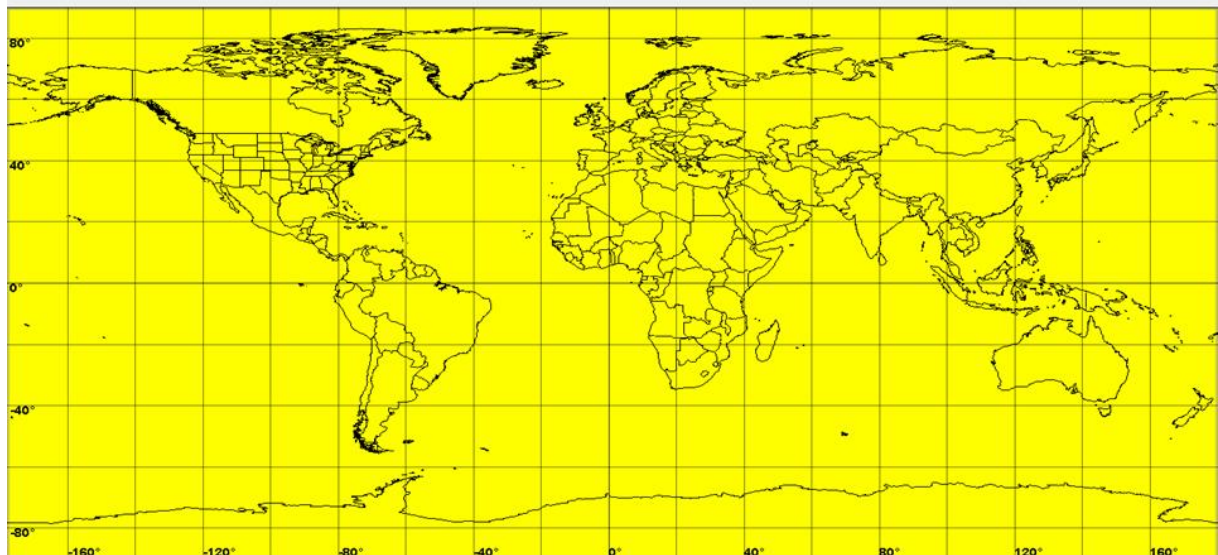
UNCLASSIFIED



UNCLASSIFIED

World (Best 4) 95% Position Error (m)

Carta de Predicción de Error de Posición al 95 %



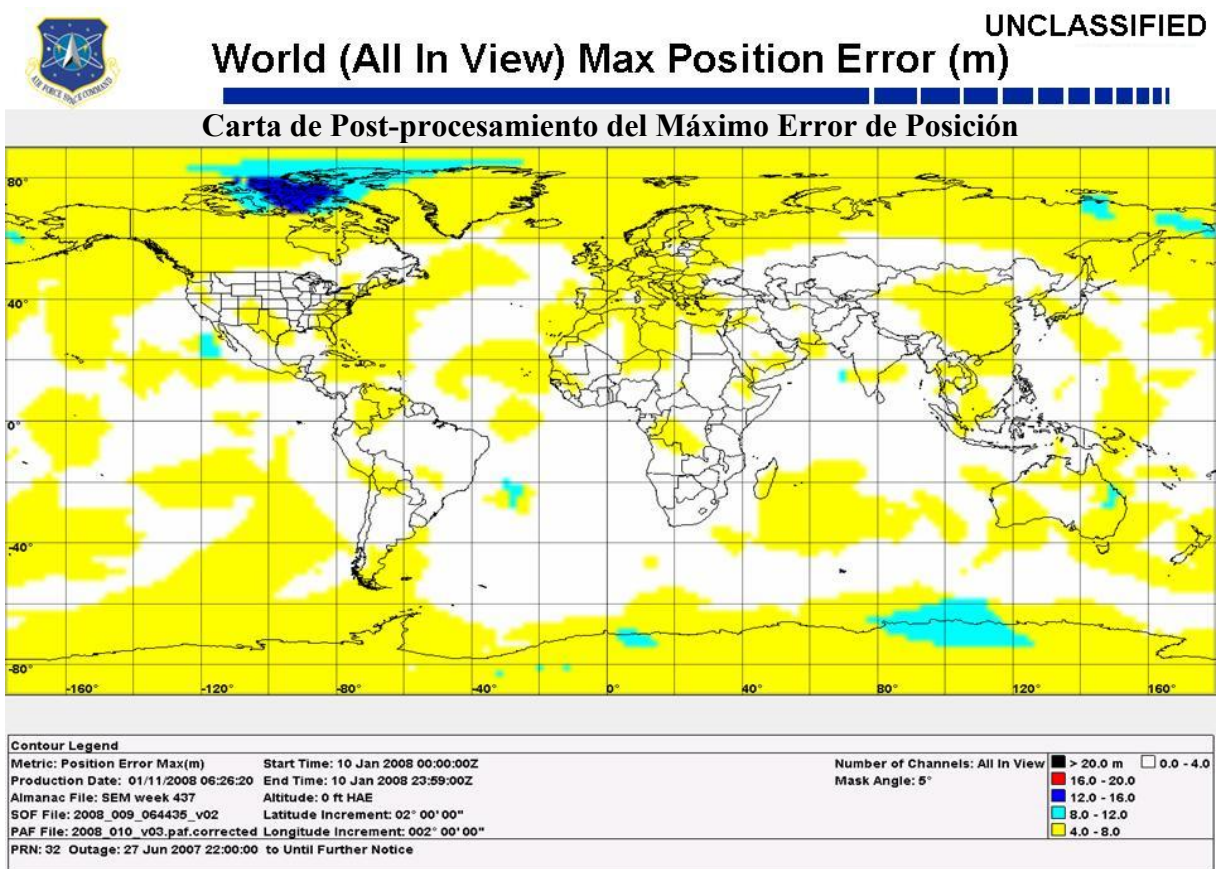
Contour Legend		Number of Channels: 4	0.0 - 4.0
Metric: Position Error 95th%(m)	Start Time: 10 Jan 2008 00:00:00Z	> 20.0 m	
Production Date: 01/06/2008 21:16:32	End Time: 10 Jan 2008 23:59:00Z	16.0 - 20.0	
Almanac File: SEM week 437	Altitude: 0 ft HAE	12.0 - 16.0	
SOF File: 2008_003_195930_v02	Latitude Increment: 02° 00' 00"	8.0 - 12.0	
PSF File: 2008_006_000000_v02	Longitude Increment: 002° 00' 00"	4.0 - 8.0	
PRN: 32	Outage: 27 Jun 2007 22:00:00 to Until Further Notice		

UNCLASSIFIED

Por su parte, los productos de post-procesamiento están basados en errores observados en la constelación GPS por la Estación Maestra de Control. El GPSOC produce cartas tanto para los receptores de 4 canales como los “All in View” (generalmente receptores de 12 canales). El post-procesamiento de éstos mostrará usualmente un mejor rendimiento que el de los primeros.

En las cartas de post-procesamiento PDOP, las bandas de color indican el máximo PDOP experimentado en cada punto de la carta en el transcurso del día.

En las cartas de post-procesamiento de error de posición, las bandas de color indican el máximo error real (en metros), experimentado en cada punto de la cuadrícula a lo largo del día.



UNCLASSIFIED

El producto del UERE y del HDOP determinarán el error probable de la posición horizontal obtenida, denominada UHNE (Error horizontal de navegación del usuario), debiéndose adoptar para el cálculo el UERE más grande.

$$UHNE = HDOP \cdot UERE$$

Cabe mencionar que el Gobierno de los EE.UU. se compromete a mantener un estándar de operatividad del sistema GPS con error de posicionamiento horizontal \leq

13 metros el 95% del tiempo, sin considerar los errores producidos por: ruidos internos, errores residuales de los modelos de propagación, interferencia en la recepción de la señal y multipaso.

A8.8 Tipos de receptores.

Considerando que el posicionamiento instantáneo es el único aceptable con fines náuticos en buques y aeronaves, nos limitaremos a analizar aquellos receptores capaces de cumplir con dicha función.

Así podremos encontrar que algunos receptores sólo reciben la frecuencia L1 y operan con el código C/A y otros reciben ambas (L1 y L2), lo que les permite operar además con el código P o Y. También encontraremos receptores con distintas capacidades para correlacionar las señales de los satélites visibles, como los que detallamos a continuación:

A8.8.1 Receptor secuencial

Este tipo de receptor sólo cuenta con un canal, mediante el cual sigue secuencialmente a los diferentes satélites visibles. El receptor permanece sincronizado con cada uno de los satélites, al menos 1 segundo, para adquirir la señal y calcular el TOA. Cuando ha obtenido el TOA de cuatro satélites, calcula la posición. Estos receptores son los más baratos, pero son también los más lentos y su precisión es menor que la de otro tipo de receptores.

A8.8.2 Receptor continuo o multicanal

En este caso estos receptores disponen de al menos cuatro canales, cada uno de los cuales recibe la señal de un satélite, la correlaciona y obtiene el TOA. Cuanto mayor es el número de canales, mayor capacidad tendrá de seguir satélites, lo que permite seleccionar aquellos con menor PDOP. Son más rápidos y precisos que los secuenciales a la hora de calcular la posición.

A8.8.3 Receptor con canales multiplexados

Este receptor posee un único canal físico (hardware), pero posee cuatro o más bucles de seguimiento (software) que le permiten muestrear señales de todos los satélites visibles en un tiempo inferior a 20 ms. Aunque en ellos la complejidad del software es mayor y deben disponer de un microprocesador más potente que los receptores continuos, evitan tener como estos últimos, diferentes retardos en sus canales.

A8.9 Posicionamiento Diferencial.

El método de posicionamiento diferencial, denominado DGPS, consiste en aprovechar la similitud de los errores que afectan a dos receptores bajo la misma

configuración satelital. Es decir, las correcciones determinadas para uno de ellos también serán aplicables para el otro receptor.

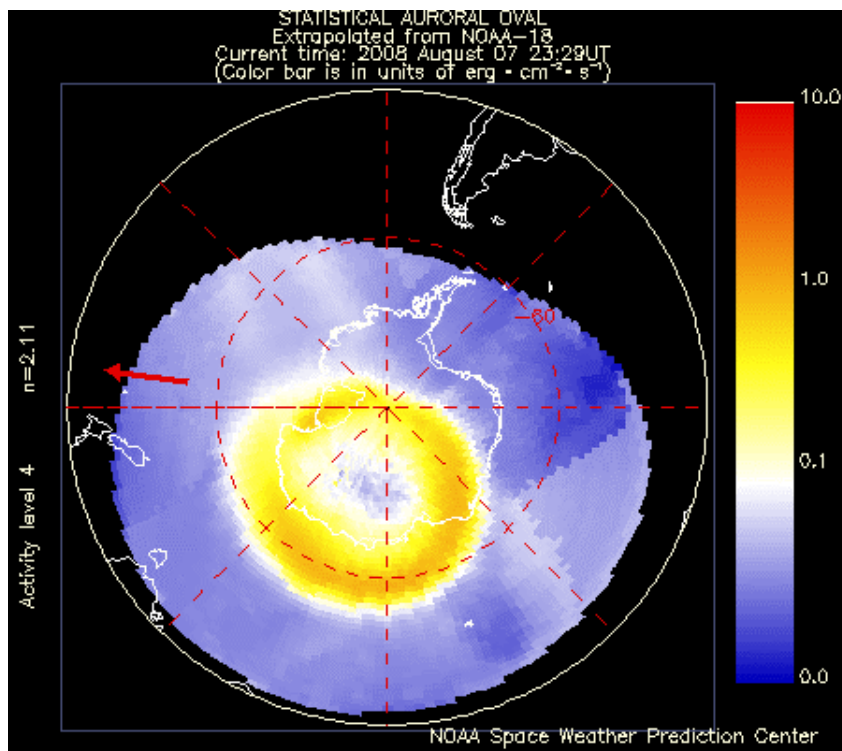
Para ello, deberemos instalar un receptor en una posición fija conocida. Con él podremos comparar la posición calculada con la conocida y determinar las correcciones en metros para cada pseudodistancia PR a los satélites observados. Si transmitimos esas correcciones a una estación móvil, cuyo receptor esté observando los mismos satélites, ésta podrá corregir su posición para el mismo instante en que dicha corrección fue determinada.

Este método provee una gran precisión, reduciendo los errores a valores menores a 5 metros en el plano horizontal y 2 metros en el vertical.

Existen servicios DGPS en Tiempo Real, mediante la transmisión de correcciones desde estaciones base en el protocolo RTCM SC-104 (Radio Technical Commission for Maritime Services – Special Committee 104) o la utilización de satélites. Lamentablemente, en la Antártida no hay ninguna estación base que transmita correcciones diferenciales para el servicio DGPS, pero hay una cobertura parcial sobre el continente de servicios diferenciales vía satélite.

A8.10 Empleo del GPS en la Antártida.

El empleo del GPS en la Antártida nos obliga a recordar que es un área de características particulares. La rudeza de sus condiciones ambientales, la ocurrencia de fenómenos atmosféricos y su deficiente relevamiento y representación, son únicas en el planeta.



Algunas de estas características están siendo estudiadas y modeladas por diversos organismos nacionales e internacionales, a efectos de efectuar predicciones sobre su incidencia en las actividades humanas.

Esta imagen de la aurora en el polo Sur, extrapolada de medidas tomadas durante el paso más reciente del Satélite Medioambiental Operacional de Orbita Polar (POES) de la NOAA, proporciona una estimación de su situación, magnitud, e intensidad.

Los instrumentos a bordo del POES continuamente monitorean el flujo de los protones y electrones que producen la aurora en la atmósfera para estimar el poder total depositado en una región polar por estas partículas. Esta estimación se convierte a un índice de actividad que va de 1 a 10.

Con más de 300.000 pasajes del satélite, la NOAA conformó una base de datos que fue usada para construir modelos estadísticos de flujo para cada uno de los 10 niveles de actividad.

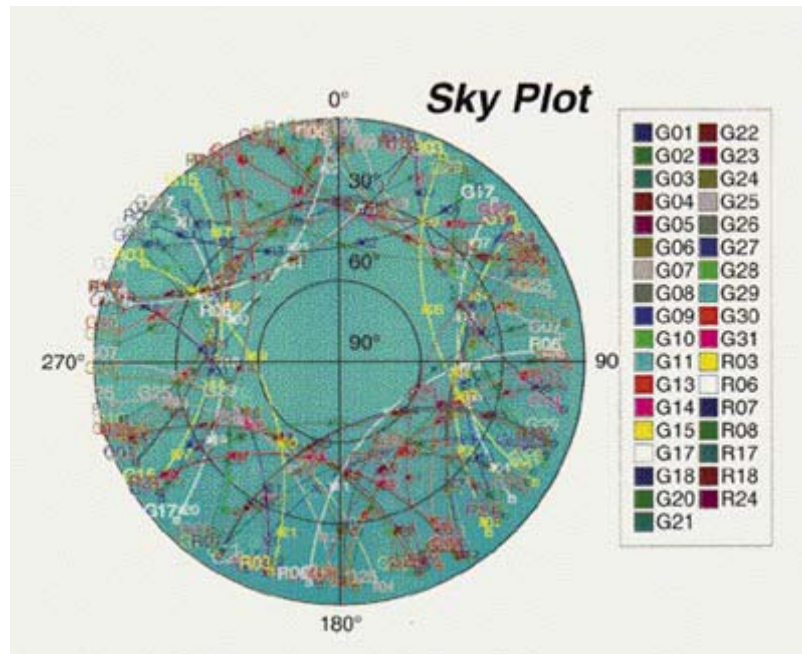
El área azul que rodea el área oval (blanca-amarilla-roja) de esta representación, tiene como único significado mostrar la extensión geográfica de las observaciones de los datos usados para producirla (el color azul no significa mayor actividad de auroras que el color negro circundante). En la representación, la flecha roja apunta hacia el meridiano del mediodía.

Como podemos observar en la imagen, la actividad ionosférica alcanza vastas áreas marítimas en torno al continente, donde puede verse afectada la medición de pseudodistancias PR por los retardos producidos.

Por otra parte, si bien el sistema asegura la disponibilidad del servicio en toda la superficie del planeta, ofreciendo la posibilidad de obtener solución de navegación (tres coordenadas, más el error del reloj CB), en zonas polares la cobertura no es óptima. La disponibilidad de satélites cambia drásticamente debido a la inclinación de sus órbitas. Ningún satélite pasa directamente sobre las proximidades del Polo y por lo tanto, aparecen más cerca al horizonte produciendo una geometría reducida.

En latitudes cercanas a 80°, las elevaciones de los satélites visibles excepcionalmente superarán los 45 grados. Entonces, el PDOP podrá alcanzar valores altos, con numerosos picos para períodos cortos de tiempo.

En la siguiente figura podemos ver la elevación de los satélites GPS (indicados con "G") y los GLONASS (indicados con "R"), a 82° de latitud Norte. Si bien en la Antártida las derrotas de los buques no superan los 78° de latitud, este dato puede ser de interés para la navegación terrestre.



Las falencias de la geometría de los satélites en latitudes altas podrían tener solución con el uso de receptores de múltiples canales (12 o más canales), ya que se ha verificado que con ellos el sistema presenta una muy pequeña diferencia de rendimiento con respecto a latitudes medias, debido probablemente a la abundancia de información que facilita la recepción de todos los satélites que se encuentren a la vista. También, la dilución de precisión vertical (VDOP) en el polo Norte, sólo es ligeramente mayor que en latitudes menores, haciendo del GPS un sistema verdaderamente global.

Pero sin dudas, el error más importante es el que surge de la incompatibilidad geodésica entre el GPS y las cartas disponibles del área.

Como ya señalamos, el GPS calcula sus posiciones respecto al sistema geodésico WGS 84 (World Geodetic System 84), pero la mayoría de las cartas náuticas tienen su origen en un datum local, que en algunos casos fue luego relacionado con sistemas geodésicos nacionales, como el Campo Inschausepe y posteriormente con el WGS 72.

Si no se efectúan las correcciones necesarias para volcar las coordenadas obtenidas con un receptor GPS en dichas cartas, la posición puede variar respecto a la real en varios cientos de metros, con las consecuencias previsibles en un área donde los relevamientos sistemáticos son escasos y las profundidades han sido obtenidas con diferentes sistemas de posicionamiento y batimétricos.

Por otra parte, un error adicional lo introducen aquellos receptores que poseen la capacidad de representar las coordenadas de la posición obtenida en distintos Datums. Como también se señaló, estas transformaciones utilizan parámetros determinados por para áreas específicas y en general muy distantes de la Antártida y por lo tanto, no es conveniente aplicarlos en ella.

Otro aspecto a considerar, es la muy baja potencia de las señales transmitidas por los satélites GPS. Por ello, las señales deben llegar a la antena mediante la visual directa con el satélite. Las nubes y la lluvia no afectan de forma significativa la recepción de las señales, pero una capa de hielo o nieve que cubra la antena si la podrá afectar.

A8.11 Conclusiones.

El GPS es un valioso instrumento de ayuda al navegante. Si bien en la Antártida su rendimiento no es sensiblemente menor al de otras latitudes, por su marginalidad geográfica y sus características atmosféricas, como también por la calidad de las cartas o de los relevamientos que les dieron origen, debe ser empleado prudentemente, sin prescindir de los métodos de posicionamiento clásicos, en particular con el buque a vista de costa.

Se recomienda utilizar siempre el GPS en su sistema nativo, o sea en el WGS-84.

Bibliografía.

- MANUAL DE GEODESIA Y FOTOGRAMETRIA PARA HIDROGRAFOS. Capitán de Corbeta Ingeniero Hidrógrafo José Manuel Millán Gamboa. España.
- GLOBAL POSITIONING SYSTEM - STANDARD POSITIONING SERVICE - PERFORMANCE STANDARD. Assistant Secretary of Defense for Command, Control, Communications, and Intelligence. October, 2001.
- GUÍA DEL POSICIONAMIENTO GPS. Instituto Hidrográfico de la Marina. España.
- CURSO DE INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS). Instituto Hidrográfico de la Marina. España.
- GPS NAVSTAR USER'S OVERVIEW (YEE-82-009D). (JPO).
- NAVEGACIÓN SATELITAL. Generalidades y su empleo en altas latitudes. Daniel Francisco Hindryckx.
- NAVEGACIÓN SATELITAL. Curso NAVANTAR 2007. Hernán Jorge Montero.
- <http://www.sec.noaa.gov>
- <http://www.gpsworld.com>
- <http://www.navcen.uscg.gov>
- <http://gps.afspc.af.mil>

- <http://giant.gd-ais.com/>
- <http://www.elagrimensor.com.ar>
- <http://www.mfom.es>
- <http://www.uspositioning.com>
- <http://www.geod.nrcan.gc.ca>
- <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>

EMPLEO DE LA CARTOGRAFÍA EN LA ANTÁRTIDA

Capitán de Fragata Valentín Sanz Rodríguez

Temario:

A9.1 La forma de la tierra.

A9.2 Los Sistemas Geodésicos de Referencia.

A9.3 Transformación de coordenadas.

A9.4 La cartografía náutica.

A9.5 Cartografía convencional vs. cartografía electrónica.

A9.6 Conclusiones.

Introducción.

La evolución tecnológica de los últimos años ha sido tan significativa que nos brinda prestaciones y soluciones hasta hace poco tiempo impensables. Sistemas y equipos realizan en forma automática, precisa y veloz, la trabajosa tarea de determinar y representar la posición que antes nos ocupaba.

Sin embargo, sus virtudes han llevado a cometer errores de apreciación que ocasionaron accidentes, poniendo en riesgo vidas y bienes, en general por el concepto que subyace en la mente de todo marino: LA POSICIÓN OBTENIDA ES MENOS PRECISA QUE LA CARTA SOBRE LA CUAL SE REPRESENTA.

Hoy, con el uso de posicionadores satelitales, la posición de una embarcación puede ser tan o más precisa que la de los datos de una carta. Por ello, debemos comprender cabalmente cuales son las limitaciones de la cartografía en uso, no permitiéndonos el engaño que una imagen libre de borrones o de manchas de agua salada y café, produce sobre nuestros sentidos, dándonos una sensación de seguridad muchas veces exagerada.

En este trabajo, haremos un breve repaso de aquellos conceptos que guardan relación con la obtención, procesamiento y empleo de la cartografía, tanto convencional como electrónica, en un ambiente hostil y parcialmente desconocido como es la Antártida.

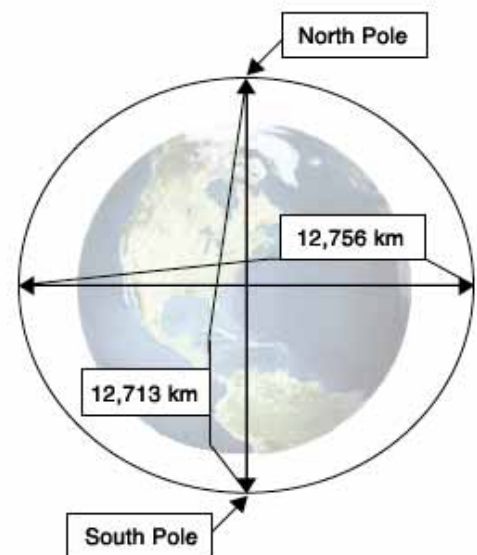
A9.1 La forma de la tierra.

Como resultado del inicio del periodo de las grandes expediciones y descubrimientos, durante los siglos XV y XVI la cartografía y la topografía aparecieron como nuevas profesiones. Los cartógrafos trazaban sus cartas representando puntos geográficos notables, de los cuales obtenían la posición mediante cálculos astronómicos. Hacia fines del siglo XVII, observaron que las medidas terrestres de ángulos y distancias eran herramientas viables para densificar la información cartográfica, llevando a cabo posicionamiento relativo a partir de posiciones astronómicas.

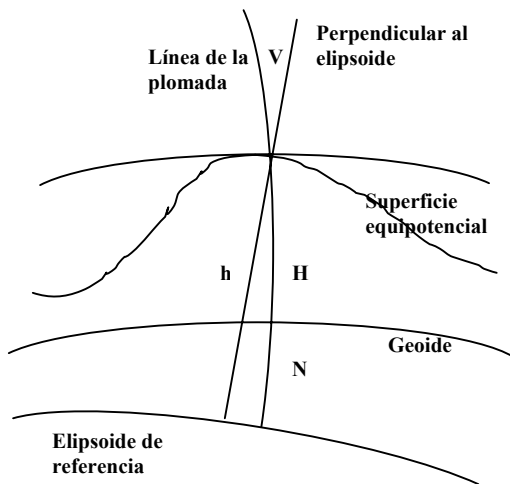
Para hacerlo, debían referir los puntos determinados sobre la superficie terrestre a alguna superficie geométrica conocida, que permitiera relacionarlos entre sí. Los parámetros que definen a esa superficie integran la función matemática con que se calculan las coordenadas de un punto, partiendo de las de otro conocido. Demás está decir que es conveniente elegir la superficie geométrica que más se asemeje a la superficie terrestre.

Así se establecieron criterios para seleccionar la superficie de referencia adecuada. En áreas pequeñas, la esfericidad de la tierra puede despreciarse, en tanto y en cuanto los errores cometidos por esa causa no excedan a los originados en la medición. En este caso, la superficie de referencia es el plano. La esfera en cambio, es utilizada cuando no es posible despreciar la esfericidad terrestre, porque el levantamiento abarca áreas de mayor extensión.

En la misma época, Newton consideró que la forma de la tierra debía parecerse más a un elipsoide aplastado por los polos que a una esfera, debido a la fuerza centrífuga provocada por la rotación. Medio siglo después, la Academia Francesa de la Ciencia organizó expediciones para medir dos arcos de meridiano en latitudes muy diferentes (Laponia y Ecuador), comprobando que la teoría de Newton era correcta. Esta conclusión demostró que la utilización de la esfera no era adecuada para levantamientos de áreas importantes.



Más tarde, a principios del siglo XIX, después de efectuar muchas medidas de arco para determinar los parámetros elipsoidales, Laplace y Gauss comprendieron que el

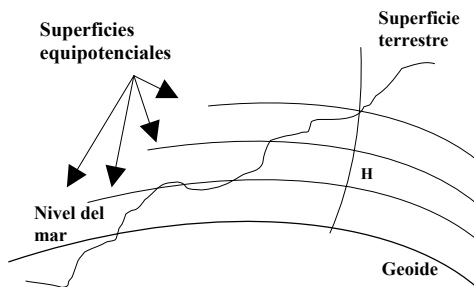


modelo elipsoidal no era perfecto para observaciones de gran precisión, porque surgieron contradicciones que excedían los errores de medición.

La geodesia se estableció entonces como una ciencia y surgió la idea de “Geoide”, para describir la forma de la tierra como un esferoide tridimensional que constituye una superficie equipotencial imaginaria. Ésta es una superficie de nivel, coincidente con el Nivel Medio del

Mar, que resulta de suponer la superficie de los océanos en reposo y prescindiendo de los efectos perturbadores como viento, presión, corrientes, etc., continuada en forma libre y virtual por debajo de los continentes, en la que la dirección de la gravedad es perpendicular en todos los lugares.

Es decir, el geoide es el lugar geométrico de los puntos que se encuentran en equilibrio bajo la acción de la fuerza centrífuga, debida a la rotación de la tierra y de las fuerzas de atracción gravitatoria del resto de los puntos de su superficie y de los astros del sistema solar.



Sin embargo, dado que es muy complejo modelarlo matemáticamente y que la superficie que mejor lo representa es el elipsoide, éste continuó siendo utilizado por los geodestas como un esquema ideal que permite determinar las posiciones de unos puntos respecto a otros.

Podemos afirmar que la tierra es un cuerpo irregular, cuya forma, dimensiones y campo gravitatorio son objetos de estudio de la Geodesia. La Topografía en cambio, basa sus trabajos en superficies de extensión reducidas.

A9.2 Los Sistemas Geodésicos de Referencia.

Podemos definir dos tipos de sistemas, basados ambos en el elipsoide de revolución, los cuales detallaremos a continuación.

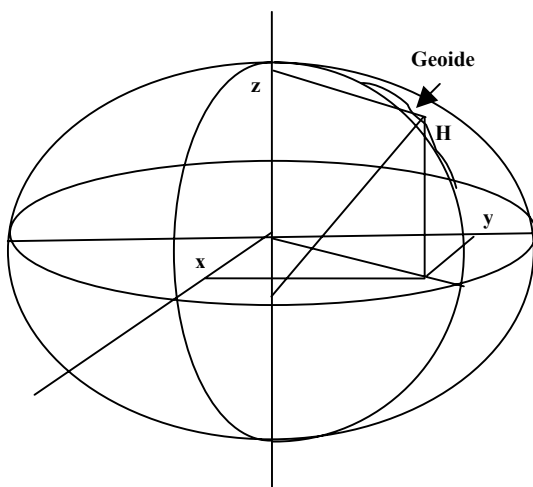
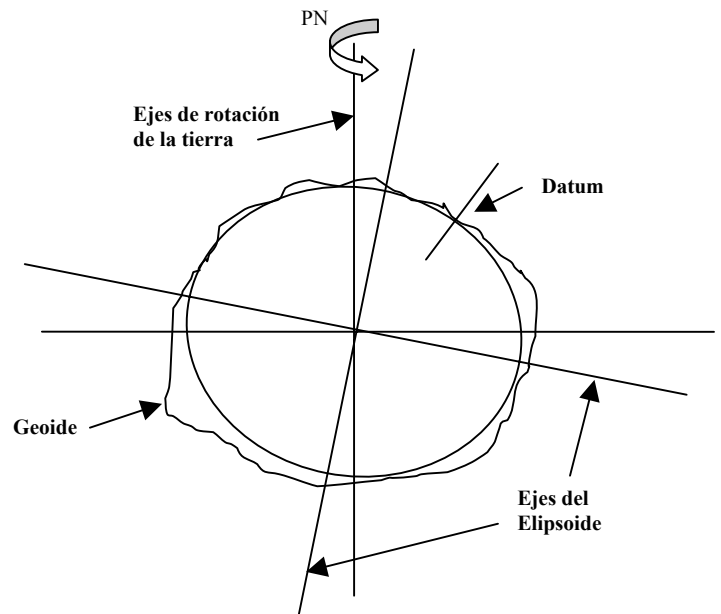
A9.2.1 Los sistemas de referencia locales.

Tuvieron su origen en la geodesia clásica y están basados en observaciones con instrumentos ópticos y gravimétricos.

A medida que se obtenía una mejor definición del geode, con información gravimétrica más precisa y abundante, se calcularon nuevos elipsoides. Cada país eligió aquel que mejor se ajustaba a la superficie equipotencial o geode en su territorio, definiendo un punto de partida o “Datum” por medio de observaciones astronómicas de precisión.

En esa posición, las superficies del elipsoide y del geode son tangentes y por lo tanto la vertical del lugar y la normal son coincidentes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que cuanto más nos alejemos del Datum, menor será la semejanza de la superficie de referencia con el geode.

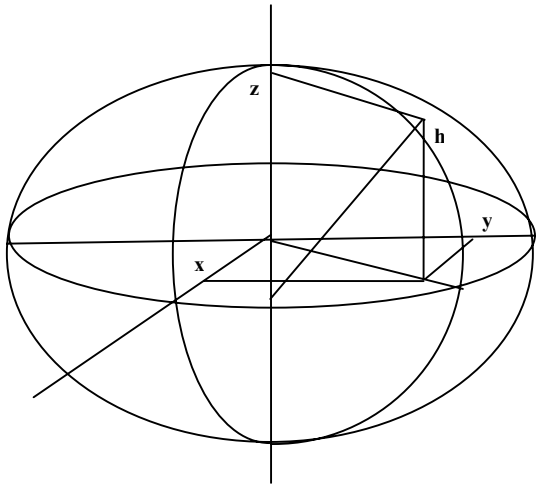
Cabe aclarar además que cada conjunto Elipsoide – Datum constituye un sistema geodésico



particular y que una misma posición referida a diferentes sistemas, puede variar entre sí varios cientos de metros. Como cada país empleó el elipsoide que le resultaba más conveniente, la integración de levantamientos era sumamente dificultosa, originando la búsqueda de un elipsoide aplicable a todo el planeta. Así se definieron algunos que fueron adoptados por varios países, como el Internacional o Hayford.

Por otra parte y dado que las elevaciones sobre el elipsoide no tenían significado tangible, el sistema se complementa con la “cota ortométrica” (H), es decir la separación entre el punto en cuestión y el geode, medida sobre la normal local y obtenida mediante observaciones gravimétricas y nivelación geométrica.

El elipsoide elegido para representar la forma de nuestro territorio es el ya mencionado Internacional, definiendo su posición mediante el establecimiento del Datum en Campo Inchauspe. A este sistema geodésico de referencia se lo ha denominado INCHAUSPE 69.

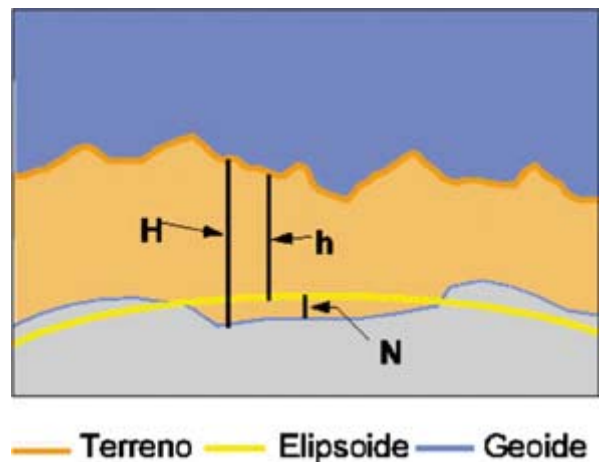


A9.2.2 Los sistemas de referencia globales.

Con el advenimiento de los sistemas satelitales se crearon los sistemas geodésicos globales, como los conocidos WGS 72, WGS 84 y PZ 90.02, que permiten medir las tres coordenadas en el espacio (X, Y, Z). Estos sistemas también son elipsoidales y modelan al geoide a escala global, es decir no poseen un Datum. Su centro es colocando en coincidencia con el centro de masas de la Tierra y su eje menor en coincidencia con el eje de rotación “medio” de la Tierra.

De esta forma, la posición obtenida de observaciones de satélites, corresponde a las coordenadas de la proyección de ese punto sobre el elipsoide, según la normal al mismo. La altura indicada es la separación entre el punto en cuestión y la superficie del elipsoide y se la denomina “altura elipsoidal” (h).

Por otra parte, la separación en cada punto entre la superficie del elipsoide y la del geoide, se denomina “Ondulación del Geoide” (N). El sistema se complementa con la “cota ortométrica” (H), es decir la separación entre el punto en cuestión y el geoide, medida sobre la normal local y obtenida mediante observaciones gravimétricas y nivelación geométrica. La cota ortométrica es comúnmente llamada “elevación sobre el nivel medio del mar”.



$$N = H - h$$

A9.3 Transformación de coordenadas.

Como advertimos, una misma posición referida a diferentes sistemas geodésicos, puede variar entre sí varios cientos de metros. Para transformar coordenadas de un sistema a otro es necesario contar con parámetros de transformación entre dichos sistemas.

Para determinarlos, debe establecerse la relación existente entre la mayor cantidad de puntos comunes entre ellos. Esos parámetros sólo serán útiles para el área donde fueron determinados, ya que para puntos alejados de las mismas no son precisos y su utilización no es recomendable.

Al respecto y por último, debemos recordar que las características de la Antártida no facilitan la obtención de información que permita efectuar la determinación de esos parámetros.

A9.4 La cartografía náutica.

Independientemente de su tipo, la calidad de las cartas náuticas depende de la calidad de los levantamientos hidrográficos efectuados y de la compilación de los datos obtenidos.

Como ocurrió en todas las latitudes, la mayoría de nuestros levantamientos fueron realizados en sistemas locales derivados de observaciones astronómicas, ajustados con la mayor precisión posible al geoide. Algunos de ellos fueron posteriormente relacionados con sistemas geodésicos de orden superior, como el INCHAUSPE 69, pero con los demás no pudo hacerse lo mismo por ser sistemas muy antiguos y desconocidos.

Más tarde, con la aparición de los sistemas satelitales, algunos de los levantamientos referenciados a sistemas geodésicos de orden superior fueron relacionados a sistemas globales, mediante la aplicación de parámetros de transformación, determinados para cada caso.

Por otra parte, debemos considerar que cada carta puede estar compuesta por varios levantamientos de distinta data, que fueron obtenidos con la mejor calidad alcanzable en ese momento pero comparativamente menor que los posteriores, ya que el progreso tecnológico ha permitido incrementar las precisiones notablemente, llevándonos de un producto obtenido mediante sondaleza y ángulos horizontales con sextante, a otro obtenido con posicionamiento diferencial y sondador multihaz.

En ese orden, debemos recordar que en el pasado la precisión de la carta superaba ampliamente aquella con que el navegante podía establecer su posición. Hoy, con los sistemas de posicionamiento satelitales la relación se ha invertido, al menos hasta que se realicen nuevos relevamientos.

A9.5 Cartografía convencional vs. cartografía electrónica.

Las cartas náuticas han sido impresas desde hace cientos de años. Con ellas y las publicaciones náuticas complementarias, también editadas por los servicios hidrográficos nacionales, se ha obtenido un muy aceptable nivel de seguridad náutica.

Para asegurarlo, los estados miembros de la Organización Marítima Internacional (OMI) acordaron que “todo buque debe llevar las cartas de la última edición actualizadas, tablas de marea y toda publicación necesaria para la derrota prevista” (SOLAS Cap. V Regla 20).

Sin embargo, como consecuencia de los progresos tecnológicos, nació la posibilidad de digitalizar y representar la información cartográfica mediante medios electrónicos, iniciándose una creciente actividad en este campo, sustentada en un legítimo interés comercial.

Debido a eso, numerosos productos cartográficos de diferente tipo y calidad aparecieron en el mercado, utilizando estándares propios y copiando la cartografía oficial impresa, mientras los servicios hidrográficos nacionales discutían las características que debía reunir un producto capaz de reemplazar a la carta convencional.

Finalmente, en 1995 la OMI promulgó la Resolución A 817 (19), estableciendo que la cartografía podía ser provista y representada electrónicamente, mediante el Sistema de Información y Representación Electrónica (ECDIS). Además, se estableció que para ser equivalente a la cartografía convencional debidamente actualizada, el sistema debía ser utilizado con Cartas de Navegación Electrónicas (ENC).

Estas cartas deben ser producidas por servicios hidrográficos nacionales y compiladas bajo las especificaciones S-57 (3ª Edición) de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), pero quedó abierta la posibilidad de que empresas privadas participaran de esta actividad, siempre que estuvieran asociadas a dichos servicios.

Su confección puede originarse mediante el copiado punto por punto de toda la información graficada en una carta o bien, directamente de la compilación de los archivos digitales obtenidos en los nuevos levantamientos. En ellas, cada punto sobre la pantalla posee coordenadas X, Y, Z y lleva agregados una serie de atributos, conformando una base de datos que incluye toda la información que poseen las cartas y publicaciones náuticas.

Dentro de esta clase existen productos que cumplen con los estándares S-57 y otros, mucho más económicos, que no lo hacen. Las primeras son las conocidas ENC. Las otras son copias vectorizadas de cartas papel oficiales, efectuadas por empresas privadas, que pueden acumular errores de actualización o poseer menor precisión por el doble procesamiento que implica su confección.

Todas ellas permiten introducir en la representación, información producida por los sensores de la embarcación (GPS, Sonda, Radar, etc.) y actualizarlas mediante comunicaciones inalámbricas.

Por otra parte y debido a la escasa cobertura global alcanzada por las ENC, en 1998 la OMI amplió la Resolución A 817 mediante una enmienda publicada por Resolución MSC 86 (70), permitiendo que el ECDIS fuera también capaz de trabajar como Sistema de Visualización de Cartas Raster (RCDS) para Cartas Náuticas Raster (RNC), siempre que éstas fueran copias digitales de las cartas papel oficiales vigentes. Además, dispuso que

las RNC deban ser utilizadas en paralelo con las correspondientes cartas papel debidamente actualizadas, es decir que no poseen carácter de documento oficial, sino de ayudas a la navegación y por lo tanto, no las reemplazan.

Los datos almacenados en los archivos digitales de estas cartas son llamados silenciosos, porque no contienen información náutica y deben ser georeferenciados para su representación. Cuando son avaladas por los servicios hidrográficos, poseen la misma calidad de información que la carta papel, con la ventaja de poder representar la posición GPS, aunque no permiten incluir información de otros sensores.

Varios servicios como el ARCS (UK), el HCRF (Australia) y el CHS (Canadá), producen este tipo de cartas en formato BSB y lo comercializan a través de empresas privadas.

Como pasó con las Vector, también la técnica raster dio origen a otros productos más sencillos y económicos que las RNC, ellos son las Cartas Raster (RC), que son producidas por empresas privadas sin el aval de algún servicio hidrográfico nacional, para ser representadas en RCDS o Sistemas de Carta Electrónica (ECS).

Finalmente, en el año 2002 entró en vigor una revisión al Capítulo V SOLAS, donde la Regla 9 establece que los Servicios Hidrográficos estatales se comprometen a:

- Organizar la colección y compilación de datos hidrográficos y a publicar, diseminar y actualizar toda la información náutica necesaria para una navegación segura.
- Cooperar en llevar a cabo, tan lejos como fuera posible, los siguientes servicios náuticos e hidrográficos:
 - ✓ Asegurar que los levantamientos hidrográficos fueran, en lo posible, adecuados a los requerimientos de una navegación segura.
 - ✓ Preparar y editar cartas náuticas, derroteros, listas de faros, tablas de marea y otras publicaciones náuticas, donde correspondiera, satisfaciendo las necesidades de una navegación segura.
 - ✓ Promulgar los avisos a los navegantes para mantener las cartas y publicaciones actualizadas.
 - ✓ Proveer sistemas de manejo de datos que sostengan esos servicios.
- Asegurar la mayor uniformidad posible en las cartas y publicaciones náuticas y tomar en cuenta, cuando fuera posible, las resoluciones y recomendaciones internacionales relevantes (OHI).

- Coordinar sus actividades en el mayor grado posible para asegurar que la información náutica e hidrográfica esté disponible en escala mundial en forma oportuna, confiable e inequívoca.

A9.6 Conclusiones.

- Las condiciones hidrometeorológicas y glaciológicas dificultan los relevamientos hidrográficos, tanto en sus aspectos topográficos como batimétricos.
- Aún subsisten muchas cartas que fueron realizadas en sistemas de referencia locales.
- La variedad de fuentes implica la existencia de diferentes sistemas geodésicos, pero la determinación de los parámetros de transformación entre ellos es aproximada, pudiendo adolecer de errores importantes.
- La heterogeneidad de la cartografía es mayor que en otras áreas del mundo. Las cartas representan información de muy variado origen y calidad. En ellas coexisten levantamientos sistemáticos modernos con líneas de sondas obtenidas sobre derrotas simples, efectuados con diferentes procedimientos, criterios y estándares de calidad.
- La disponibilidad de ENC en la Antártida es muy escasa.
- La disponibilidad de cartografía electrónica no mejora la calidad de la información representada.
- No toda la cartografía electrónica tiene la misma calidad y sólo las ENC, visualizadas en un ECDIS, reemplazan a las cartas papel.

Como corolario de lo citado precedentemente, podemos concluir en que la cartografía antártica sólo es tan buena como los levantamientos que le dieron origen y que, a pesar de la apariencia de la cartografía electrónica, ésta no es mejor que la carta papel.

Bibliografía.

- Fundamentos geodésicos – cartográficos. Agr. Ernesto Cela.
- El GPS Diferencial y los sistemas de referencia. Instituto Hidrográfico de la Marina. España.
- De la Astronomía a la Topografía pasando por la Geodesia: los Sistemas de Referencia. Joan Capdevila Subirana. Servicio Regional del Instituto Geográfico Nacional en Cataluña.

- Cartografía Electrónica- Generalidades y su empleo en altas latitudes. Daniel F. Hindryckx.
- Curso de Introducción al Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Instituto Hidrográfico de la Marina. España.
- Nociones de Geodesia y GPS. Jorge Franco Rey.
- Empleo de la Cartografía en la Antártica. Curso NAVANTAR 2007. Hernán Montero.
- <http://www.sec.noaa.gov/>
- <http://www.iho.shom.fr/>
- <http://www.imo.org/>

EMPLEO DE EMBARCACIONES MENORES EN LA ANTÁRTIDA

Valentín Sanz Rodríguez

Temario:

A10.1 Tipos de embarcaciones menores.

A10.2 Ventajas y desventajas comparativas.

A10.3 Normas de seguridad.

A10.4 Conclusiones.

Introducción.

La colección de datos con fines científicos y, en mayor medida, el sostenimiento de las bases antárticas, requieren el empleo de embarcaciones menores para el transporte de personal, equipos e insumos.

A pesar de las inclementes características de nuestro teatro de operaciones, son escasas las oportunidades en que las condiciones hidrometeorológicas y glaciológicas impiden su utilización durante los meses de verano. Sin embargo, debemos extremar las medidas para asegurar el bienestar de sus tripulaciones y la conservación del medio ambiente y de los bienes transportados.

En este breve trabajo analizaremos los diferentes tipos de embarcaciones y sus ventajas y desventajas frente a las tareas a desarrollar, como así también las normas de seguridad adecuadas para alcanzar el objetivo eficientemente.

A10.1 Tipos de embarcaciones menores.

Podemos clasificar a las embarcaciones menores en:

- Embarcaciones de casco rígido.
- Embarcaciones neumáticas de casco rígido.
- Embarcaciones neumáticas.

A10.2 Ventajas y desventajas comparativas.

A10.2.1 Embarcaciones de casco rígido:

✓ Ventajas:

- Gran capacidad de transporte (volumen y peso).
- Gran autonomía.
- Mayor bienestar y seguridad de la tripulación.
- Mayor facilidad para operar entre escombros de hielo.

✓ Desventajas:

- Mayor dificultad en la maniobra de izado y arriado.
- Alto costo de adquisición.
- Mayor costo de mantenimiento.
- Menor maniobrabilidad.

A10.2.2 Embarcaciones neumáticas de casco rígido:

✓ Ventajas:

- Alta velocidad.
- Mayor facilidad en la maniobra de izado y arriado.
- Gran maniobrabilidad.
- Gran reserva de flotación

✓ Desventajas:

- No son aptas para varar.
- Menor capacidad de carga.
- Mayor dificultad para navegar entre escombros de hielo.

A10.2.3 Embarcaciones neumáticas:

✓ Ventajas:

- Bajo costo de adquisición.
- Menor costo de mantenimiento.
- Mayor aptitud para varar.
- Gran maniobrabilidad.
- Mayor facilidad en la maniobra de izado y arriado.

✓ Desventajas:

- Mayor dificultad para navegar entre escombros de hielo.
- Menor capacidad de carga.
- Mayor vulnerabilidad durante el transporte y varado.
- Mayor dificultad para desembarcar cargas pesadas o voluminosas en playas sin grúas.

A10.3 Normas de seguridad.

En todos los casos e independientemente del tipo de embarcación empleado, los riesgos que implica su operación en la Antártida hacen necesario prever cuidadosamente todos los elementos necesarios para asegurar la supervivencia de las tripulaciones.

En ese orden, debemos recordar que las condiciones hidrometeorológicas y glaciológicas suelen ser muy cambiantes y que la posibilidad de ocurrencia de fallas y averías es superior al registrado en otras áreas, pudiendo impedir el regreso de la embarcación al buque o base de donde partieron.

Por dichos motivos, es conveniente que las embarcaciones posean además de la palamenta que habitualmente embarcan en cualquier Unidad Naval, los siguientes elementos:

- Trajes antiexposición para todos sus tripulantes.
- Motor auxiliar.
- Sistema de comunicaciones y señalamiento adecuado al área (Racon, ecorreflector radar, etc.).
- Víveres de gran aporte calórico.
- Tienda de campaña.
- Herramientas y repuestos.
- Tanque auxiliar de combustible.

Por otra parte, es conveniente que operen en grupos de al menos dos embarcaciones, bajo control cerrado de la base o buque, a efectos de brindarse apoyo mutuo y asegurar su localización.

A10.4 Conclusiones.

- ✓ Cada situación es particular y, como tal, requiere el empleo de los medios más adecuados para cumplir eficientemente la misión.
- ✓ Las embarcaciones de casco rígido son las que proveen la mayor capacidad de carga y protección a las tripulaciones y bienes.
- ✓ Las embarcaciones neumáticas de casco rígido son las más apropiadas para el traslado de personal o la ejecución de tareas científicas que no impliquen necesidad de varar en las playas.
- ✓ Las embarcaciones neumáticas son las más sencillas de operar, por la simplicidad de su izado y arriado, su maniobrabilidad y su relación agilidad – capacidad de carga.

Apéndice 11



DISIMILITUDES ANTARTIDA - ARTICO

ANTARTIDA	ARTICO
* Geográficas *	
Contienente rodeado de mares	Mar rodeado de continentes
Mares circundantes deshabitados e inhóspitos	Continentes circundantes habitados con seguridades y facilidades logísticas
Casquete de hielo dulce rodeado de hielo salado	Casquete de hielo salado rodeado de hielo dulce
Conexión amplia y libre con los océanos circundantes, Atlántico, Índico y Pacífico alrededor de los 360°	Conexión restringida con los océanos adyacentes, sólo a través de los mares de Groenlandia y Barents y el estrecho de Bering
* Políticas *	
Actividad económica inexistente. Rige el Tratado Antártico	Actividad económica muy desarrollada durante todo el año
Países involucrados no ejercen soberanía. Rige el Tratado Antártico	Estados rivereños ejercen soberanía
Sin puertos	Numerosos puertos de altura con actividad económica anual, muchos cubiertos de hielo marino durante más de 7 meses al año
* Ambientales *	
Tiene dos polos adicionales a los tres del Ártico: el frío y el de inaccesibilidad relativa	Sólo tiene tres polos: el geográfico, el magnético y el geomagnético
Es la región más fría del mundo	
No tiene fauna terrestre	Tiene fauna terrestre en sus límites australes
Vegetación inferior reducida a musgos, líquenes, algas, etc.	Vegetación superior (coníferas, etc.) a lo largo del círculo polar ártico
Témpanos tabulares predominantes	Témpanos pinaculares o piramidales
Tiene cinturón de témpanos rodeando a todo el continente	Tiene témpanos sólo en las costas australes de Groenlandia y orientales de Norteamérica
Origina los témpanos más grandes y más numerosos	

ANTARTIDA	ARTICO
Circundado por corrientes marinas frías	Afectado por la corriente cálida del Golfo
Los mares antárticos presentan un patrón sencillo de circulación oceánica: sentido horario	Tiene tres patrones diferentes de circulaciones oceánicas: horario, antihorario y meridional
Mares antárticos con veranos fríos, temperaturas entre 0° y -4° C	Veranos más cálidos, con temperaturas significativamente mayores de 0° C
El hielo marino rodea al continente y al hielo dulce	El hielo marino está rodeado por continentes y hielo dulce
Hielo marino viejo, de varios años, con marcados patrones de charcos y drenajes es poco frecuente	Hielo marino viejo, de varios años, con marcados patrones de charcos y drenajes es muy frecuente
Hielo marino de menor consistencia	Hielo marino más duro
Presenta la mayor variación estacional de hielo marino: superior al 75% de su superficie cubierta	Hielo marino confinado, sin presentar grandes variaciones estacionales
* Investigación *	
Conocimiento técnico-científico propio en general pobre sobre la región, y nulo del Ártico, limitado a campañas y actividades de verano y oportunidad	Conocimiento técnico-científico amplio y exhaustivo de la región, extendido a la Antártida, por parte de numerosas instituciones y universidades del Hemisferio Norte
En el pasado, actividades predominantemente estivales y asentamientos anuales	En el pasado, actividades durante todo el año de los países involucrados en la región
Hoy, actividades anuales de países selectos. El resto mantiene las condiciones del pasado	Hoy, igual que en el pasado, con mayor intensidad



ANTARCTICA - ARTIC DISIMILARITIES

ANTARCTICA	ARTIC
* Geographic *	
Land surrounded by seas	Sea surrounded by land
Surrounding seas uninhabited	Surrounding land inhabited
Fresh ice surrounded by salt ice	Basin ice of salty surrounded by fresh ice
Wide and free connection with surrounded Atlantic, Indian and Pacific oceans around the 360°	Restricted connection with adjacent oceans, only through the Groenlandia and Barents seas and Bering straight
* Politic *	
There is no economical activity rules, Antarctic Treaty	Economical activity is greatly developed all the year long
Involved countries don't exercise sovereignty	Coastal states exercise sovereignty & national regulations
No harbours	Several overseas harbours with annual economical activity, many of them covered by sea ice for more than 7 months per year
* Environmental *	
Has two additional poles besides the three of the Artic: cold pole and relative inaccessibility pole	Only has three poles: geographic, magnetic and geomagnetic
It's the coldest region in the world	
Tere is no terrestrial fauna	There is terrestrial fauna in the Southern limits
Inferior vegetation reduced to moss, lichen, seaweed, etc.	Superior vegetation (conifer, etc.) all the Arctic Polar Circle around
Predominant tabular icebergs	Pinnacular or pyramidal icebergs
Icebergs belt sorrounds all the continent	Icebergs only in the Southern coasts of Groenlandia and Eastern of America
Originates the biggest and most numerous icebergs	

ANTARCTICA	ARTIC
Enclosed by cold sea currents	Affected by the Gulf calid current
Antarctic seas present a simple pattern of oceanic circulation: clockwise	Three different patterns of oceanic circulation: clockwise, counterclockwise and meridional
Antarctic seas with coldest summers; air temperatures between 0° & -4° C	More calid summers, with significative air temperatures above de 0° C
Sea ice surrounds the continent and the fresh ice	Sea ice is surrounded by the continent and fresh ice
Old sea ice, of several years, commonly lacks pronounced patterns of pools and drainage	Old sea ice, of several years, commonly shows consistence patterns of pools and drainage
Sea ice of minor consistence	Sea ice harder
Presents the major stational variation of sea ice extension: above the 75% of covered surface	Confined sea ice, without presenting such grate Antarctic stational variations of extent
* Research *	
Technical-scientific knowledge of the region in general poor, limited to summer campaigns and activities	Wide and exhaustive technical-scientific knowledge of the region, extended to the Antarctic, by several institutions and universities of the Norther Hemisphere
In the past, predominant summer activities and annual settlements	In the past, all year long activities of the countries involved in the region
Today, annual intense activities of selected countries. The rest maintain past conditions	Today, as in the past, with great intensity of investigations

BIBLIOGRAFIA NAUTICA RECOMENDADA

- CANADIAN COAST GUARD Module (CG Command) 12.3
COMMAND OF AN ICEBREAKER TP 4338 E (VOL 3) 1995
- Parnell (1986) ICE SEAMANSHIP (Monograph)
London , Nautical Institute
- MC DONALD (1965) POLAR SHIPPHANDLING
Washington-Artic Institute of America
- JENKINS (1988) POLAR OPERATION MANUAL
(SO 300-A5-MAN 0101) U.S. Navy
- ANTARCTIC PILOT (U.K.)
- DERROTERO ANTARTICO CHILENO
- DERROTERO ARGENTINO- Parte V – Antártida
- MARINER´ S HANDBOOK (U.K.)
- MANUAL DE NAVEGACION (Chile)
- MANUAL DE NAVEGACIÓN (Argentina)
- HANDBOOK ON NAVIGATION IN AREAS AFFECTED BY ICE (WMO) Revision
- ADMIRALTY MANUAL OF NAVIGATION - Vol. I (U.K.)
- ANTARTIC SAILING DIRECTIONS – Pub.200 (U.S.A.)
- MANUAL OF ICE SEAMANSHIP – H.O. 551 (U.S.A.)
- MANUALES DE LAS SOCIEDADES DE CLASIFICACION (Capítulos de Clasificación para Hielo)
- ROUTEIN CHARTS
- PILOT CHARTS