



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE
NÁUTICA E MÁQUINAS

TRABALLO DE FIN DE GRAO

BUQUE CATEGORÍA C EN AGUAS DE LA ANTÁRTIDA: B/O SARMIENTO DE GAMBOA

**GRAO NÁUTICA E TRANSPORTE MARÍTIMO
OPERACIÓN NÁUTICA DO BUQUE**

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

JUNIO – 2019

AUTOR: RAQUELAÑÓN IGLESIAS
DIRECTOR: ALSIRA SALGADO DON

RESUMEN

La navegación por aguas polares es uno de los hitos más importantes de la historia de la navegación y conseguir que esta sea segura es uno de los principales objetivos de la OMI. Por ello, el 1 de enero de 2017 entra en vigor el Código Polar, donde se reflejan directrices de carácter obligatorio o recomendatorias que tienen que seguir aquellos buques que naveguen por las regiones polares.

La implementación de este nuevo código ha supuesto que los buques que ya transitaban por estas aguas hayan tenido que realizar cambios a bordo para así poder realizar una navegación más segura. Los cambios no son iguales para todo tipo de buques y el código los clasifica en tres categorías: Buque polar categoría A, B y C. El buque polar categoría C es el que menos cambios debe realizar por navegar únicamente por aguas abiertas de hielo como es el caso del buque oceanográfico Sarmiento de Gamboa; buque no polar, pero con certificado temporal de buque polar categoría C otorgado por la administración tras haber realizado los cambios requeridos por la OMI.

La labor del Sarmiento de Gamboa en la Antártida es logística y oceanográfica, este buque se encarga de realizar traslado de personal de unas islas a otras en las Islas Shetland del Sur y de aprovisionar a las bases españolas durante la campaña que estas permanecen abiertas. Estas operaciones encarnan riesgos adicionales en comparación a operaciones habituales de carga o traslado de personal, donde las condiciones meteorológicas son el principal elemento a tener en cuenta.

RESUMO

A navegación por augas polares é un dos fitos máis importantes da historia da navegación e conseguir que esta sexa segura é un dos principais obxectivos da OMI. Por iso, o 1 de xaneiro de 2017 entra en vigor o Código Polar, onde se reflicten directrices de carácter obrigatorio ou recomendatorias que teñen que seguir aqueles buques que naveguen polas rexións polares.

A implementación deste novo código supuxo que os buques que xa transitaban por estas augas tivesen que realizar cambios a bordo para así poder realizar unha navegación máis segura. Os cambios non son iguais para todo tipo de buques e o

código clasifícaos en tres categorías: Buque polar categoría A, B e C. O buque polar categoría C é o que menos cambios debe realizar por navegar unicamente por augas abertas de xeo como é o caso do buque oceanográfico Sarmiento de Gamboa; buque non polar, pero con certificado temporal de buque polar categoría C outorgado pola administración tras realizar os cambios requiridos pola OMI.

A labor do Sarmiento de Gamboa na Antártida é loxística e oceanográfica, este buque encárgase de realizar o traslado de persoal dunhas illas a outras nas Illas Shetland do Sur e de aprovisionar ás bases españolas durante a campaña que estas permanecen abertas. Estas operacións encarnan riscos adicionais en comparación a operacións habituais de carga ou traslado de persoal, onde as condicións meteorolóxicas son o principal elemento a ter en conta.

SUMMARY

Navigation through polar waters is one of the most important milestones in the history of navigation and making it safe is one of the main objectives of IMO. Therefore, on 1 January 2017, the Polar Code comes into force, which reflects mandatory guidelines or recommendations that must be followed by ships sailing through the polar regions.

The implementation of this new code has meant that the ships that were already sailing through these waters had to make changes on board in order to make navigation safer. The changes are not the same for all types of ships and the code classifies them into three categories: Polar ship category A, B and C. The polar ship category C is the one that needs to change least by navigating only through open waters of ice as it is the case of the oceanographic vessel Sarmiento de Gamboa; non-polar vessel, but with a temporary certificate of polar vessel category C granted by the administration after having made the changes required by the IMO.

The work of Sarmiento de Gamboa in Antarctica is logistic and oceanographic, this ship is in charge of personnel transfer from one island to another in the South Shetland Islands and supplying the Spanish bases during the campaign that they remain open. These operations carry additional risks compared to the usual operations of loading or transfer of personnel, where weather conditions are the main element to be taken into account.

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO	4
2. ALCANCE	5
3. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS DE REFERENCIA	6
3.1. SOLAS	6
3.2. MARPOL 73/78	11
3.3. STCW	12
3.4. El Código Polar	13
4. REGIONES POLARES	18
4.1. Región polar antártica	18
4.2. Región polar ártica	22
4.3. Climatología polar	24
4.3.1. Hielo polar	24
4.3.2. Los icebergs.....	32
4.4. Lugares de refugio.....	35
4.5. Zonas protegidas	36
5. BUQUES QUE OPERAN EN AGUAS ANTÁRTICAS	38
5.1. Buques Categoría A	39
5.2. Buques Categoría B	39
5.3. Buques Categoría C	40
5.3.1. Generalidades, certificación y reconocimiento de la categoría de buque polar.	41
5.3.2. Manual de operaciones en aguas polares	41
5.3.3. Estructura del buque.	43
5.3.4. Compartimientos y estabilidad.....	43
5.3.5. Integridad estanca al agua e integridad estanca a la intemperie.	43

5.3.6. Instalaciones de máquinas.....	43
5.3.7. Seguridad/ Protección contra incendios.....	44
5.3.8. Dispositivos y medios de salvamento.....	44
5.3.9. Seguridad de la navegación.....	44
5.3.10. Comunicaciones	45
5.3.11. Planificación del viaje.....	46
5.3.12. Dotación y formación	47
6. BUQUE CATEGORÍA C EN AGUAS DE LA ANTÁRTIDA	49
6.1. Navegación por aguas antárticas.....	49
6.1.1. Cartografía	50
6.1.2. Información hidrográfica y ayudas a la navegación	50
6.2. Medios SAR.....	51
6.2.1. Abandono	53
6.3. Asistencia Médica.....	56
6.3.1. Centro radio-médico español.....	56
6.3.2. Condiciónes médicas	57
7. B/O SARMIENTO DE GAMBOA	58
7.1. Código Polar aplicado al Sarmiento de Gamboa	58
7.2. Operaciones en aguas polares.....	62
7.2.1. Traslado de personal.....	62
7.2.2. Carga y descarga de material.....	64
7.3. Operaciones en cubierta	67
7.4. Operaciones en DP (posicionamiento dinámico)	67
7.5. Abandono Sarmiento de gamboa	69
8. CONCLUSIÓN	73
9. BIBLIOGRAFÍA	75
10. ABREVIATURAS	76

11. ÍNDICE DE TABLAS	78
12. ÍNDICE DE FIGURAS	79

1. OBJETO

Según las tendencias observadas y los pronósticos, todo parece indicar que el transporte marítimo en las regiones polares aumentará en volumen y se diversificará en los próximos años. Por lo tanto, habrá que hacer frente a tales retos sin comprometer la seguridad de la vida humana en el mar ni la sostenibilidad del medio marino polar.

La navegación por aguas polares ha planteado un problema desde la antigüedad. Desde hace más de 20 siglos de exploración polar, el hielo siempre fue la principal preocupación para los navegantes por afectar directamente a la navegabilidad del buque. Con el aumento del tránsito marítimo por estas regiones, la OMI (Organización Marítima Internacional) comenzó a elaborar un código para la navegación en zonas polares.

El Código Polar entró en vigor el 1 de enero de 2017, marcando así un hito histórico en la labor de la OMI en la protección de estas inhóspitas regiones y de los buques y personas que por ellas navegan, regulando los requerimientos en lo referido a la certificación, estructura del buque, equipo a bordo y tripulación competente.

Con motivo de la implementación del Código Polar, en el presente trabajo se describen los cambios que un buque debe realizar para obtener, al menos, categoría polar C y así poder operar en determinadas zonas de la Antártida. Para ello, se especifican las características principales de las regiones polares y la normativa que debe cumplir un buque para obtener la certificación de categoría polar C. En particular, se toma como ejemplo el buque Sarmiento de Gamboa del cual se detallan sus operaciones en aguas Antárticas.

2. ALCANCE

En el presente trabajo se abordan las características a cumplir por un buque que navega por regiones polares, en concreto se hace especial hincapié en los buques polares categoría C que navegan por aguas de la Antártida.

Con la entrada en vigor del Código Polar, hace tan solo dos años, los barcos que navegan por aguas polares han tenido que realizar varios cambios, que se reflejan en este trabajo, poniendo como ejemplo los realizados en el B/O Sarmiento de Gamboa. También se detallan, para quién las quiera conocer, las actividades que este tipo de buques realizan por la Antártida, como el apoyo a las bases o el traslado de personal.

3. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS DE REFERENCIA

Como consecuencia de la internacionalidad del transporte marítimo y la necesidad de implantar un marco normativo internacional nació en el año 1959 la OMI (Organización Marítima Internacional) con el fin de ser el organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del medioambiente por los buques.

Tanto el presente trabajo como la normativa del mismo están enfocados a todos los buques pertenecientes a los Estados Miembros de la OMI y que por tanto deben de cumplir con su normativa. Los principales instrumentos de la OMI son tres:

- Convenio SOLAS, es el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar de 1974, enmendado.
- Convenio MARPOL, es el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques de 1973, modificado por el Protocolo de 1978 y por el Protocolo de 1997.
- Código STCW, es el Código internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, en su forma enmendada, incluidas las enmiendas de 1995 y las enmiendas de Manila de 2010.

3.1. SOLAS

El convenio SOLAS es la columna vertebral en lo que a normativa marítima se refiere, fue adoptado el 1 de noviembre de 1974 por la Conferencia internacional sobre seguridad de la vida humana en el mar, convocada por la OMI, y entró en vigor el 25 de mayo de 1980.

El objetivo del Convenio es establecer las normas mínimas relativas a la construcción, al equipo y a la utilización de los buques, compatibles con su seguridad. Para cumplir con las disposiciones del Convenio, los buques deberán poseer una serie de certificados que determinen que cumplen sus exigencias. La versión actual del Convenio SOLAS contiene disposiciones por las que se establecen obligaciones de carácter general, procedimientos de enmienda y otras disposiciones, acompañados de un anexo dividido en XIV capítulos.

Con la resolución MSC.385 (94), el Comité de seguridad marítima en su 94º periodo de sesiones adoptó la introducción y las partes I-A y I-B del Código internacional

para los buques que operen en aguas polares (Código polar). Para conferir carácter obligatorio a la utilización de las disposiciones relativas a la seguridad del Código Polar se adoptó, en el mismo periodo de sesiones, la resolución MSC.386 (94) en la que mediante enmiendas se suplementa el Convenio SOLAS con un nuevo capítulo. El **Capítulo XIV “Medidas de seguridad para los buques que operen en aguas polares”** con fecha de entrada en vigor del 1 de enero de 2017.

Este capítulo nace ante la necesidad de facilitar un marco legal obligatorio a los buques que operen en aguas polares como consecuencia de las exigencias adicionales que presenta navegar por dichas aguas.

Regla 1. Definiciones a los efectos del presente capítulo:

1. *“Código polar: Código internacional para los buques que operen en aguas polares, que consta de una introducción y de las partes I-A y II-A y las partes I-B y II-B, y que fue adoptado mediante la resolución MSC.385(94) y la resolución del Comité de protección del medio marino, según sea enmendado, siempre que:*

.1 las enmiendas a las disposiciones relativas a la seguridad de la introducción y la parte I-A del Código polar se adopten, entren en vigor y se apliquen de conformidad con lo dispuesto en el artículo VIII del presente convenio respecto de los procedimientos de enmienda aplicables al anexo, con excepción del capítulo I; y

.2 las enmiendas a la parte I-B del Código polar sean adoptadas por el Comité de seguridad marítima de conformidad con su Reglamento interior.

1. *Zona del Antártico: extensión de mar situada al sur de los 60° S de latitud.*
2. *Aguas árticas: aguas situadas al norte de una línea que va desde los 58° 00´,0 N de latitud y los 042°00´,0W de longitud hasta los 64° 37´,0 N de latitud y los 035°27´,0 W de longitud, y de ahí, por una loxodrómica, hasta los 67°03´,9 N de latitud y los 026°33´,4 W de longitud, y, a continuación, por una loxodrómica, hasta la latitud 40°49´,56 N y la longitud 008°59´,61 W (Sørkapp, Jan Mayen) y ,por la costa meridional de Jan Mayen, hasta la posición 73°31´,6 N y 019°01´,0 E por la Isla de Bjørnøya, y, a continuación*

por la línea del círculo polar máximo, hasta la latitud 68°38´,9 N y la longitud 043°23´,08 E (Cabo Kanin Nos), y, siguiendo la costa septentrional del continente asiático hacia el este, hasta el estrecho de Bering, y de ahí, hacia el oeste, por los 60° N de latitud hasta Il'pysky, siguiendo a continuación el paralelos 60° N hacia el este, hasta el estrecho de Etolin inclusive, bordeando después la costa septentrional del continente norteamericano, hasta los 60° N de latitud y hacia el este, siguiendo el paralelo 60° N hasta los 056°37´,1 W de longitud, y de ahí, hasta los 58°00´,0 N de latitud y los 042°00´,0 W de longitud.

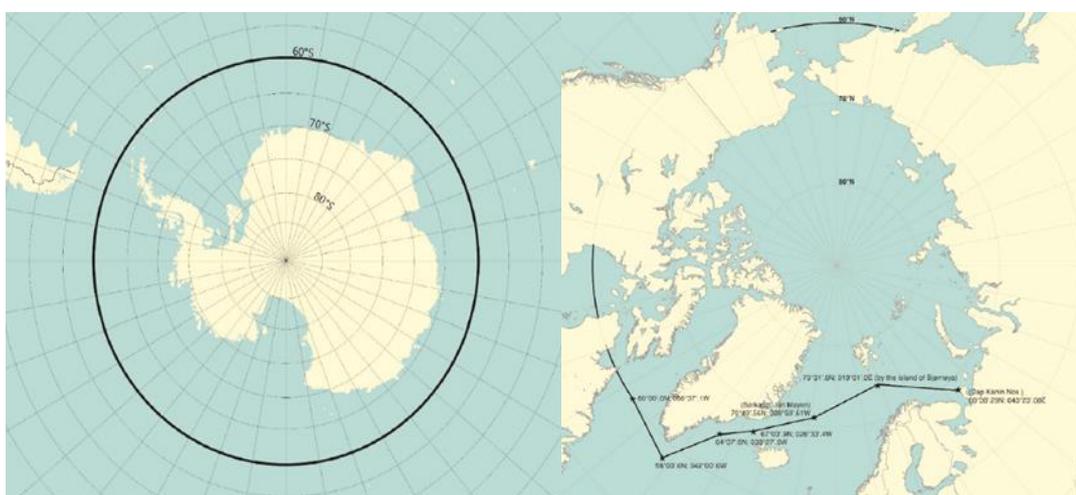


Figura 3.1.1.- Extensión máxima del ámbito de aplicación de la zona del Antártico (izq.) y del Ártico (dcha.). Fuente: Código Polar.

3. *Aguas polares: aguas árticas y/o zona del Antártico.*
4. *Buque construido: buque cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente.*
5. *La frase cuya construcción se halle en una fase equivalente indica la fase en que:*
 - .1 *ha comenzado una construcción identificable como propia de un buque determinado; y*
 - .2 *ha comenzado una fase del montaje del buque que suponga la utilización de, cuando menos, 50 toneladas del total del material estructural estimado o un 1 % de dicho total, si este segundo valor es menor.”*

Regla 2. Ámbito de aplicación

1. *“Salvo disposición expresa en otro sentido, el presente capítulo se aplica a los buques que operen en aguas polares, certificados de conformidad con el capítulo I.*
2. *Los buques construidos antes del 1 de enero de 2017 cumplirán las prescripciones pertinentes del Código polar a más tardar en el primer reconocimiento intermedio, o en el reconocimiento de renovación, si éste es anterior, con posterioridad al 1 de enero de 2018.*
3. *Al aplicar la parte I-A del Código polar, deberían tenerse en cuenta las orientaciones adicionales que figuran en la parte I-B del Código polar.*
4. *El presente capítulo no se aplicará a los buques que sean propiedad de un Gobierno Contratante o sean explotados por éste y que se utilicen, por el momento, sólo en servicios gubernamentales de carácter no comercial. Sin embargo, se recomienda a los buques que sean propiedad de un Gobierno Contratante o sean explotados por éste y que se utilicen, por el momento, sólo en servicios gubernamentales de carácter no comercial que, en la medida que sea razonable y factible, actúen de acuerdo con lo dispuesto en el presente capítulo.*
5. *Nada de lo dispuesto en el presente capítulo irá en detrimento de los derechos y obligaciones de los Estados en virtud del derecho internacional.”*

Regla 3. Prescripciones para los buques a los que se aplica el presente capítulo

1. *“Los buques a los que se aplica el presente capítulo cumplirán lo prescrito en las disposiciones relativas a la seguridad de la introducción y la parte I-A del Código polar y, además de satisfacer las prescripciones de las reglas I/7, I/8, I/9 y I/10 que les sean aplicables, serán objeto de reconocimiento y certificación de conformidad con lo dispuesto en ese código.*
2. *Los buques a los que se aplica el presente capítulo que cuenten con un certificado expedido de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 estarán sujetos a la supervisión establecida en las reglas I/19 y XI 1/4. A tal fin, esos certificados serán considerados como certificados expedidos en virtud de las reglas I/12 o I/13.”*

Regla 4. Proyectos y disposiciones alternativos

1. *“El objetivo de la presente regla es proporcionar una metodología para determinar proyectos y disposiciones alternativos de estructura, máquinas e instalaciones eléctricas, seguridad contra incendios y dispositivos y medios de salvamento.*
2. *Las disposiciones estructurales, las máquinas e instalaciones eléctricas, las medidas de proyecto y disposiciones de seguridad contra incendios, así como los dispositivos y medios de salvamento, podrán diferir de las prescripciones preceptivas que figuran en los capítulos 3, 6, 7 y 8 del Código polar, siempre y cuando los proyectos y disposiciones alternativos se ajusten al propósito del objetivo y de las prescripciones funcionales pertinentes y ofrezcan un nivel de seguridad equivalente al prescrito en dichos capítulos.*
3. *Cuando los proyectos o disposiciones alternativos difieran de las prescripciones preceptivas de los capítulos 3, 6, 7 y 8 del Código polar, se procederá al análisis técnico, la evaluación y la aprobación de los proyectos y disposiciones de conformidad con las directrices aprobadas por la Organización.*
4. *Toda disposición o proyecto alternativo que difiera de las prescripciones preceptivas se registrará en el Certificado para buque polar y en el Manual de operaciones en aguas polares del buque, tal como se exige en el Código polar, y se determinarán también las medidas y condiciones técnicas y operacionales para la desviación permitida.”*

Además del capítulo anterior existen reglas distribuidas por el resto capítulos que se deben de tener en cuenta.

Capítulo V- Seguridad en la navegación

- Regla 5, Servicios y avisos meteorológicos.
- Regla 6, servicio de vigilancia de hielos.
- Regla 34, navegación segura y evitar de situaciones de peligro; Esta regla recoge que antes de realizar un viaje el capitán debe comprobar la planificación del mismo, haciendo uso de las directrices y recomendaciones elaboradas por la OMI que se pueden encontrar en la Resolución A.893(21).

3.2. MARPOL 73/78

Otro de los instrumentos principales de la OMI que se debe cumplir es el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978, llamado de manera abreviada, MARPOL 73/78. Entró en vigor el 2 de octubre de 1982 y actualmente está ratificado por 119 países. Su objetivo es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como disminuir lo máximo posible las posibles descargas accidentales. Está formado por una introducción y seis anexos que tratan las diferentes fuentes de contaminación.

Mediante las resoluciones MEPC.264 (68) y la MEPC.265 (68) el Comité de protección del medio marino (MEPC), que incluyen las enmiendas a los Anexos I, II, IV y V del Convenio MARPOL, otorga carácter obligatorio a las disposiciones relativas al medio ambiente del Código polar.

Anexo I - Reglas para Prevenir la Contaminación por Hidrocarburos, la descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas en aguas árticas estará prohibida por parte de cualquier buque. Las operaciones en las aguas polares se tendrán en cuenta, según proceda, en los Libros registro de hidrocarburos, los manuales y el Plan de emergencia de a bordo en caso de contaminación por hidrocarburos o el Plan de emergencia de a bordo contra la contaminación del mar que se prescriben en este anexo.

Anexo II - Reglas para Prevenir la Contaminación por Sustancias Nocivas Líquidas (NLS) Transportadas a Granel, la descarga en el mar de NLS o de mezclas que contengan dicha sustancia están prohibidas en el Ártico.

Anexo IV - Reglas para Prevenir la Contaminación por las Aguas Sucias de los Buques. La descarga de aguas sucias en aguas polares está prohibida excepto cuando:

- Las aguas sucias han sido desmenuzadas y desinfectadas con un sistema aprobado y se descarguen a una distancia superior a 3 millas marinas de cualquier barrera de hielo y lo más lejos posible de zonas en donde la concentración de hielo sea superior a 1/10.

- Las aguas sucias que no han sido desmenuzadas ni desinfectadas se podrán descargar a una distancia superior a 12 millas marinas de cualquier barrera de hielo o hielo fijo más próximo y lo más lejos posible de zonas en donde la concentración de hielo sea superior a 1/10.
- Las aguas sucias pasen por una instalación de tratamiento aprobada y certificada por la administración se podrán descargar lo más lejos posible de la tierra más cercana, de cualquier barrera de hielo, de hielo fijo o de zonas con concentración superior a 1/10. Los buques de las categorías A y B solo podrán realizar descargas si tienen en funcionamiento una instalación de tratamiento aprobada.

Anexo V - Reglas para prevenir la contaminación por basuras. El MEPC, mediante la resolución MEPC.42(30) del 17 de marzo de 1992, aprobó las enmiendas del Anexo V con objeto de designar la zona del Antártico (al sur de los 60° de latitud sur) como zona especial. Con esto, al igual que en el Ártico, la descarga de basuras en el mar permitida conforme la regla 6, cumplirá las prescripciones adicionales siguientes: las descargas se efectuarán lo más lejos posible de las zonas en las que la concentración de hielo sea superior a 1/10, pero en ningún caso a menos de 12 millas marinas del hielo fijo más próximo; y los desechos de alimentos no se descargarán en el hielo.

La mayoría de prescripciones de la Parte II-A del Código polar están referidas a la región polar ártica.

3.3. STCW

El último de los tres pilares más importantes es el Código internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar en su forma enmendada, incluidas las enmiendas de 1995 y las de Manila de 2010, que entró en vigor el 28 de abril de 1984. El Código establece normas mínimas sobre formación, titulación y guardia para la gente de mar que los países están obligados a cumplir.

En las últimas enmiendas en la conferencia de MANILA 2010 se observó que el crecimiento de operaciones en aguas polares produce en una demanda por parte de la industria marítima de trabajadores aptos para operar en estas regiones, y la

experiencia indica que los factores humanos juegan un papel primordial ante las posibles emergencias o adversidades que se puedan producir.

Por ello en 2016 mediante la resolución MSC.416(97) el código de formación adopto las enmiendas que afectan a las operaciones en aguas polares definiendo en el capítulo V, Regla 4, los requisitos mínimos obligatorios para la capacitación y las calificaciones que los capitanes y oficiales de cubierta deben poseer en los buques que operan en aguas polares. Adquirió carácter obligatorio el 1 de julio 2018 teniendo su implementación un periodo de transición de dos años.

3.4. El Código Polar

El Código Polar es un Código Internacional para los buques que operan en aguas polares adoptado por la OMI, así como las enmiendas correspondientes al Convenio SOLAS y al Convenio MARPOL 73/78 a fin de dar carácter obligatorio a dicho código. El Código polar entró en vigor el 1 de enero de 2017, marcando así un hito histórico en la labor de la OMI, que tiene como principal objetivo proporcionar un entorno seguro y una protección de este mediante la regulación de los riesgos específicos en regiones polares que no están considerados por otros instrumentos de la organización.

Trata todas las cuestiones relacionadas con la navegación en aguas que rodean tanto al polo Norte como al polo Sur: proyecto, construcción, y equipo de buques; cuestiones operativas y de formación; búsqueda y salvamento; y la protección del singular entorno y de sus ecosistemas.

Este Código consta de Introducción, parte I y parte II. La Introducción contiene las disposiciones obligatorias aplicables a las partes I y II. La parte I se subdivide en la parte I-A, que contiene disposiciones obligatorias sobre medidas de seguridad, y la parte I-B, compuesta de recomendaciones sobre seguridad. La parte II se subdivide, al igual que la parte I, en la parte II-A, que contiene disposiciones obligatorias sobre la prevención de la contaminación, y la parte II-B, que contiene recomendaciones sobre la prevención de la contaminación.

Parte I-A, prescripciones relacionadas con las medidas de seguridad.

Capítulo 1, General:

Sirve de parte introductoria al tema de lo que es la navegación polar, albergando definiciones, normas, evaluaciones operacionales y certificados que necesitan todos los buques para cumplir el Código.

Capítulo 2, Manual Operativo Aguas Polares:

El objetivo del PWOM, el Manual Operativo de aguas Polares, es proporcionar la información suficiente a toda la tripulación de toda la información necesaria para una navegación segura y una toma de decisiones rápida y adecuada. En él se especifican las capacidades y las limitaciones del buque, así como la información meteorológica, pronósticos de hielo, temperaturas mínimas de funcionamiento de todos los equipos y condiciones y medios SAR de las zonas por las que se tiene previsto navegar.

Capítulo 3, Estructura del buque:

La razón de este capítulo es mantener la seguridad estructural del buque provocada por sobreesfuerzos como pueden ser la acumulación de hielo y/o nieve. Otra directriz a tener en cuenta también será poseer los materiales adecuados, es decir, que no sufran alteraciones ni pierdan propiedades al trabajar a bajas temperaturas.

Capítulo 4, Subdivisión y Estabilidad:

La acumulación de hielo en el casco y las superestructuras del buque puede suponer un grave peligro. Con las fuertes nevadas, la nieve y el hielo se pueden acumular y con el paso del tiempo derretirse solamente en una de las bandas, lo que produciría una escora ocasionando graves problemas de estabilidad.

Con este capítulo se establecen las prescripciones funcionales para que todos los buques tengan estabilidad suficiente en la condición sin avería cuando estén sometidos a la acumulación de hielo y además, que aquellos buques de las categorías A y B construidos posteriormente al 1 de enero de 2017 tengan la estabilidad residual suficiente para resistir las averías relacionadas con el hielo.

El Código de Estabilidad Intacta (IS) 2008, y el código Polar prescriben una carga máxima de hielo de 30 kg/m² en cubiertas y pasarelas expuestas a la intemperie, de 7,5 kg/m² para el área lateral proyectada de cada lado del buque que quede por encima del plano de flotación y el área proyectada de superficies discontinuas

(exceptuando palos) y el área lateral proyectada de otros pequeños objetos, se calcularán aumentando un 5% el área total proyectada de las superficies continuas y en un 10% los momentos estáticos de esta área.

Para poder cumplir, todos los buques tendrán equipos adecuados para prevenir y retirar la nieve o el hielo, ya sean dispositivos eléctricos y neumáticos o herramientas especiales como hachas, bastones de madera etcétera.

Capítulo 5, Integridad hermética y estanca:

El fin de este capítulo es garantizar que un barco pueda mantener su integridad hermética al agua y al clima mientras se encuentra en un ambiente polar. Tiene tres requisitos para todos los barcos:

- El buque dispondrá de medios efectivos para prevenir o eliminar la acumulación de hielo y nieve alrededor escotillas y puertas para buques destinados a operar a bajas temperaturas.
- El buque se proveerá medios para prevenir la congelación o viscosidad excesiva de líquidos de la hidráulica, escotillas y puertas.
- Las escotillas y puertas exteriores estarán diseñadas para ser poder ser utilizadas por personal con vestimenta de invierno pesada. En la práctica, esto significa que las manillas de las puertas y controles deben ser lo suficientemente grandes como para permitir la operación sin necesidad de que el operador se quite ninguna prenda de protección.

Es importante que, en las puertas y escotillas que estén accionadas hidráulicamente, la viscosidad del aceite hidráulico permanezca dentro de la gama definida por el fabricante. El fluido hidráulico puede ser de un tipo que mantenga una viscosidad aceptable, o el sistema hidráulico puede tener disposiciones de calefacción o circulación para mantener los líquidos a una temperatura adecuada y así tener una viscosidad aceptable.

Capítulo 6, Instalación de máquinas:

Las instalaciones de máquinas son claves en la navegación por hielos, un fallo en la maquina puede desencadenar en una tragedia por lo que es importante mantener una serie de precauciones. El mayor problema que nos encontramos es tanto la

temperatura exterior como la temperatura del agua, por eso hay que tener en cuenta la acumulación de hielo y nieve, la posible entrada de hielo o nieve procedente del agua del mar, la congelación o aumento de la viscosidad de los líquidos y la temperatura de entrada del agua del mar.

Capítulo 7, Seguridad / Protección contra incendios:

Tiene como objetivo asegurar que todos los sistemas contraincendios permanecen operativos y funcionan de forma efectiva bajo condiciones de bajas temperaturas.

Tanto los equipos contra incendios como los componentes del sistema como hidrantes, mangueras, boquillas etc., deberán ser siempre accesibles y estar protegidos de la congelación, la formación de hielo y de la nieve. Las tuberías principales y el sistema de lucha contra incendios deberán estar protegidas de la congelación de modo que las secciones expuestas a la intemperie se puedan aislar y drenar, y las bombas contra incendios deberán estar en compartimentos equipados con calefacción.

Capítulo 8, Dispositivos y medios de salvamento:

Con este capítulo se encuentran las directrices para disponer de una vía de evacuación, escape y una supervivencia segura, sin encontrarse obstáculos en las vías de salida o nieve en las balsas salvavidas. De esta manera se busca asegurar un abandono con el mínimo riesgo posible, proporcionando también ropa adecuada para el frío clima que albergan las regiones polares.

Capítulo 9, Seguridad de la navegación:

El capítulo muestra las directrices a seguir para mantener en todo momento la seguridad cuando se opera por aguas polares, determinando las diferentes opciones a elegir para asegurar la recepción de toda la información náutica necesaria como, por ejemplo, partes actualizados de hielos.

Otro objetivo es asegurarse de que los equipos y sistemas de navegación previstos sean adecuados y detecten hielos en condiciones de poca o ninguna luz.

Capítulo 10, Comunicación:

El objetivo es garantizar una comunicación eficaz asegurando las conexiones de los buques y embarcaciones de supervivencia en situaciones cotidianas y de emergencia.

Capítulo 11, Planificación del viaje:

Cumpliendo el capítulo, el objetivo de la planificación del plan de viaje debe ser tener la información suficiente para permitir que las operaciones que se lleven a cabo cumplan con todas las medidas de seguridad en relación al buque, a las personas de a bordo y a la protección medioambiental.

Para cumplir con lo arriba citado el plan de viaje debe de prestar especial atención a las características medioambientales de la zona por la que se vaya a navegar, las limitaciones del buque y la información náutica disponible.

Capítulo 12, Dotación y entrenamiento:

Dado que muchos estudios hablan de la importancia del factor humano, este capítulo determina los certificados que han de poseer los oficiales de puente para garantizar que los buques naveguen con una dotación con conocimientos, experiencia y formación adecuada.

Parte II-A, prescripciones relacionadas con las medidas de prevención de la contaminación

Capítulo 1, Prevención de la contaminación por hidrocarburos: prescripciones del anexo I de MARPOL.

Capítulo 2, Prevención de la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel: prescripciones del anexo II de MARPOL.

Capítulo 3, Prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos: sin normativa.

Capítulo 4, Prevención de la contaminación por las aguas sucias de los buques: prescripciones del Anexo IV de MARPOL.

Capítulo 5, Prevención de la contaminación por las basuras de los buques: prescripciones del anexo V de MARPOL.

4. REGIONES POLARES

Las regiones polares son las zonas del planeta que rodean los polos geográficos, entre ambas alcanzan una superficie de más de 20 millones de Km². Desde el inicio de la navegación fueron muchos los exploradores que procuraron sus aguas enfrentándose a las difíciles condiciones que navegar por ellas conllevan, como condiciones meteorológicas adversas con muy bajas temperaturas y aguas cubiertas de hielos.

Hasta este siglo, la dureza de los ambientes de estas regiones generalmente ha restringido la actividad marítima únicamente a la época estival. Pero los avances en la navegación, en la construcción de buques y el cambio climático han supuesto el aumento de la navegación marítima por estas zonas durante todo el año.

Para navegar en estas regiones se necesita tripulación experimentada, con conocimientos y habilidades suficientes para operar con la mayor seguridad posible, ya en aquellas latitudes las condiciones son mucho más duras por la presencia continua de malas condiciones meteorológicas, hielos e icebergs.

Otro problema son las condiciones de navegación, que varían considerablemente comparando una región con otra, ya que el Ártico es un océano rodeado de tierra por lo que el hielo tiende a permanecer año tras año, convirtiéndose en hielo viejo y como consecuencia volviéndose más grueso dificultando aún más la navegación, mientras que la Antártida está rodeada de océano que facilita el movimiento del hielo marino haciendo que la mayor parte se derrita durante la época estival.

4.1. Región polar antártica

La Antártida es un continente que abarca una superficie de 13.9 millones de Km² y donde más del 95% de su superficie terrestre se encuentra bajo una gruesa capa de hielo, es uno de los continentes más altos de la tierra por la altura que le proporciona la cantidad de hielo y nieve acumulada en sus montañas. Está rodeado de océanos y protegido por los vientos y patrones climáticos que se generan a su alrededor que tienden a aislarla de las inclusiones de aire caliente, y por esta razón responde más lento a los efectos del cambio climático. Consta principalmente de un gran bloque continental con varias islas asociadas que se encuentran, en casi

toda su totalidad, al sur del círculo antártico. Para fines operativos se pueden diferenciar cuatro áreas:

- La Antártida Peninsular, que incluye las Islas Shetland de Sur se encuentra a unas 400 millas del Cabo De Hornos. Aquí se encuentran la mayor parte de bases científicas y es donde se concentra el 95% de la actividad turística antártica. La mayor parte de esta área se encuentra al norte del círculo polar antártico.
- El mar de Weddell, se encuentra al este de la península y posee la segunda barrera de hielo más grande del mundo, la Filchner-Ronne.
- El mar de Ross, se encuentra bajo la administración de Nueva Zelanda y destaca por poseer la base estadounidense de McMurdo. Aunque una polinia (área de aguas abiertas rodeada por hielo marino) abre la mayor parte del mar, se encuentra cerca de una barrera de hielo durante la mayor parte del año y por lo general solo es accesible durante un mes en verano, desde mediados de enero a mediados de febrero.
- La Antártida Oriental, al oeste del mar de Ross se encuentra el área de administración australiana y francesa. Se encuentran tres bases científicas australianas y una pequeña zona turística.



Figura 4.1.1.- Mapa de las áreas operativas de la Antártida. Original del autor.

La costa está marcada por macizos de hielo y glaciares hasta la orilla del mar. Como consecuencia las zonas de refugio seguras son raras y solo se pueden encontrar en algunos grupos de islas de la península.

La creciente importancia en las reservas de agua dulce del planeta debido a las restricciones que está teniendo la población mundial al acceso y aprovechamiento de este recurso, han puesto el foco de atención en la posibilidad de explotar las reservas que se encuentran en los icebergs, y consecuentemente, se ha volcado la mirada a las regiones polares, con especial atención a la problemática jurídica que encierra la ubicación de este recurso en la Antártica.

Debido al interés científico de este continente, en 1959, tras 15 meses de discusiones preparatorias entre los representantes de las 12 naciones participantes en las operaciones de la IGY (Año Geofísico Internacional) firman el Tratado Antártico que establece el marco legal para la gestión de la Antártida, entrando en vigor el 23 de junio de 1961. Sus objetivos son simples, aunque únicos en lo relativo a relaciones internacionales. El tratado acuerda una desmilitarización, estableciendo una zona libre de pruebas nucleares y de la eliminación de desechos radioactivos, buscando que solo se utilice el área con fines pacíficos para promover la cooperación científica internacional, dejando apartadas las disputas de soberanía territorial, quedando la navegación por estas aguas esencialmente a fines turísticos o científicos, con buques de pasaje o buques de suministro para las bases científicas allí establecidas.

El tratado Antártico exige que todos los participantes de una expedición por esta zona tengan experiencia suficiente para la actividad que van a desarrollar y posean buenas condiciones médicas, físicas y psíquicas. Además, todo el equipo de vestimenta, comunicación, navegación, emergencia y el logístico debe encontrarse en perfecto estado de funcionamiento, con suficientes respetos y adecuado para el funcionamiento eficaz en condiciones antárticas.

En junio de 1991 las naciones del tratado antártico acordaron un protocolo al tratado sobre la protección del medio ambiente conocido como el Protocolo de Madrid, vigente desde 1998. El protocolo es la principal herramienta internacional para la protección de medio ambiente antártico y designa a la Antártida reserva natural dedicada a la paz y a la investigación científica. En él las partes firmantes se

comprometen a la protección global del medio ambiente antártico y de los ecosistemas dependientes y asociados.

El Protocolo consta de 27 artículos, un apéndice y cuatro anexos.

- 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.

En cuanto a la meteorología es adversa y peligrosa, el océano austral es considerado el lugar más ventoso de la tierra, ya que los fuertes vientos de oeste entre 50° S y 60° S no tienen obstáculos terrestres que los mitiguen. Ese viento que siempre empuja el agua hacia el este crea una corriente oceánica que rodea el continente, esta se conoce como la corriente Antártica Circumpolar y es la corriente oceánica más poderosa del planeta. Los fuertes vientos y corrientes ayudan al aislamiento del continente manteniendo las bajas temperaturas y haciendo que sea el continente más frío, alcanzando en verano temperaturas medias de -27°C y en invierno de -60°C (en 2018 llegaron a -89°C alcanzado un record histórico) y el más seco, teniendo uno de los desiertos de mayor importancia de la tierra.

Sin embargo, en la zona de la península antártica el clima es más húmedo y cálido, llegando a los 2°C en verano, son frecuentes las intensas tormentas y vientos huracanados que hacen caer fuertes precipitaciones en forma de nevisca blanca que animada por el viento, reduce la visibilidad creando una barrera blanca e impenetrable que no permite la visión cercana ni lejana.

Los vientos catabáticos en la Antártida son más fuertes y feroces que en el resto de puntos de la tierra. El aire que se encuentra directamente sobre la superficie se enfría por radiación, ya que se vuelve más denso en temperaturas más bajas y fluye hacia abajo acercándose a la superficie terrestre. Los efectos se potencian debido a las frías temperaturas de esta zona lo que provoca un rápido descenso de la temperatura del aire circundante que hace que el flujo de aire acelere. Estos vientos pueden tener una violencia de hasta 200 km/h, siendo los vientos más fuertes medidos sobre el planeta al nivel del suelo, incluso más que algunos tornados.

4.2. Región polar ártica

El ártico es la región existente en el extremo norte del planeta que incluye el océano ártico, que es el océano más pequeño de la tierra, y los mares circundantes de Asia, Norteamérica y Europa. Al no ser un país ni un continente que tenga un tratado o legislación claramente determinada, el ártico se enfrentaba al problema de que la legislación nacional sobre sus aguas se dividía entre tres países, cada uno con su normativa; Canadá, Estados Unidos y Rusia, por ello hasta la implementación en 2017 del Código Polar la normativa aplicable era muy heterogénea.

Actualmente existe El Consejo Ártico, que es un foro intergubernamental, que está estudiando la posibilidad de ser elevado a organismo internacional, que discute los asuntos a los que se enfrentan los gobiernos de los países árticos y los representantes de pueblos indígenas del Ártico.

Los mares más importantes que forman el Océano Ártico son Bering, Beaufort, Chukchi y Barents. En los últimos años, las operaciones marítimas en estas regiones han aumentado considerablemente debido a la disminución de los hielos en la zona. El acceso de los buques está limitado por:

- El estrecho de Bering: entre el extremo occidental de Asia y el extremo noroccidental de América.
- El estrecho de Davis: entre la costa occidental de Groenlandia y la costa oriental de la Isla de Baffin.
- El mar de Noruega: entre el mar del Norte y el mar de Groenlandia.
- El estrecho de Dinamarca: entre la costa suroriental de Groenlandia e Islandia.

A diferencia con la Antártida, el ártico sí que presenta pequeñas poblaciones, los esquimales tiene características particulares de forma de vida. Se trata de comunidades que han adaptado la vestimenta, el transporte, la alimentación, la economía y las costumbres a las condiciones hostiles del clima polar. En general, existen pocos asentamientos humanos debido a las condiciones de vida que generan las temperaturas y el relieve de la zona. Entre las regiones con población más destacadas se encuentran Alaska, Noruega, Groenlandia y Rusia.

Un referente del límite de la región es la presencia arbórea, el ártico es característico por un hábitat de tundra, con grandes planicies sin arboles ni hierba. La tundra es lo equivalente a un desierto polar, característico por los bajos niveles de humedad.

Aunque el clima es variable según la temporada del año y la ubicación, en invierno alcanza temperaturas medias de $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, con vientos que suelen ser de leve velocidad y bastante fríos. En cambio, en verano, que es cuando se producen la mayoría de precipitaciones, es posible encontrar temperaturas que rondan los 10°C . El océano ártico suele estar cubierto por hielo marino flotante prácticamente todo el año, disminuyendo su concentración en la época estival.

La disminución de hielo como consecuencia del cambio climático, ha permitido que en los últimos años se haya prologado el periodo permitido de navegabilidad, cuando antes solo era posible en los meses de verano. Esto ha abierto nuevas rutas en el Ártico que cuentan con una gran importancia estratégica en la navegación comercial, ya que supondría un acortamiento muy considerable de las rutas que actualmente pasan por el canal de Panamá y por el canal de Suez.

Las rutas más importantes son:

- Ruta del mar del norte (NSR), transcurre a lo largo de la costa ártica de Rusia, es la ruta con menos cantidad de hielo y por lo tanto la que presenta mayor potencial comercial. Además, debido a la gran cantidad de recursos energéticos que se encuentran en la zona, se ha añadido al tráfico la exportación de minerales, lo cual indica que el tráfico de buques tanque en el noroeste de Rusia aumentará sustancialmente en los próximos años.
- El paso del Noroeste (NWP), cruza el océano Ártico de Canadá conectado así el océano pacífico con el océano Atlántico. Podría ser utilizable de manera regular para el próximo año, 2020, reduciendo sustancialmente las distancias marítimas entre Asia y Europa.
- La ruta Transpolar (TSR), cruza la parte central del Ártico para unir lo más directamente posible el estrecho de Bering y el océano atlántico. Esta ruta es hipotética, ya que aún no se han presentado las condiciones óptimas de hielo para hacer posible su tránsito.

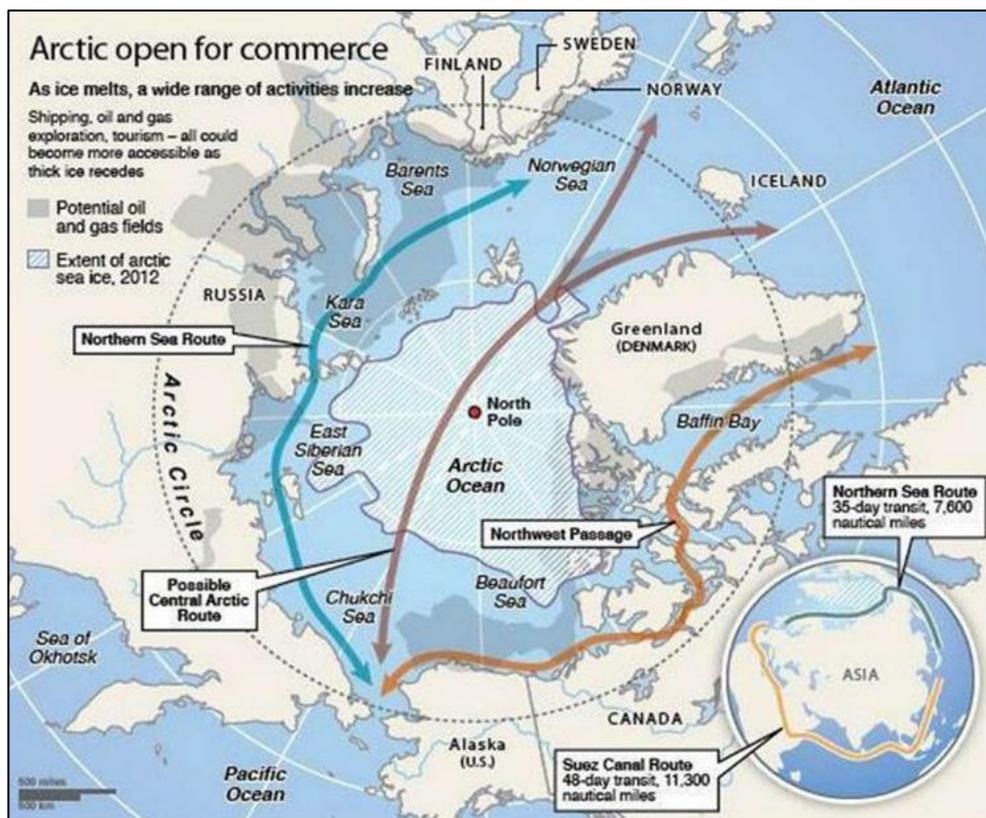


Figura 4.2.1.- Principales rutas árticas. Fuente: islandinstitute.org

4.3. Climatología polar

El clima polar es el más frío de todo el planeta, se caracteriza por un largo invierno de 9 meses y tan solo 3 meses de verano. En el círculo polar la noche más larga es de 24 horas y puede llegar a durar hasta 6 meses en el polo, debido a que la incidencia de los rayos solares cae de forma oblicua sobre la superficie.

A pesar de ser dos las regiones polares de la tierra y que a priori se puedan confundir por sus aparentes similitudes, la Antártida y el Ártico presentan condiciones medioambientales muy diferentes.

4.3.1. Hielo polar

El agua marina de las regiones polares posee más salinidad y por tanto es más densa que en el resto de regiones. Esto se debe a que el agua de los océanos polares se encuentra a muy bajas temperaturas que hace que la superficie se congele.

A medida que la densidad del agua superficial del mar aumenta con la disminución de la temperatura, se inducen corrientes impulsadas por densidad convectiva que traen agua más cálida y menos densa a la superficie. El hielo comienza a formarse

en la superficie del agua cuando cesan las corrientes de densidad y el agua de la superficie alcanza su punto de congelación. El hielo se distingue en tres grandes bloques según su formación: el marino, formado a partir de agua salada, el terrestre, formado a partir de agua dulce y los glaciares.

4.3.1.1. El hielo marino

El hielo marino es cualquier forma de hielo en el mar originado por la congelación de sus aguas, se encuentra en océanos polares remotos, cubre aproximadamente 25 millones de km² de la tierra y representa el 95% de todo el hielo encontrado. Su formación se produce a temperaturas de -1.8°C aproximadamente debido a la concentración de sal o salmuera en la columna de agua, que reduce la temperatura de congelación. El proceso de fusión y desintegración del hielo marino es más complejo que su formación y crecimiento, y dependerá del contenido de sal y la edad del hielo.

A medida que el agua del océano comienza a congelarse, se forman pequeños cristales de hielo en forma de aguja, dado que la sal no se congela, estos cristales expulsan la sal al agua. Las capas de hielo marino se forman cuando los cristales de hielo que flotan en la superficie, se acumulan y se unen entre sí. Dependiendo de las condiciones climáticas, pueden desarrollarse láminas de hielo o trozos de hielo de forma circular, llamados “pancakes”.

En aguas tranquilas, los cristales de hielo forman una suave y delgada capa de hielo, llamada “grasa de hielo” por su parecido con una mancha de aceite. Esta, se convierte en una capa continua y delgada de hielo llamada nilas. Las corrientes o los vientos ligeros a menudo empujan a las nilas para que se deslicen unas sobre otras, realizando el proceso llamado rafting. Eventualmente, el hielo se espesa en una capa más estable llamada hielo de congelación. Los cristales de hielo no se pueden formar en las aguas relativamente tranquilas bajo el hielo marino, por lo que solo el hielo de congelación que se desarrolla bajo la capa de hielo puede contribuir al crecimiento continuo de una capa de hielo de congelación.

En aguas más turbulentas, los cristales de hielo no se unen formando una fina capa continua, sino que se acumulan en forma de “galletas” de hielo, llamados *pancake*. Una característica distintiva de este tipo de hielo son los bordes elevados o las crestas en el perímetro, causadas por los choques entre sí debidos a las olas del

océano. Finalmente, con las bajas temperaturas los pancakes se cementan y se consolidan en una capa de hielo coherente con una superficie inferior rugosa.

Una vez que se completa el proceso de creación del hielo marino, este continúa creciendo durante el invierno. Cuando las temperaturas aumentan en primavera y verano, el hielo del primer año comienza a derretirse. Si el hielo no es lo suficientemente grueso, se derretirá completamente durante el verano, en cambio si el hielo crece lo suficiente durante el invierno, menguará durante el verano sin derretirse completamente. En este caso, permanece hasta el invierno siguiente, cuando crece y se espesa y se clasifica como hielo multianual.

El hielo marino se clasifica por etapas de desarrollo que se relacionan con el espesor y la edad.

- Hielo Nuevo (menos de 10 cm de espesor); Hielo formado recientemente, estos tipos de hielo están compuestos de cristales de hielo que están soldados débilmente por congelación y tienen una forma definida únicamente mientras están a flote.
 - Cristales de hielo: Agujas o placas finas de hielo que flotan en el agua.
 - Hielo grasoso: Hielo que se forma en la etapa posterior a la de cristales de hielo cuando éstos se coagulan para constituir una capa espesa sobre la superficie. Este tipo de hielo refleja poco la luz, dando al mar una apariencia o aspecto mate.
 - Pasta o grumo: Nieve que se encuentra saturada y mezclada con agua sobre una superficie terrestre o de hielo, o como una viscosa masa flotante después de una intensa nevada.
 - Shuga: Acumulación de terrones de hielo blanco esponjoso de pocos centímetros de espesor, formados por el hielo grasoso o pastoso.

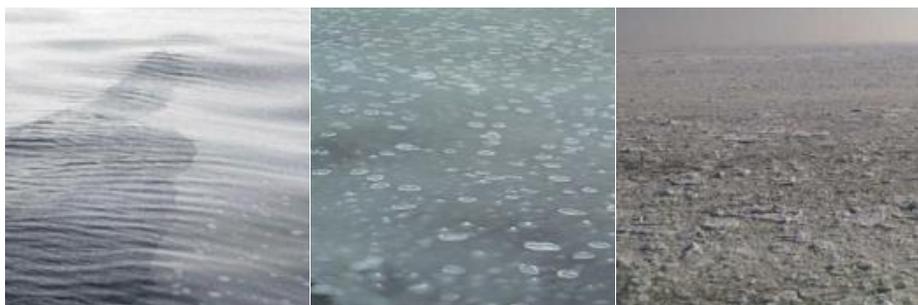


Figura 4.3.1.1.1.- Ejemplos de hielo nuevo. Fuente: Maritime college novikontas.

- Nilas (menos de 10 cm de espesor); Costra de hielo, delgada, elástica y con aspecto mate, que se dobla fácilmente por efecto de las olas, mar de fondo o presión tomando un aspecto de "dedos" entrelazados. Este tipo de hielo puede subdividirse en nilas oscuras (menos de 5 cm de espesor) y nilas Claros (más de 5 cm de espesor).



Figura 4.3.1.1.2.- Ejemplo de nilas. Fuente: Maritime college novikontas.

- Hielo galleta, pancake ice (hasta 10 cm de espesor); Trozos de hielo de forma predominantemente circular de unos 3 cm a 3 m de diámetro, con los bordes levantados por los choques producidos entre ellos. Pueden formarse sobre un mar de fondo suave, proviniendo de hielo grasoso o de rupturas de costra de hielo o nilas o, bajo severas condiciones de mar de viento y/o mar de fondo. 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.



Figura 4.3.1.1.3.- Ejemplo de pancake ice. Fuente: Maritime college novikontas.

- Hielo joven (espesor entre 10 cm y 30 cm); Hielo quebradizo y resistente, de apariencia definida en placas de hielo marino delgadas, grises o blancas, es la etapa de transición entre las nilas y el hielo del primer año.



Figura 4.3.1.1.4.- Ejemplo de hielo joven. Fuente: Maritime college novikontas.

- Hielo de primer año (espesor entre 30 cm y 2 m); Hielo marino de no más de un invierno de crecimiento, desarrollado desde el hielo joven. Se subdivide en:
 - Hielo delgado del primer año: la primera fase tiene un espesor de 30 a 50 cm y la segunda fase de 50 a 70 cm.
 - Hielo medio del primer año: Hielo del primer año de 70-120 cm de espesor.
 - Hielo grueso del primer año: Hielo del primer año de más de 120 cm de espesor.



Figura 4.3.1.1.5.- Ejemplo de hielo de primer año. Fuente: Maritime college novikontas.

- Hielo viejo (espesor de 3 m o más); Hielo marino que persiste al menos un verano. En la mayoría de los casos sus rasgos topográficos son más lisos que el hielo del primer año. Puede ser dividido en hielo residual, hielo del segundo año y hielo de varios años.
 - Hielo residual: Hielo de primer año que está en el nuevo ciclo de crecimiento. Este es de 30 a 180 cm de espesor, dependiendo de la región en la que se encontraba en el verano. Después de 01 de enero (en el Hemisferio Sur a partir del 1 de julio), este hielo se llama hielo del segundo de año.

- Hielo del segundo año: Hielo viejo que ha sobrevivido un derretimiento de verano de un espesor típico de 2,5 m y a veces más. En contraste con el hielo de varios años, el derretimiento del verano produce en este hielo un modelo regular de numerosos charcos pequeños. Las manchas desnudas y charcos son generalmente de color azul verdoso.
- Hielo de varios años: Hielo viejo de hasta 3 m de espesor que ha sobrevivido por lo menos dos derretimientos de verano. Montículos aún más alisados que el hielo del segundo año y el hielo está casi libre de sal. Su color, cuando está desnudo o seco, es generalmente azul.

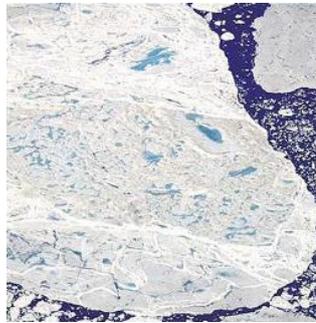


Figura 4.3.1.1.6.- Ejemplo de hielo viejo. Fuente: Maritime college novikontas.

Aproximadamente la mitad del hielo marino del Ártico, a diferencia del de la Antártida, es hielo multianual. Esto se debe a que las corrientes oceánicas y la circulación atmosférica mueven el hielo marino alrededor de la Antártida, causando que la mayor parte del hielo se derrita en el verano a medida que se desplaza hacia aguas más cálidas. La mayor parte del hielo multianual que ocurre en la Antártida persiste debido a una corriente circulante en el Mar de Weddell, en el lado este de la Península Antártica. El Océano Ártico, en contraste, está casi totalmente rodeada de tierra, lo que permite la presencia de hielo multianual.

Los científicos tienen en continua vigilancia el hielo marino, en especial el que se encuentra en el ártico, ya que es más importante para comprender el clima global debido a la gran cantidad de hielo que permanece durante los meses de verano, reflejando la luz solar y enfriando el planeta.

Además, según la acumulación de hielo en el mar podemos diferenciar seis situaciones:

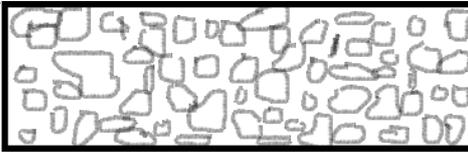
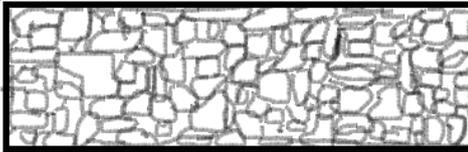
Concentración de hielo	
	Aguas abiertas De 0/10 a 1/10
	Hielo flotante muy abierto (Very open pack) De 1/10 a 3/10
	Hielo flotante abierto (Open pack) De 4/10 a 6/10
	Hielo flotante cerrado (Close pack) De 7/10 a 8/10
	Hielo flotante muy cerrado (Very close pack) De 9/10 a menos de 10/10
	Hielo flotante consolidado (Consolidated ice) 10/10

Tabla 4.3.1.1.1.- Concentración de hielo. Fuente: elaboración propia.

4.3.1.2. El hielo terrestre

El hielo terrestre o de agua dulce se origina en ríos, llamado hielo fluvial, y lagos, llamado hielo lacustre, cuando la temperatura superficial del agua alcanza una temperatura de 0°C. A diferencia con el hielo marino la escasez de sal hace que la vida de los hielos sea relativamente corta, formándose y derritiéndose anualmente, llegando a alcanzar como máximo 70 centímetros de espesor.

4.3.1.3. Hielo glaciar

La formación de un glaciar se produce a lo largo de ciento o incluso miles de años, ya que los glaciares terrestres crecen de año en año si la acumulación de las nevadas invernales es mayor a la cantidad que se derrite en la época de verano. Suponen el 10% de la superficie terrestre en la Tierra y almacenan alrededor del 75% del agua dulce del mundo, la mayoría están ubicados en regiones polares como la Antártida, Groenlandia y el Ártico canadiense.

Los glaciares se forman cuando la nieve permanece en un lugar el tiempo suficiente para transformarse en hielo. Cada año las nuevas capas de nieve entierran y comprimen a las existentes obligando a la nieve a recristalizar. Con el paso de los años el hielo glaciar sufre una compresión gradual que hace que se vuelva más denso, formando pequeños granos de cristal que gradualmente se hacen más grandes y forzando las pequeñas bolsas de aire entre los cristales de hielo. Este aumento de densidad es el que proporciona un color azulado al hielo. Bajo la presión de su propio peso y las fuerzas de la gravedad, el glaciar comenzará a moverse, o fluir, hacia afuera y hacia abajo, y si llegan a la costa puede partirse formando icebergs.

Los glaciares crecen y se encogen en respuesta al cambio climático. El retroceso, el derretimiento y la ablación son el resultado del aumento de la temperatura, la evaporación y el desgaste del viento.



4.3.1.3.1.- Glaciar Johnson en Isla Livingston, la Antártida. Original del autor.

4.3.2. Los icebergs

Los icebergs o témpanos de hielo son grandes masas de hielo de agua dulce, que se desprenden de los glaciares o de plataformas de hielo, y sobresalen de la superficie del mar para ser desplazados por las corrientes oceánicas hacia el ecuador. La mayor cantidad de icebergs se encuentran en los polos, en Groenlandia y en la Antártida, donde las condiciones climatológicas son las idóneas para su formación; a medida que las capas de hielo se acumulan en los glaciares, estos se comprimen, y cuando el peso que soportan es tan grande, se rompen formando bloques de hielo que caen al mar, en donde al ser menos densos que éste, flotan y son derivados.

Debido al gran calado que tienen la deriva, principalmente impulsada por las corrientes marinas, es más lenta en los icebergs que en el hielo marino.

Los icebergs se pueden clasificar en diferentes tipos según su forma y tamaño, con el paso del tiempo debido a que envejecen, se derriten y se rompen, pasando por los diferentes tipos. La organización encargada de la clasificación de los icebergs es la Ice International Patrol (IIP) que es la organización que monitorea y notifica la presencia y la deriva de los icebergs en el Atlántico y Océano Ártico. Esta operada por la United States Coast Guard (USCG) y obtiene financiación de trece naciones, entre las que se encuentra España.

Según su tamaño los trozos de icebergs más conflictivos son los más pequeños, conocidos como growlers o bergy bits, ya que son difíciles de detectar con el radar, suelen estar en la cola de la corriente del iceberg del que se desprenden y nos muestran la dirección en la que se dirige el iceberg principal. En cuanto a los de mayor tamaño, hay que tener en cuenta que entre el 90% y el 80% de la masa de un iceberg se encuentra bajo el agua, por lo que se debe tener especial atención cuando se navegue por sus inmediaciones. En la figura siguiente encontramos la clasificación según el tamaño.



Figura 4.3.2.1.- Clasificación según el tamaño de los Icebergs. Fuente: Sea Ice and Products and Services of the National Ice Center (METED)

Según su forma se diferencian dos tipos, tabulares y no tabulares. Los no tabulares tienen una sub-clasificación tal y como podemos ver en la tabla siguiente.

Denominación	Imagen
Tabular: iceberg característico por su superficie plana y lados empinados y escarpados. Suele tener una relación de longitud altura mayor que 5:1.	
Non-tabular: son los icebergs que no est�n considerados tabulares, es decir, aquellos que presentan formas irregulares. Estos se dividen en cinco tipos.	

<ul style="list-style-type: none"> • Wedge: Tempango en forma de cuña con la superficie plana e inclinada, haciendo que un extremo se encuentre sumergido y el otro a gran altitud. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Blocky: iceberg de gran altura con la parte superior plana y empinada, tienen una relación de longitud-altura menor a los icebergs tabulares. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Drydock: iceberg erosionado de tal manera que se ha producido un canal o una ranura a nivel del agua. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Domed: iceberg erosionado de formas curvas y suaves. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Pinnacle: iceberg que presenta uno o más picos en forma de aguja o torre. 	

Tabla 4.3.2.1.- Clasificación según la forma de los icebergs. Fuente: Elaboración propia y figuras originales del autor.

En la Antártida es frecuente la existencia de grandes icebergs de tipo tabular y de enormes islas de hielo que suelen moverse a diferentes velocidades y en

direcciones cambiantes, por eso es fundamental para el marino estudiar detenidamente sus movimientos y evitar quedar atrapados.

4.4. Lugares de refugio

Según la resolución A.949 (23) “Directrices sobre lugares de refugio para los buques necesitados de emergencia”, un lugar de refugio es un lugar donde un buque necesitado de asistencia puede tomar las medidas oportunas para estabilizar su condición y reducir los peligros para la navegación, la vida humana y el medio ambiente. Por eso cuando se realiza un plan de viaje siempre se deben establecer lugares de refugio ante cualquier inconveniente, habitualmente se eligen puertos cercanos a la ruta por si hubiera alguna emergencia.

En la zona polar ártica los buques que requieran asistencia, pueden solicitar refugio en las aguas protegidas de los Estados Árticos. Basado en las guías de la OMI y las directrices de la UE el oeste de Noruega ha establecido un sistema para los lugares de refugio incluyendo lugares predefinidos.

En cambio, en la Antártida no existe ninguna zona de amarre en la que poder atracar y las bahías de fondeo, en ocasiones, pueden ser una trampa de la que no se puede salir. Aun así, estas últimas se encuentran normalmente entre las pequeñas islas frente la costa oeste de la Península Antártica, la accesibilidad a ellas es relativa dependiendo de la naturaleza del hielo y de la distribución de la isla. Debido a las variaciones en las condiciones de hielo es imposible prever con certeza que lugares estarán accesibles. Este hielo procedente de los glaciares adyacentes puede obstruir la salida de la bahía/refugio o bien rodear al barco impidiendo su movimiento. En la mayoría de fondeaderos existentes se producen frecuentes y violentas ráfagas de viento sin previo aviso, con vientos de violencia catabática, comúnmente denominados Willi-waws.

Por eso y siempre que sea posible, la mejor opción en estos casos es permanecer capeando en zonas lo más recogidas de las condiciones meteorológicas. Cerca de los fondeaderos suelen encontrarse estaciones de investigación o lugares de refugio disponible para el uso de marineros o cualquier persona en peligro, pero las instalaciones y suministros en un refugio suelen ser extremadamente básicos.

4.5. Zonas protegidas

Si bien todo el continente es considerado una gran reserva natural protegida, existen áreas de mayor protección que están nombradas y delimitadas por las directrices para la designación de zonas especiales en virtud de MARPOL 73/78 y por las directrices para la identificación y designación de zonas marinas especialmente sensibles (documento de la OMI), Resolución A.927 (22).

El Convenio MARPOL define determinadas zonas marítimas como “zonas especiales” aquellas en las que, por razones técnicas relacionadas con su condición oceanográfica y ecológica, es necesaria la adopción de métodos especiales obligatorios para la prevención de la contaminación del mar. En virtud de la Convención, estas áreas especiales cuentan con un mayor nivel de protección que otras zonas del mar.

Las Zonas Antárticas especialmente protegidas (ZAEP) son áreas establecidas para preservar y proteger ejemplos únicos y representativos de los sistemas ecológicos naturales de la Antártida, ya sean valores ambientales, científicos, históricos, estéticos o cualquier combinación de esos. La entrada a una ZAEP está totalmente prohibida sin un permiso, los cuales suelen ser emitidos para un propósito científico que no puede ser realizado en otro lugar. Actualmente existen 75 ZAEP's en toda la Antártida.

Las Zonas Marítimas Particularmente Sensible (PSSA) son áreas que necesitan protección especial a través de la acción de la OMI debido a su importancia por razones ecológicas, socioeconómicas o científicas reconocidas y que pueden ser vulnerables a daños causados por actividades marítimas internacionales.

Los criterios para la identificación de áreas marinas particularmente sensibles y los criterios para la designación de áreas especiales no son mutuamente excluyentes. En muchos casos, se puede identificar un Área de Mar Particularmente Sensible dentro de un Área Especial y viceversa.

Las Zonas Antárticas Especialmente Administradas (ZAEA) son áreas donde confluyen diferentes actividades en un mismo espacio, el fin es gestionar de una manera óptima todas las actividades logísticas y turísticas que se realizan en la zona de manera que no se vea afectada la labor científica y a la vez, sin perturbar

los valores naturales e históricos del lugar. Estas zonas fueron creadas por el Protocolo de Madrid.

Además, la convención sobre la conservación de los recursos vivos marinos antárticos ha creado los CEMPs (Ecosystem monitoring program) cuyo propósito es conservar las muestras representativas de un ecosistema determinado para cumplir con los objetivos de la conservación de los organismos vivos. La entrada en estos espacios también está prohibida sin un previo permiso.

5. BUQUES QUE OPERAN EN AGUAS ANTÁRTICAS

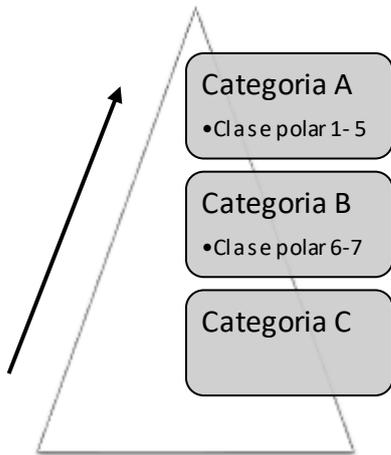
El Código Polar no proporciona una solución única para todos los tipos de buques ni para todas las situaciones, los requisitos derivan de las capacidades que el buque tenga para llevar a cabo su objetivo realizando operaciones seguras y de manera responsable. Esto dependerá de donde, cuando y con qué condiciones ambientales que se supone que se encontrará mientras el buque este allí. Según estas variables el Código exige realizar una evaluación operativa de los riesgos:

- Definiendo el rango previsto de funcionamiento y condiciones ambientales para la zona y temporada basándose en pronósticos y datos de años anteriores;
- Reconociendo las capacidades que el buque requiere para desenvolverse adecuadamente en condiciones tan extremas;
- Evaluando el diseño y equipamiento del barco;
- E identificando técnicas y operativas operacionales.

El Código requiere que los buques que tienen la intención de operar en las aguas definidas de la Antártida y el Ártico soliciten un Certificado de buque polar, que clasificará el buque como categoría A, categoría B o categoría C, en la cual se centra el presente trabajo, según el tipo de hielo por el cual puede navegar. La categoría del buque determina la aplicación de unos determinados requisitos y regulaciones.

- Categoría A: Aguas polares cubiertas de hielo.
- Categoría B: Aguas polares abiertas.
- Categoría C: Aguas polares abiertas incluyendo aguas libres de hielo.

Paralelamente la IACS (Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación) según los Requerimientos Unificados para Buques de clase Polar designa a los buques una determinada clase polar, donde cada nivel corresponde a la capacidad operacional y resistencia del buque.



PC	Descripción
PC 1	Navegación durante todo el año en todo tipo de aguas polares.
PC 2	Navegación durante todo el año en aguas con hielo multi-anual.
PC 3	Navegación durante todo el año en hielo de segundo año.
PC 4	Navegación durante todo el año en hielo grueso de primer año.
PC 5	Navegación durante todo el año en hielo de 1º año.
PC 6	Navegación en verano/otoño en hielo medio de 1º año.
PC 7	Navegación en verano/otoño en hielo fino de 1º año.

Tabla 5.1.- Clases polares según la IACS y su equivalencia a la clase polar según el Código Polar. Fuente: Elaboración propia.

5.1. Buques Categoría A

Buques diseñados para operar en aguas polares con hielo medio de primer año, con incursiones en hielo viejo con un 10% de hielo o superior.



Figura 5.1.1.- Ejemplo de buque polar categoría A, buque MS National Geographic Explorer. Fuente: world.expeditions.com

5.2. Buques Categoría B

Buque no incluido en la categoría A diseñado para operar en aguas polares de hielo delgado de primer año con trozos de hielo viejo y en aguas cubiertas de hielo con

menos de un 10% cuando puede suponer un riesgo estructural. La mayoría de cruceros que realizan rutas a la Antártida son de esta categoría.



Figura 5.2.1.- Ejemplo de buque polar categoría B, MS Fram. Fuente: Thomas Mauch

5.3. Buques Categoría C

Buques no incluidos en la categoría A ni B aprobados para operar en aguas libres o con condiciones menos rigurosas que las categorías A y B, es decir, con cobertura de hielo de 0% a 10% cuando no supone un riesgo estructural, ya que esta categoría no exige refuerzo para hielos.



Figura 5.3.1.- Ejemplo de buque categoría C, B/O Sarmiento de Gamboa. Original del autor.

Los buques considerados de la categoría C son los que menos requisitos tienen que cumplir por navegar por aguas con apenas concentración de hielo. Aun así, el Código Polar reconoce que las operaciones en aguas polares pueden imponer

exigencias adicionales a los buques, sus sistemas y a la navegación superiores a las habituales. Por ello, el código exige una documentación mínima a todo buque que navegue por aguas polares. Esta documentación consta de un certificado de buque polar y del PWOM (Manual de Operaciones en aguas polares).

A continuación, se presenta un análisis de las directrices que deben cumplir este tipo de buques.

5.3.1. Generalidades, certificación y reconocimiento de la categoría de buque polar.

El Certificado de buque polar es un certificado emitido por la Administración, o por un Organismo reconocido, en el cual se indican las condiciones ambientales y la capacidad operativa de diseño del buque para operar en aguas polares. Este es emitido tras una revisión inicial o renovación donde se compruebe que todo buque cumpla con los requisitos del Código Polar, y su emisión y renovación debe estar en consonancia con lo estipulado para otros certificados SOLAS.

En el caso de los buques de categoría C, si el resultado de la evaluación operacional no implica nuevos equipos ni una modificación estructural adicional para cumplir con el código, el certificado se expedirá para un tiempo determinado y para que siga siendo válido deberá efectuarse un reconocimiento a bordo.

La expedición del documento implica una evaluación previa teniendo en cuenta las condiciones en las zonas a operar previstas y los peligros que se puedan hallar en aguas polares. La evaluación incluirá información sobre las limitaciones operacionales específicas, además de los planes, procedimientos o equipos de seguridad adicionales necesarios para mitigar los sucesos que puedan tener consecuencias para el medio ambiente o la seguridad.

El certificado de buque polar debe estar complementado por un PWOM que cumpla con los requisitos estipulados en el código y aprobado por la Administración u Organismo reconocido, el certificado de buque polar no será válido sin el PWOM.

5.3.2. Manual de operaciones en aguas polares.

El objetivo principal del PWOM es facilitar a todas las partes relacionadas con el buque, como son el armador, el propietario, el capitán y la tripulación, información

suficiente sobre las capacidades y las limitaciones operacionales del buque en aguas polares, para así facilitar el proceso de toma de decisiones.

Este manual debe contar con las capacidades y limitaciones según la clase polar del buque. Será un manual a tener en cuenta ante cualquier situación por incluir información esencial para la navegación segura, como:

- Las principales características del buque y velocidad de seguridad en aguas cubiertas de hielo.
- Información del Código Polar.
- Distancia de seguridad en un convoy.
- Características de maniobrabilidad y la línea máxima y mínima de flotación en hielos permitida.
- Temperaturas mínimas de diseño para la operación de la maquinaria y sistemas principales del buque.
- Lista de los sistemas del buque sometidos a posible avería debido a la congelación y medidas que se deben adoptar para evitar su mal funcionamiento.
- Limitaciones de los equipos de comunicación y navegación en altas latitudes y alternativas proporcionadas.
- Información sobre los márgenes por englamamiento incluidos en los cálculos de estabilidad.
- Procedimientos para el mantenimiento de los sistemas contraincendios, sistemas de salvamento y medios de escape, así como los equipos de amarre, fondeo y remolque a bajas temperaturas y en presencia de hielo.
- Procedimientos para mitigar la contaminación en caso de derrame o descarga accidental.
- Procedimientos de comunicación y asistencia en caso de navegación por zonas remotas donde los servicios SAR pueden no estar disponibles durante un largo periodo de tiempo.
- Procedimientos para permanecer largo tiempo a bordo en caso de embarrancar en hielo.
- Procedimientos para la evacuación, embarque en el bote o balsa salvavidas y supervivencia en la mar y en tierra.

Las bajas temperaturas del aire afectan negativamente a los trabajadores, al rendimiento de los equipos, al tiempo de supervivencia y a las propiedades de los materiales. Por ello hay que tener en cuenta todas las temperaturas mínimas operacionales de los equipos que se lleven a bordo y estas deben constar en el PWOM.

5.3.3. Estructura del buque.

La administración es la encargada de determinar que los escantillones de las estructuras y los materiales son adecuados para la navegación polar que se presupone que se va a llevar a cabo, para la categoría C no suele ser necesario ningún refuerzo adicional siempre y cuando cumpla con las normas y zonas establecidas.

5.3.4. Compartimientos y estabilidad.

Prescribe que los buques categoría C tengan estabilidad suficiente en la condición sin avería cuando este sometidos a la acumulación de hielo, mientras que las categorías A y B construidos posteriormente al 1 de enero de 2017 deberán tener estabilidad residual suficiente para resistir a las posibles averías relacionadas con el hielo.

5.3.5. Integridad estanca al agua e integridad estanca a la intemperie.

Sin ninguna distinción por categoría, se prescribe que todos los dispositivos de cierre y puertas que est n relacionados con la integridad estanca al agua y a la intemperie del buque deberán estar operativos.

5.3.6. Instalaciones de máquinas.

La administración debe asegurarse de que las instalaciones de máquinas funcionaran en las condiciones ambientales en las que se prevé que se van a desarrollar las operaciones, esto implica que se debe tener en cuenta la acumulación de hielo y/o nieve, la posible entrada de hielo procedente del mar, la congelación y aumento de la viscosidad de los líquidos y la temperatura del agua del mar que entra.

5.3.7. Seguridad/ Protección contra incendios.

No tiene prescripciones distintivas según las categorías de los buques, todos ellos independientemente de la categoría polar deben garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas y dispositivos de seguridad contra incendios.

5.3.8. Dispositivos y medios de salvamento.

Los dispositivos y medios de salvamento polares buscan garantizar vías de escape, evacuación y una supervivencia segura.

Las vías de escape deberán estar accesibles, seguras y libres de hielo y nieve sin distinción por categorías, permitiendo que el punto de reunión y la posible evacuación sean seguros.

La embarcación debe proporcionar a todos los tripulantes un medio de evacuación seguro teniendo en cuenta los peligros típicos de la Antártida. El Código Polar solo permite el uso de embarcaciones de supervivencia parcial o totalmente cerradas, pero en los buques categoría C la administración puede aprobar el uso de balsas salvavidas operativas hasta en 50 °C negativos equipadas con medios que impidan cualquier acumulación de nieve o hielo que dificulte su arriado.

Para garantizar la supervivencia con el requisito de un mínimo de 5 días tras el escape y la evacuación, el Código Polar exige el transporte de kits de supervivencia de grupo (GSK) y personal (PSK) según el número de personas a bordo y ropa térmica adecuada para todas las personas a bordo, además, de un traje de inmersión tipo aislante.

Es imprescindible para cualquier categoría familiarizar a la tripulación y a los pasajeros con los dispositivos y medios de salvamento polares mediante ejercicios para que en caso de emergencia actuar de manera ordenada y lo más tranquila posible.

5.3.9. Seguridad de la navegación.

Como prescripciones especiales para los buques tipo C, aparte de las que tiene un buque que opera por aguas no polares, deberá tener capacidad para recibir en todo momento información náutica, garantizar la funcionalidad de los equipos de navegación a bajas temperaturas y tener sistemas que determinen la situación y los rumbos de referencia. Para determinar y representar los rumbos los buques

tendrán dos sistemas de referencia no magnéticos, ambos serán independientes y se conectarán a la fuente de energía principal y de emergencia.

5.3.10. Comunicaciones

Todos los buques, independientemente de la zona marítima operativa, deberán cumplir los requisitos funcionales de las comunicaciones de barco a tierra, de barco a barco y de SAR (Search and Rescue), cubiertos por el capítulo IV de SOLAS. Además, los que naveguen por zonas polares cumplirán las prescripciones del capítulo 10 del Código Polar.

Para ello será necesario disponer, de comunicaciones bidireccionales telefónicas o de datos buque a buque y a tierra en todos los puntos de la navegación prevista y de un equipo de comunicaciones telefónicas con aeronaves a 121,5 y 123,1 MHz.

Según el sistema internacional propuesto por GMDSS (Global Maritime Distress Safety System) la tierra se divide en 4 zonas principales, las zonas marítimas A1, A2, A3 y A4, definidas por el alcance de los distintos tipos de sistemas y equipos de radiocomunicación de los buques. Al planificar los sistemas de comunicación del buque, se deben considerar las limitaciones al encontrarse en grandes latitudes. La mayoría de las áreas de las regiones polares se definen como zona marítima A4. Sin embargo, hay zonas que tienen cobertura A1, A2 o A3. Zonas marítimas del GMDSS:

A1: Área dentro del alcance de al menos una estación costera de VHF (very high frequency), de un alcance de 20 a 30 millas, la cual mantiene una escucha permanente DSC (Llamada Selectiva Digital). El equipo fijo requerido a bordo es un equipo de VHF/DSC.

A2: excluyendo área A1, zona dentro del alcance de una estación costera de MF (medium frequency), con alcance de 100 a 150 millas, con vigilancia continua en DSC. El equipo fijo requerido a bordo es un equipo VHF/DSC y un equipo MF/DSC.

A3: excluyendo áreas A1 y A2, zona comprendida dentro del alcance de cobertura de un satélite geoestacionario de INMARSAT (international maritime satellites), con vigilancia continua. Los buques que operan por encima del 70 °N o del 70 °S pueden no tener cobertura por Inmarsat y por lo tanto pueden pasar a zona con requisitos A4 a menos que estén dentro de la cobertura de A1 o A2. Se requiere

como equipo fijo a bordo dos equipos de VHF/DSC, un MF/DSC y dos SES (ship earth station) aprobadas por GMDSS, como Inmarsat C o mini C.

A4: Áreas marinas fuera de los límites de las áreas A1, A2 y A3. Comprende las regiones polares desde los 70° de latitud norte y sur hasta los polos respectivos, que son las zonas no cubiertas por INMARSAT. Se requieren como equipo fijo a bordo equipos de VHF/DSC, MF/DSC y HF/DSC.

Dado que los buques de categoría C, suelen navegar por debajo de los 76° S, ya que en esas latitudes la concentración de hielo es mayor al y las estaciones con DSC más cercanas a la Antártida se encuentran en Chile y Argentina los buques se encontrarán en zona A3.

Los sistemas que no son obligatorios, como el Iridium, pueden estar disponibles y ser efectivos para la comunicación de voz y datos en aguas polares. Estos sistemas pueden ser solicitados para el servicio de radio médico cuando sean aceptados por las autoridades, o como equipamiento adicional a los equipos obligatorios del GMDSS. Sin embargo, actualmente no están aprobados para las comunicaciones de socorro y seguridad y por lo tanto no cumplen con los requisitos de comunicación GMDSS o del Código Polar.

Las bajas temperaturas también pueden afectar a la capacidad de las baterías de los sistemas de comunicación, por eso se debe garantizar que todos los equipos de supervivencia permanezcan disponibles para las operaciones durante el tiempo máximo esperado de rescate. En el PWOM deberán estar desarrollados los procedimientos a llevar a cabo para preservar la batería, muchos de los equipos GMDSS exteriores ya están probados y preparados para funcionar a muy bajas temperaturas (-20°C).

5.3.11. Planificación del viaje

El Código Polar no tiene prescripciones distintivas, a la hora de elaborar un plan de viaje, con respecto a la categoría polar del buque. Pero si se deben tener en cuenta muchas más directrices a la hora de navegar por aguas consideradas no abiertas que por aguas abiertas. Se debe seguir un plan de viaje lo más seguro posible evitando cualquier peligro, teniendo en cuenta todas las condiciones que pudiesen

afectar a la navegación y cumpliendo con la resolución A.893 (21) “Directrices para la planificación del viaje” de la OMI.

5.3.12. Dotación y formación

El responsable de un buque SOLAS que vaya a navegar por aguas polares debe hacerse responsable de que los oficiales que lo operen hayan completado una formación especial y tengan las competencias necesarias para el cumplimiento adecuado de sus funciones.

Todo oficial a cargo de una guardia deberá tener conocimientos necesarios para contribuir a la realización de operaciones seguras con conocimientos básicos de hielo y de sus características, conocimientos básicos del rendimiento del buque en hielo y aire a bajas temperaturas, conocimientos básicos y capacidad para maniobrar en zona con hielos. Además, deberán asegurar que toda actividad se realiza conforme a los requisitos legislativos y a la prevención de la contaminación con conocimientos básicos de los factores medioambientales. Conforme a la seguridad, los oficiales deberán aplicar prácticas seguras para una rápida respuesta ante una emergencia y conocimientos básicos para que la tripulación tenga unas condiciones de trabajo seguras.

La formación sobre aguas polares se regula en el capítulo V del STCW y se divide en dos tipos; formación básica y formación avanzada. Para los buques de categoría C tan solo es necesario formación básica como podemos ver a continuación:

	Buques tanque y de pasaje	Otros
En aguas abiertas (concentración de hielo 1/10) Buque de categoría C	Certificado en formación básica para capitán, primer oficial de puente y oficiales responsables de la guardia de navegación	no es necesario certificado
En aguas cubiertas de hielo (concentración mayor a 1/10) Buques de categorías A y B	Certificado de formación avanzada para capitán y primer oficial de puente	Certificado en formación avanzada para capitanes
	Certificado en formación básica para oficial a cargo de la guardia de navegación	Certificado en formación básica para los oficiales responsables de la guardia de navegación

Tabla 5.3.12.1.- Formación a bordo de buques con certificado polar. Fuente: Elaboración propia.

6. BUQUE CATEGORÍA C EN AGUAS DE LA ANTÁRTIDA

6.1. Navegación por aguas antárticas

Cumpliendo con el capítulo 9 y 11 del Código Polar, el objetivo de la planificación del plan de viaje debe ser garantizar una navegación segura y tener la información suficiente para permitir que se cumplan con todas las medidas de seguridad en relación al buque, a las personas y al medioambiente.

La planificación de un viaje o travesía por aguas polares tiene como base los principios de navegación estándar, que cumplen con la Resolución de la OMI A.893 (21), 1999 Directrices para la Planificación del Viaje. Pero además al navegar por zonas remotas y con un clima tan específico también se deben tener en cuenta la Resolución de la OMI A.999 (25), 2007 Directrices sobre la Planificación del Viaje en los buques de pasaje que naveguen por en áreas alejadas y la Resolución de la OMI A.1024 (26), 2009 Directrices para los Buques que Operan en Aguas Polares.

La planificación de un plan de viaje consiste en el acopio de toda la información que se prevé que pueda ser de utilidad durante la travesía, esto incluye toda la información desde el atraque inicial hasta el atraque final.

Un plan de viaje consta del trazado de la derrota prevista en las cartas correspondientes, de los principales elementos para realizar una navegación segura, de los pormenores de la derrota trazada y de la aprobación del capitán. Y, además, tener información como la fuente, fecha y calidad de los datos hidrográficos de las cartas que se van a utilizar; las limitaciones en cuanto a la información sobre seguridad marítima (ISM) disponible, los recursos de búsqueda y salvamento; la disponibilidad o carencia de ayudas a la navegación; y los lugares de refugio.

Al preparar un viaje por agua remotas se deben tener en cuenta tres características muy importantes como son las características medioambientales de la zona, en qué medida están limitados los recursos y la información náutica disponible.

En el caso concreto de la navegación por aguas polares, la planificación del paso por una zona de hielo se lleva a cabo en dos fases, una estratégica, cuando se navegue en puerto o en aguas abiertas y una táctica, cuando se navegue o se esté cerca de aguas cubiertas de hielo.

Tanto la planificación estratégica como la táctica involucran cuatro etapas:

- Evaluación: deberá incluir elementos como información actualizada sobre corrientes y la formación de hielo, la cantidad, el tipo de hielo y témpanos existentes en las proximidades de la derrota prevista, y datos estadísticos de la cantidad de hielo de años anteriores.
- Planificación: deberá incluir las zonas seguras y zonas a evitar, distancia de seguridad con respecto a hielos y velocidad a llevar en las zonas de presencia de hielos.
- Ejecución: deberá incluir las condiciones de hielo y las medidas a tomar antes de entrar en aguas polares, como ejercicios especiales de abandono.
- Vigilancia: se deberá vigilar la navegación y asegurarse de cumplir el plan de viaje que debe de estar disponible en todo momento.

6.1.1. Cartografía

Han sido varios países los que han llevado a cabo campañas para obtener datos cartográficos en la Antártida, entre ellos destacan Argentina, Reino Unido, Estados Unidos, Chile o Rusia. Pero no todos los relevamientos realizados reflejan la realidad, ya que la presencia de hielo o nieve oculta el relieve del fondo e impide realizar batimetrías fiables. Además, aún quedan zonas no relevadas o con trabajos parciales.

Por ello, no se recomienda confiar en la batimetría cuando la densidad de los sondajes es poca, en estos casos es recomendable navegar sobre la isobata manteniendo los ecosondas en funcionamiento con una persona pendiente de disminuciones bruscas en todo momento.

Las proyecciones de las cartas se seleccionan en base a la latitud en la que se navega. Hasta los 70°S, resulta apta la proyección Mercator, pero en latitudes superiores, se aconseja la proyección Gnomónica o el sistema de grilla "G", aunque son de uso casi exclusivo de las aeronaves, dado que las aguas navegables, en su mayoría se encuentran por debajo de esta latitud.

6.1.2. Información hidrográfica y ayudas a la navegación

La falta de precisión y, en ocasiones, la falta de los propios datos en las cartas hace que se deba prestar mayor atención a la hora de situarse, ya que se pueden

producir saltos de posición cuando se pasa de una carta a otra. Por ello, se debe garantizar que el dato identificado en las cartas concuerda con el del equipo de posicionamiento electrónico.

Una de las cosas a tener en cuenta cuando se navega por regiones polares es que al acercarse al polo magnético sur la componente vertical del campo magnético de la Tierra se vuelve predominante y la componente horizontal, de la que depende la fuerza de la aguja magnética, se debilita. Por ello se recomienda revisar los errores del compás magnético con frecuencia. A partir de los mil metros de cercanía al polo magnético se debe realizar con mayor frecuencia la estabilización de la aguja y menor será su fiabilidad, por lo que se le deberá presentar mayor atención a la corrección del talón y a la barra Flinders. También pueden existir anomalías magnéticas locales.

Por otra parte, el girocompás se ve afectado en su funcionamiento debido a la poca fuerza directriz en altas latitudes y aunque es confiable hasta los 70° de latitud, a más de 80° reacciona lentamente.

Los buques que operen en aguas polares, en donde a menudo se reduce la visibilidad, deben navegar con la ayuda del radar con la debida compresión del mismo, teniendo en cuenta los falsos ecos producidos por la reflexión tanto de tierra como de hielos marinos y siendo conscientes de la posible presencia de otros buques.

6.2. Medios SAR

El Convenio SAR de 1979 es el Convenio internacional sobre búsqueda y salvamento. Fue adoptado en la Conferencia Internacional de búsqueda y salvamento marítimo en Hamburgo, su principal objetivo es elaborar un plan internacional de búsqueda y salvamento en el que, independientemente de donde se produzca el accidente, el salvamento de personas que necesiten auxilio este coordinado por una organización de búsqueda y salvamento.

En el caso de las zonas polares, al considerarse que las instalaciones SAR disponibles para llegar a la escena del accidente y recuperar a toda persona en riesgo dentro de los tiempos de supervivencia no es del todo viable, están consideradas áreas remotas SAR. El comité de Seguridad Marítima en su 81

período de sesiones, en mayo de 2006, decidió aprobar la MSC1 /circ1184 “Orientaciones mejoradas sobre la planificación para contingencias en buques de pasaje que naveguen en zonas alejadas de los medios SAR”.

Como buen navegante se debe revisar el servicio de información de hielos de forma periódica e informar de cualquier incidente relacionado con el derrame de aceite o productos lubricantes del petróleo en el medio marino a la instalación SAR correspondiente.

La región Antártica cuenta con cinco SRR (Search and Rescue Regions) marinas y cinco SRR aeronáuticas con límites idénticos con la diferencia de que las SRR aeronáuticas llegan al polo sur geográfico mientras que las marinas abarcan únicamente hasta la costa.

Cada RCC (Rescue and Coordination Centre) marítima es responsable de coordinar el servicio de búsqueda y rescate en su SRR. El RCC aeronáutico contiguo es responsable de la coordinación de los medios SAR aeronáuticos en la región SAR correspondiente.

En la zona con más tráfico marítimo, la península Antártica, existe la Patrulla Antártica Naval Combinada formada en el año 1998 por los Gobierno de Chile y Argentina ante la necesidad de cumplir con lo establecido en el “Convenio Internacional sobre búsqueda y Salvamento Marítimo” de 1979. La misión es conformar una patrulla naval combinada entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo (época estival), con el propósito de salvaguardar la vida humana en el mar, otorgar seguridad a la navegación y contribuir a mantener las aguas libres de contaminación dentro del área circunscrita al sur del paralelo 60° S y los meridianos 010° W y 131° W.

El resto de zonas al sur del paralelo 60° S están cubiertas por Sudáfrica entre meridianos 010° W y 080° E, Australia (AUSREP) 080° E y 163°E y Nueva Zelanda 163° E y 131° W.

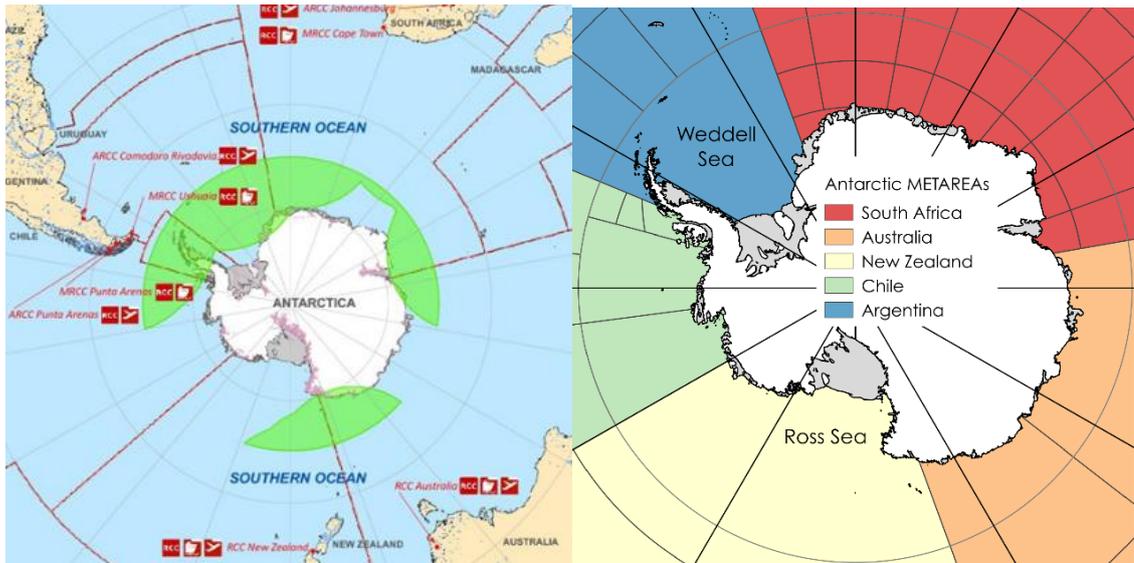


Figura 6.2.1.- Zonas SAR de la Antártida (izq) y Metareas (dcha). Fuente: COMNAP.

Además, también hay que tener en cuenta el AMVER (Sistema automatizado de rescate de buques de asistencia mutua) que proporciona cobertura mundial para la ayuda del desarrollo y la coordinación de los esfuerzos SAR. El sistema, operado por la guardia de los Estados Unidos, es voluntario. Sin embargo, se alienta a los buques mercantes de todas las naciones que realizan viajes en alta mar lo utilicen, enviando informes periódicos de movimiento y posición al Centro de Sistema de Operaciones de la Guardia Costera de los Estados Unidos.

6.2.1. Abandono

La navegación por aguas polares presenta escenarios de abandono distintos a los habituales, el frío extremo y el hielo dificultan las labores de rescate, creando un ambiente muy poco propicio para la vida, en el cual no se puede sobrevivir sin los equipos necesarios y sin tripulación bien entrenada y preparada para las distintas situaciones de emergencia que se pueden dar.

Antes de producirse la situación de abandono, que solo puede darse bajo órdenes del capitán, se llevan a cabo unas pautas para asegurar la eficiencia y la seguridad de la maniobra. Estas son comunes a todas las situaciones de abandono, ya sean en aguas polares o no.

Ante una emergencia lo primero que se debe hacer es utilizar los sistemas de comunicaciones para dar aviso a las autoridades de lo sucedido y que ellas puedan actuar lo más rápidamente posible. Para ello es importante informar de la posición

del buque y del pronóstico meteorológico, que nos puede ayudar a decidir el rumbo a seguir.

Una vez que se haya comunicado el abandono se debe revisar que el equipo de las embarcaciones de supervivencia está completo (linterna, Reflector de radar...) y se deben equipar con los de comunicación como son los VHF portátiles de emergencia y los walkies, para garantizar una comunicación posterior al abandono, y las radiobalizas y los transpondedores radar para facilitar nuestra posición.

Para el abandono en aguas polares junto con el traje de inmersión y el chaleco se dispone de una bolsa con equipo térmico para la protección individual que se deberá poner por debajo del traje de inmersión.

Durante el abandono las maniobras de arriado de botes y balsas deberán seguirse los pasos indicados las instrucciones, aunque podrán complicarse debido a las condiciones meteorológicas. Uno de los mayores peligros serán los posibles resbalones debidos a la lluvia o nieve acumulados en cubierta, por eso es importante que los trajes de inmersión tengan unas botas adecuadas y que la cubierta este lo más libre de hielo posible. Lo ideal para facilitar la maniobra sería dar socaire con el buque de manera que se realice el abandono por una banda libre de hielos.

Si se dispone de tiempo suficiente se hará acopio de un mayor número de trajes de inmersión, raciones de agua, comida, linternas, walkies y baterías...

Durante el abandono lo más importante es que la tripulación mantenga la calma en la medida de lo posible, para así transmitir a los pasajeros seguridad y tranquilidad.

Una vez la balsa este en el agua se debe procurar que se mantenga libre de roce con los posibles hielos flotantes y con el casco del buque. Se intentará realizar el embarco a las balsas mediante escalas evitando al mínimo el contacto con el agua y procurando que esta no entre dentro de las balsas. Si las condiciones lo permiten se arriará también el bote de rescate y el bote de servicio cargando la mayor cantidad de combustible posible en ellos.

Una vez que todo el personal a bordo ha abandonado el buque se corta la rabiza que une a las balsas con él, es importante mantener las balsas unidas y secas debiendo achicar toda el agua que haya podido entrar durante el embarque.

Una vez todos acomodados se repartirán pastillas para el mareo y se designarán funciones a todos los integrantes de las balsas: limpiar la balsa, comunicaciones, repartición de comida, vigilancia... Se hará uso de todos los medios disponibles para llamar la atención de los buques que naveguen por la zona como la radiobaliza, que debe amarrarse y quedar flotando, y los transpondedores de radar, que se colocarán a la mayor altura posible. Se debe tener en cuenta el tiempo de batería de estos dispositivos radioeléctricos, ya que esta suele ser menor cuando está a bajas temperaturas.

Si durante el abandono ha sido posible arriar los botes rescate y/o servicio entonces se procurará realizar la maniobra de remolque a tierra firme siguiendo los siguientes pasos:

- 1.- Asegurarse de que todo el personal esté embarcado en las balsas y si no fuese así proceder con la búsqueda mediante las embarcaciones con motor.
- 2.- Una vez que todo el personal esté en las balsas, procurar juntar todas las balsas en caso de que estén separadas.
- 3.- Para efectuar la maniobra de remolque se debe hacer firme una o varias bozas de remolque a las conexiones de remolque de las balsas.
- 4.- Se remolca al grupo a una velocidad menor a tres nudos, velocidad a la cual están testadas las balsas para ser remolcadas según el código de Dispositivos de Salvamento.
- 5.- Se prestará especial atención a la proa del bote ante la posibilidad de hielos flotantes.
- 6.- Una vez llegados a tierra firme se intenta transportar las balsas con el objetivo de utilizarlas como bases de refugio.

6.3. Asistencia Médica

De acuerdo al C.164 Convenio sobre la protección de la salud y la asistencia médica de la gente en el mar elaborado por la OIT (Organización Internacional del Trabajo) todas las naciones que cuenten con marinos entre su población deberán tener un centro con servicio de asistencia radio médica (TMAS - Telemedical Maritime Assistance Service) operativo las 24 horas.

Los centros contarán con personal cualificado para atender remotamente consultas médicas y tendrán formación adicional sobre la naturaleza particular del tratamiento a bordo. El servicio se aplica en teoría a buques que no cuentan con doctor a bordo, pero en determinadas circunstancias puede ser solicitado por el doctor de a bordo.

Los medios de comunicación necesarios por parte del buque deberán incluir al menos una línea telefónica y un acceso fácil a una línea de Telex o Fax.

La existencia de un servicio de atención radio medica en cada país es esencial, ya que el diálogo entre la persona responsable del tratamiento y el doctor de él es fundamental para cualquier acción médica, al compartir la misma lengua, misma cultura y conocer la formación del personal agiliza la consulta.

Teniendo en cuenta la dimensión internacional de la navegación marítima, puede surgir un problema médico a bordo de un buque que se encuentre muy lejos de su país de origen. En tal caso, el capitán, responsable del cuidado de las personas a bordo, llama por lo general a su TMAS nacional de referencia, que puede efectuar una consulta médica a distancia en su idioma.

6.3.1. Centro radio-médico español

El 1 de mayo de 1979 entró en funcionamiento el Centro Radio-Médico Español (CRME), con el fin de atender las consultas médicas que cualquier buque en navegación pueda necesitar, independientemente de su bandera, nacionalidad de los tripulantes o del lugar donde se encuentre.

El CRME se encuentra ubicado en Madrid y dependiente del Instituto Social de la Marina (ISM), tiene competencia establecida en el Real Decreto 258/1999, en el que se establecen «condiciones mínimas sobre la protección de la salud y la asistencia médica de los trabajadores del mar». para facilitar este servicio el CRME está disponible las 24 horas del día durante todo el año para cualquier consulta,

que se puede solicitar por todos los medios de comunicación ya sea por radiotelefonía, radiotelegrafía, vía satélite o radiotélex.

6.3.2. Condiciónes médicas

Además del reconocimiento médico en el que el ISM certifica que un marino está apto para navegar, el COMNAP (Council of Managers of National Antarctic Programs) recomienda a los responsables de las actividades antárticas de cada país a realizar un reconocimiento que certifique el estado de salud físico y psíquico de todo el personal que vaya a llevar a cabo actividades en la Antártida.

Además, a bordo se debe llevar un equipo de primeros auxilios competente con kits provistos de materiales apropiados para tratar cualquier enfermedad o accidente a bordo y, en especial, los propios de un clima frío. Para tratar cualquier incidencia de este tipo debe haber al menos una persona a bordo con nociones avanzadas de primeros auxilios.

7. B/O SARMIENTO DE GAMBOA

El Buque Oceanográfico (B/O) Sarmiento de Gamboa es un buque de investigación multidisciplinar de ámbito global aprobado en noviembre de 2018 por la administración como buque polar de categoría C.

A pesar de que en 2016 ya había navegado por aguas antárticas brindando apoyo logístico a las bases españolas y realizando campañas científicas, con la implementación del código polar se ha visto obligado a realizar cambios para cumplir con el código polar y obtener la acreditación de buque polar categoría C.

La instrumentación y los laboratorios con los que cuenta a bordo le permiten investigar los recursos y riesgos naturales, el cambio global, los recursos marinos, la circulación oceánica global y la biodiversidad marina. Además, es el primer buque oceanográfico español que puede trabajar con ROV's (Remote Operated Vehicle) de altas profundidades y con AUV's (Autonomous Underwater Vehicle).

El B/O Sarmiento de Gamboa pertenece al CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y tiene su base en Vigo donde fue botado en 2006. La Unidad de Tecnología Marina (UTM) del CSIC es la responsable de la gestión del buque, así como del mantenimiento del equipamiento científico y aporta el personal técnico para la realización de las campañas oceanográficas.

7.1. Código Polar aplicado al Sarmiento de Gamboa

Como consecuencia de la implementación del código Polar y para poder obtener el certificado de buque polar, han sido muchos barcos que ya navegaban por aguas polares los que han tenido que ser modificados o han tenido que incorporar determinados elementos para obtener el certificado pertinente.

Para la obtención del certificado ha sido necesario la realización de una evaluación operacional en la que se estableciesen los procedimientos y limitaciones operacionales del buque, determinando las aguas por las que iba a navegar y la época del año.

Para que el certificado sea válido tiene que tener como complemento el PWMO, al no ser obligatorio hasta la implementación del código polar el Sarmiento de Gamboa ha tenido que realizar uno.

Dado que no cumplía con todas las prescripciones para navegar por aguas polares ha tenido que implementar nuevos elementos o cambiarlos para ser apto.

- Instalación de nuevas balsas salvavidas SOLAS pack A, con un 30% más de comida, aunque el código polar requiere botes salvavidas de tipo parcial o totalmente cerrados, para la navegación por aguas abiertas son válidas balsas salvavidas, siempre y cuando se pueda asegurar que su arriado no se verá afectado por la acumulación de nieve o hielo. Por eso las empresas de balsas han sacado al mercado un equipo que incorpora un sistema de calefacción que impide la acumulación de hielo.

Este sistema consiste en unas fundas protectoras de la balsa, al llegar a una temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ el sistema se pone en marcha manteniendo la balsa caliente a una temperatura de 30°C y evitando la acumulación de hielo en su superficie.



Figura 7.1.1.- Balsas salvavidas con funda térmica. Original del autor.

- Instalación del Fleetbroadband en sustitución del Fleet 33. Como consecuencia de la migración de los satélites de Inmarsat de la generación I3 a la I4, el fleet 33 ha dejado de funcionar el 31 de diciembre de 2018. En su sustitución los satélites de I4 si proporcionan servicio al fleetbroadband

que, aunque no tiene cobertura polar, si llega a la península antártica donde el Sarmiento de Gamboa realiza las operaciones.

- Instalación del Iridium. Como complemento al fleetbroadband y para garantizar en todo momento comunicaciones también se ha instalado a bordo el Iridium, que ofrece comunicación móvil vía satélite de polo a polo sin restricciones. Aunque no es un equipo GMDSS si es de gran utilidad para contactar con el servicio radio-médico o con tierra para la coordinación de las operaciones.
- Incorporación de comunicaciones de banda aérea, para cumplir la regla 10.2.1.3 del código polar, se incorpor  un VHF de banda aérea para comunicarse en caso de alguna emergencia con los servicios aeronáuticos.
- Incorporación de Kits de supervivencia, tanto individuales como colectivos:

El kit de supervivencia grupal es un bidón estanco y flotante que en caso de emergencia se debe tirar al mar una vez se haya atacado con un cabo a una de las balsas ya desplegadas. Consta de una tienda de 6 personas, 3 packs de 4 clavijas para hielo, tres sacos de dormir, tres esterillas, dos palas de nieve, seis rollos de papel higiénico, tres unidades de Alcohol higiénico (50ml), un fogón, seis litros de combustible, 16 raciones alimenticias de emergencia, una luz, dos cerillas resistentes a agua y al viento, un silbato, un espejo de señales, un contenedor de agua, dos paquetes de tabletas purificadoras de agua y un kit de repuestos del PSK (Personal Survival Kit).

El kit de supervivencia individual es una bolsa estanca negra que se encuentra junto al traje de inmersión y el chaleco para que en caso de abandono la utilicemos también, incluye ropa térmica como: un pantal n interior térmico de lana, una camiseta interior térmica de lana, una chaqueta aislante, un pantal n aislante, un par de calcetines aislantes, un gorro de lana, un protector de cuello, un par de manoplas aislantes, un par de guantes interiores de lana, botas aislantes de goma, vaselina y protector solar, un par de gafas de sol tipo ventisca, un silbato, una taza, una navaja multiusos, una ración de comida de emergencia y una bolsa de transporte (impermeable y flotante). Junto al kit de supervivencia en todos los camarotes también hay una guía de supervivencia polar.



Figura 7.1.2.- Kit personal de supervivencia polar. Original del autor.

- Compas satelitario, se incorpora ante la necesidad de un equipo que determine rumbos y situaciones sin que su funcionamiento sea de manera magnética. Determina el rumbo del buque a través de la señal GPS, sin que su funcionamiento se vea afectado por la latitud, la velocidad del barco ni el geometrismo.
- Formación de los oficiales. El Capitán y todos los oficiales encargados de la guardia realizaron el curso básico en aguas polares en el Novikontas Maritime College, en Riga. El curso consta de tres días en donde se adquieren conocimientos sobre los tipos de hielo, capacidades, operaciones y maniobras en condiciones de hielo y a bajas temperaturas, requisitos legislativos, prácticas de trabajo seguras y respuesta a situaciones de emergencia.

Para formar al resto de tripulación, antes de llegar a aguas polares se realizan ejercicios de emergencia específicos, incluyendo todas las modificaciones hechas a bordo con la implementación del código. En estos ejercicios se recalca las acciones especiales a realizar en aguas polares que no se realizarían en caso de una emergencia normal, como por ejemplo coger los kits polares.

7.2. Operaciones en aguas polares

Antes de realizar cualquier operación, ya sea traslado de personal, carga, descarga de material o trabajos en cubierta, se deben tener en cuenta varios aspectos para disminuir al máximo el riesgo, para ello se debe comprobar que las condiciones meteorológicas son lo suficientemente buenas y que no se esperan variaciones que puedan suponer un riesgo para la operación.

El estado de todo el material utilizado en las operaciones debe de estar en perfectas condiciones y asegurarse de que se dispone de suficiente combustible, para garantizar la seguridad y una buena operatividad, se debe asignar a una persona para que se encargue de que todo este correcto y de que se toman todas las medidas de seguridad pertinentes.

7.2.1. Traslado de personal

Para las operaciones de traslado de personal, en ocasiones, son las bases las que proporcionan una embarcación, pero la mayoría de las veces se realizan con la propia embarcación de a bordo, una MK V semirrígida. A bordo se lleva personal de refuerzo para tripular la embarcación, que consta de un patrón y un proel.



Figura 7.2.1.1.- Embarcación semirrígida con la tripulación mínima. Original del autor.

Ellos son los encargados del traslado del personal desde el barco hacia las bases, campamentos y otros puntos de la costa. Es importante realizar la operación de

manera organizada llevando el control en todo momento de la gente que embarca y desembarca. El traslado se realiza con una indumentaria adecuada proporcionada por el buque, esto son unos trajes de inmersión especializados para aguas polares que, en caso de caída al agua sirven de protección de una posible hipotermia.

Durante el traslado el patrón encargado de la embarcación debe:

-Gobernar la embarcación a una velocidad de seguridad apropiada teniendo en cuenta el peso de carga y estado de la mar y el hielo.

-Repartir la carga simétricamente para un óptimo trimado.

-Contar con la ayuda del proel que estará en todo momento indicando al patrón la mejor ruta a seguir. La embarcación está equipada con medios para apartar cualquier hielo que pueda afectar a la seguridad de la embarcación.

-Evitar el posible contacto con el hielo, especialmente en la cola del motor.

-Vigilar en todo momento el fondo y el agua debajo de la quilla.

-Durante la aproximación a tierra considerar la velocidad y dirección de viento y mar para elegir el rumbo más apropiado.

-Antes de proceder al desembarco asegurarse de que la embarcación está estable y no exista ningún peligro. Se debe establecer un orden de desembarco para realizarlo de manera ordenada.

Desde el puente del buque se supervisará en todo momento las operaciones y se prestarán las ayudas necesarias a la navegación vía VHF.

7.2.1.1. Bases antárticas españolas

Los trabajos del buque en las zonas polares serán principalmente de apoyo a las Bases Antárticas. Dado a la especial condición de la Antártida es común la colaboración entre países, por lo que se están realizando continuamente traslados de personal y material de unas bases a otras. España cuenta con dos bases en las Islas Shetland del Sur que están ocupadas únicamente durante el verano austral, aunque mantienen registros automatizados durante todo el año.

Base Antártica Española (BAE) Juan Carlos I: está situada en Bahía Sur, Isla Livingston, y es gestionada por el CSIC. Tiene como objetivo apoyar las actividades españolas en la Antártida y en particular la realización de proyectos de investigación científica que coordina el Subprograma de Investigación en la Antártida del Programa Nacional de Recursos Naturales.

BAE Gabriel de Castilla: está situada en la isla Decepción. Tiene como objetivo mantener la presencia de España en el territorio antártico y colaborar con el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO) en las labores de investigación científica. Es gestionada por la División de Operaciones del Estado Mayor del Ejército de Tierra.

Campamento Byers: El Campamento Byers es un campamento y base estacional de carácter internacional, pero mantenido por la Base Antártica Juan Carlos I de España. Está ubicado en la península Byers, isla Livingston, en las islas Shetland del Sur, Antártida. Está formado por 2 refugios tipo "iglú" de 6 m x 2 m que hacen las funciones de cocina/comedor y laboratorio.

7.2.2. Carga y descarga de material

Para las operaciones de carga y descarga de material el Sarmiento de Gamboa dispone de una barcaza compuesta por 2 cascos con motor fueraborda y rampa a proa que se ensamblan dando lugar a una sola embarcación de 2 motores y 2 rampas a proa abatibles. La tripulación mínima para la barcaza es, al igual que para la embarcación semirrígida, de dos personas, el patrón y el proel.

La barcaza es uno de los elementos fundamentales para desarrollar las operaciones de carga y descarga en las bases u otros puntos de la costa, sin ella se realizarían en la embarcación neumática, lo que ralentizaría en gran medida el proceso. Aunque si es poco material puede ser lo más conveniente ahorrando el tiempo de montaje de la barcaza.



Figura 7.2.2.1.- Montaje de la barcaza. Original del autor.

Para asegurar la eficiencia y la seguridad en la maniobra se tienen en cuenta los siguientes aspectos a mayores de los que se deben de tener en cualquier operación de traslado. Antes de la operación se debe comprobar el estado de todo el material involucrado en la operación: embarcación, motores, combustible, escalas, indumentaria del personal, cabos, comunicaciones, grúa, cadenas, eslingas, herramientas para el montaje de la barcaza...

Antes de comenzar el traslado se montan las dos partes de la barcaza, primero se abarloa la primera estructura al costado del buque, amarrándola al buque y evitando los golpes contra el casco con una defensa. A continuación, se arria la otra mitad, de manera que queden paralelas, y se unen mediante anclajes.

Para asegurar el correcto manejo de la barcaza y evitar accidentes, tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

Las maniobras de abarloamiento se realizarán con especial cuidado para no dañar ni el casco, protegido con defensas, ni la barcaza, la aproximación será con un ángulo y una velocidad adecuadas a las condiciones de mar y viento. Para facilitar

la maniobra desde el puente se dará socaire a la barcaza y así la maniobra sea más segura.

Al finalizar las maniobras con la barcaza, si esta queda en el mar, se dejará bien amarrada y con los motores subidos para evitar que las colas toquen el hielo. Es importante mantener una vigilancia constante de los cabos por si fuese necesario reforzarlos.

Las operaciones de carga de material a la barcaza se realizan con la ayuda de la grúa de a bordo. Por ello es de vital importancia un buen manejo de la misma y atender en todo momento al correcto eslingado del material. El personal que se encuentre en la barcaza se mantendrá en todo momento en una zona de seguridad en la que esté “claro” en caso de una caída de la carga desde la grúa. Cuando el material esté bien asentado sobre la barcaza, se procederá a deslingar la carga. El material será estibado de manera uniforme y se hará una buena repartición de pesos, asegurando en todo momento las buenas condiciones de estabilidad de la barcaza.

La descarga de material en las bases constituye una operación delicada debido a la inexistencia de muelles en la Antártida y a los escasos medios de tierra para apoyar la descarga.

La aproximación a los puntos de descarga se realizará a una velocidad adecuada a las condiciones meteorológicas, una vez situada la barcaza en la orilla, se hará firme a tierra con un Spring a cada banda de la barcaza, con el objetivo de asegurar la posición de la misma.

Durante la descarga se mantendrán los motores avante asegurando la posición de la barcaza, ya que uno de los mayores riesgos es que la embarcación se atraviese a la mar causando una varada involuntaria. Es imprescindible que las colas de los motores mantengan las tomas de la refrigeración sumergidas.

En caso de que la descarga se realice con la embarcación neumática, al llegar a la orilla se virará para quedar Proa a la mar y se subirán los motores.

7.3. Operaciones en cubierta

Durante la campaña antártica una gran parte de los trabajos se realizan en cubierta. Las condiciones meteorológicas hacen que sea una zona de trabajo peligrosa: lluvia, nieve, bajas temperaturas...



Figura 7.3.1.- Cubierta del Sarmiento de Gamboa. Original del autor.

Antes de realizar cualquier trabajo en cubierta se llevará a cabo una valoración del estado de la misma, analizando los posibles riesgos, tomando medidas para evitarlos y determinando los EPI's (equipo de protección individual) que se deben de llevar. Todo personal que trabaja en lugares expuestos, como en cubierta, se le debe prestar vigilancia a intervalos regulares para cerciorarse de que está bien, por eso se recomienda siempre trabajar en grupos de dos para que ante cualquier incidente uno de la voz de alarma.

Durante las operaciones se deberán realizar paradas y pasar a una zona con calor, prestando especial atención a las operaciones de trincaje y destrincaje que impliquen subir a alturas. Después de las operaciones se debe revisar el estado de la cubierta y que todo ha quedado bien trincado y recogido.

7.4. Operaciones en DP (posicionamiento dinámico)

Durante los trabajos de apoyo a las bases antárticas el buque permanece en los alrededores de la zona de operaciones manteniendo su posición con el uso del sistema de posicionamiento dinámico, el cual ofrece unas ventajas notables con

respecto a la opción de fondeo. Ya que permite al buque maniobrar con precisión cualquier hielo que esté derivando hacia el buque.

El DP es un sistema controlado por un ordenador para mantener la posición y rumbo que calcula las fuerzas externas que hacen que el buque se mueva y las contrarresta con las fuerzas producidas por las hélices, la máquina o el timón.

El DP que posee el Sarmiento de Gamboa es el DP1, este le otorga control manual y automático de la posición y de la proa bajo unas condiciones meteorológicas máximas conocidas, aproximadamente aguanta la posición hasta 20' de viento. En el caso de que se produzca un fallo aislado en alguno de los equipos o medios de propulsión puede perderse la dirección y el rumbo, ya que no cuenta con duplicidad de equipos.

Antes de pasar a modo DP se deben comprobar las predicciones meteorológicas con el objetivo de elegir la mejor posición para permanecer en modo AUTOPOS (manteniendo la posición).

Se elige una posición tal que en caso de fallo del sistema propulsor y pérdida de gobierno el buque se encuentre a una distancia de seguridad que permita un tiempo de respuesta para intentar retomar el control del buque o iniciar una maniobra de fondeo.

Se comprueban todos los equipos conectados al DP para evitar fallos y minimizar el tiempo de paso de control principal al sistema. En especial, que las mediciones de los anemómetros ultrasónicos son correctas, en caso de nieve acumulada en los anemómetros estos pueden dar fallos. La solución es retirar la nieve y seguir las instrucciones del manual del equipo para caso de fallo, pero subir a la magistral muchas veces entraña demasiados riesgos.

Una vez el buque esté parado en modo AUTOPOS, se comprueba "in situ" que todo funciona correctamente: los feedbacks se corresponden a las órdenes del sistema, los errores de los GPS's, los anemómetros. Y se configura el DP de manera apropiada a cada situación, ajustando todos los parámetros que intervengan en una maniobra: ROT (Rate of Turn), Ganancia, Green mode.

Para vigilar una posible pérdida de posición se toman demoras y distancias a tierra mediante el radar, se mantiene en constante vigilancia los hielos que puedan suponer un peligro para el buque y se analiza una posible ruta de escape ante cualquier cambio en las condiciones.

7.5. Abandono Sarmiento de gamboa

Para garantizar un escape seguro e inmediato todos los buques deben tener medios para prevenir o eliminar eficazmente el hielo y la nieve de las vías de evacuación, zonas de embarque, embarcaciones de supervivencia y de los medios para su lanzamiento. También deberán proporcionar los recursos adecuados para apoyar la supervivencia después de abandonar el barco hasta el momento del rescate. Para ello se cuenta con unas balsas salvavidas especiales que no permitan la acumulación de hielo y nieve mientras estén estibadas.

Las balsas salvavidas flotantes son tipo SOLAS pack A, con un 30% más de comida. Cada grupo de 3 balsas lleva montada en el exterior una caja de control que cuando registra -5°C enciende la calefacción de las balsas hasta los 30°C .

A bordo también se llevan dos Kits de supervivencia especiales para aguas polares, los kits de supervivencia grupal y los kits de supervivencia individual.

Teniendo en cuenta la ruta habitual de los cruceros turísticos antárticos y de la mayoría de oceanográficos, como el Sarmiento de Gamboa, para las campañas antárticas, en una ruta desde Sudamérica hasta la Península Antártica, se pueden presentar 3 situaciones de abandono dependiendo del punto de la ruta en el que se pudiese dar la situación de abandono del buque.

En todas ellas se valorará si la mejor opción es permanecer a la espera de los medios de rescate o intentar el remolque a una zona de refugio mediante el bote auxiliar y/o el bote de rescate. La opción de remolque solo sería posible en caso de muy buenas condiciones de viento y mar, ya que en caso contrario supondría una maniobra peligrosa. Por esta razón si las condiciones meteorológicas son adversas la opción más segura sería realizar el abandono únicamente con balsas y permanecer en ellas hasta recibir ayuda externa.

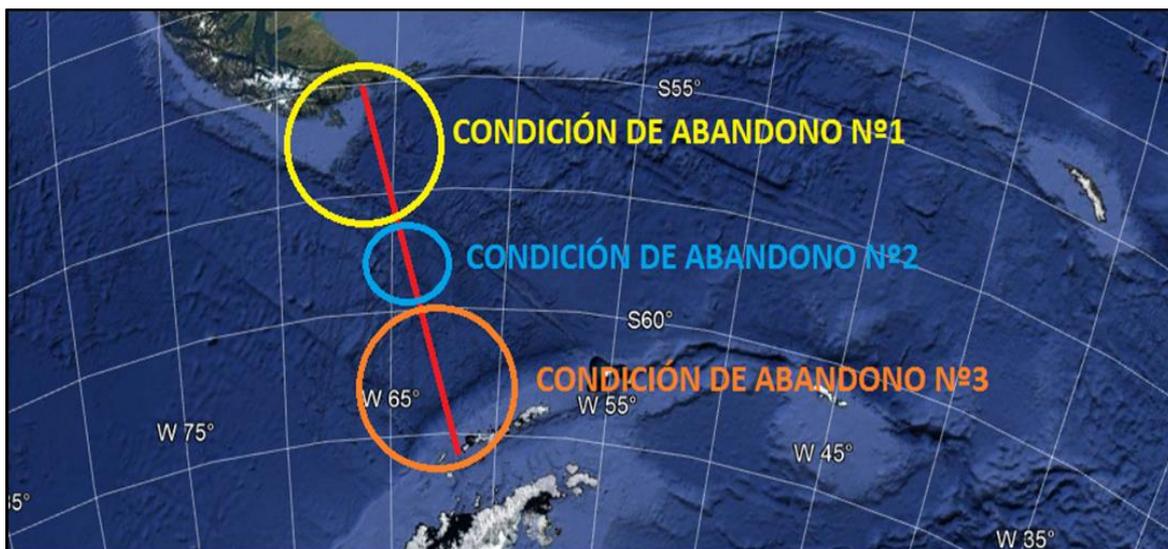


Figura 7.5.1.- Esquema de las condiciones de abandono. Fuente: Manual de aguas polares del Sarmiento de Gamboa.

- Primera condición de abandono, incluye el tramo más cercano al continente americano, el punto de refugio más próximo son las Islas del Sur de la Patagonia, es decir, el archipiélago de Tierra de Fuego.

Si la emergencia se diese antes del paralelo 60° Sur tendríamos que ponernos en contacto con los Centros o Subcentros de Coordinación de Salvamento argentinos o chilenos dependiendo la longitud en la que nos encontremos.

La distancia desde las islas del archipiélago de Tierra de Fuego hasta el paralelo 58° S es de aproximadamente de 200 millas. Teniendo en cuenta que uno de los buques de la Patrulla Naval Antártica siempre se encuentra en Ushuaia, el tiempo de rescate no debería ser superior a las 20 horas dentro de la condición de abandono Nº1.

- Segunda condición de abandono, es la condición de mayor peligro por la distancia a tierra y por estar en el centro del paso de Drake, lo que supone una alta probabilidad de mar de fondo con grandes olas y vientos de mucha intensidad.

Si la emergencia se diese antes del paralelo 60° Sur tendríamos que ponernos en contacto con los Centros o Subcentros de Coordinación de Salvamento argentinos o chilenos dependiendo la Longitud en la que nos encontremos. No obstante, en esta condición es posible que el buque de la

Patrulla Naval Antártica que se encuentre en aguas polares se encuentre más cerca de nosotros que el que se encuentra atracado en Ushuaia.

La distancia desde las islas del archipiélago de Tierra de Fuego hasta el paralelo 60°S es de aproximadamente de 300 millas. La misma distancia nos podría separar del buque de la patrulla situado en aguas polares. En esta condición de abandono el tiempo de rescate no debería ser superior a las 30 horas tanto si el buque sale de Ushuaia como si viene de los archipiélagos del norte de la península Antártica.

- Tercera condición de abandono: En este caso el punto de refugio más cercano sería las Islas del Archipiélago de las Shetland del Sur, donde se encuentran las Bases Españolas: Juan Carlos I: latitud: 62°39,39´ S; Longitud: 060°21,75´W y Base Gabriel de Castilla: Latitud: 62°58,96´S; Longitud: 060°41,74´W.

Si la emergencia se diese más al sur del paralelo 60° Sur tendríamos que ponernos en contacto con la Patrulla Naval Antártica Combinada, o cualquier centro de Coordinación de Salvamento que retransmita nuestro aviso. También podríamos comunicarnos con otros buques o bases Científicas que retransmitan nuestro mensaje.

La distancia desde el paralelo 60°S hasta las primeras bases antárticas es de aproximadamente de 225 millas. Teniendo en cuenta que uno de los buques de la Patrulla Naval Antártica siempre se encuentra en los alrededores del Estrecho de Bransfield, el tiempo de rescate no debería ser superior a las 23 horas.

Como podemos apreciar, en cualquiera de las condiciones de abandono el tiempo de rescate no debería superar las 30 horas si se da el aviso de la emergencia por cualquiera de los sistemas de comunicación con los que contamos a bordo (incluidas las Radiobalizas).

Si nos encontrásemos cerca de tierra una opción de ponernos a salvo sería empleando la embarcación auxiliar/bote de rescate y con ellas remolcar las balsas, siempre y cuando el arriado de estos botes no suponga un peligro y tampoco lo sea la propia operación de remolque.

Recordemos que una de las acciones de vital importancia a llevar a cabo en una situación de abandono es la de dar aviso sobre lo sucedido mediante los sistemas de comunicación con los que contamos a bordo, es decir:

-Activación de las Radiobalizas de Localización de siniestros (EPIRB).

-Activación de los Transpondedores de Radar (SART's).

-Envío de los mensajes pertinentes mediante Inmarsat, los equipos VHF y HF/MF.

Además, antes de abandonar el buque se deben de llevar en la balsa los VHF's portátiles de emergencia, tal y como está recogido en el cuadro orgánico de a bordo.

En caso de disponer de tiempo también es recomendable hacer acopio de agua y latas de comida, ya que podrían ser de gran ayuda en caso muchos días a bordo de las balsas.

8. CONCLUSIÓN

Con el incremento de la navegación por aguas polares, son cada vez más las directrices a cumplir implementadas por la OMI para garantizar la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio ambiente.

Si bien es verdad que las exigencias de la OMI en cuanto a los refuerzos estructurales y los equipos adicionales para estas zonas son una parte primordial, cabe destacar que la experiencia y la formación específica de la tripulación son esenciales en la navegación polar. Una rápida y correcta actuación es clave ante una situación de peligro y en la navegación entre hielos.

Tras la experiencia en la navegación por aguas polares y la posterior elaboración de este trabajo, resaltaría las siguientes recomendaciones aplicables a un buque categoría C, en este caso, al Sarmiento de Gamboa:

- Incorporación de vista claras: Durante las ventiscas o en copiosas nevadas los portillos frontales del puente quedan totalmente anegados, siendo imposible ver nada a través de ellos. Por eso la incorporación de vista claras es clave en al menos dos zonas, asegurando así la visión al exterior.
- Incorporación de sensores de viento: ya sea por la acumulación de nieve o por la densidad de los copos cuando nieva, los sensores de viento pueden fallar, por eso es muy importante estar muy pendientes y tener sistemas duplicados, así en caso de que falle uno nos quedaríamos con los datos del otro.
- Vaciado del sistema de agua: se debe vaciar con aire la línea que proporciona agua a los limpiaparabrisas, ya que si queda en su interior lo más posible es que se congele y que la tubería quede obstruida.
- Encendido de las luces de navegación: aunque en la época de verano el periodo de luz es continuo, es importante mantener encendidas las luces de navegación por la niebla o por los abundantes chubascos de nieve. Es recomendable mantenerlas en todo momento porque con las bajas temperaturas se funden fácilmente si se encienden y apagan con asiduidad.
- Cubrir las maquinillas de maniobra para protegerlas de una posible congelación y que su uso en caso de emergencia sea inmediato.

Como conclusión final, resaltaría la necesidad de una mayor formación a los futuros marinos, ya que cada día es mayor la demanda de tripulación formada en la navegación de aguas polares. Por ello, deberían ser cada vez más los centros que impartan enseñanzas sobre este tipo de navegaciones.

9. BIBLIOGRAFÍA

IMO, 2014. *SOLAS Consolidated edition*. sexta ed. London: IMO.

IMO, 2016. *Polar Code*. London: IMO.

IMO, 2017. *Life- Saving Appliances inc LAS Code*. London: IMO.

IMO, 2017. *MARPOL Consolidated Edition*. London: IMO.

IMO, 2017. *STCW inc. 2010 Manila Amendments*. London: IMO.

Novikontas Maritime College, s.f. *Advanced course for ships navigating in polar waters*.

Novikontas Maritime College, s.f. *Basic course for ships navigating in polar waters*.

Snidder, C. D., 2012. *Polar ship operation*. London: Nautical Institute .

UKHO, 2014. *Admiralty Sailing Directions NP9 The Antarctic Pilot, 8th Edition*.

UKHO, 2018/2019. *Admiralty List of Radio Signals, NP285 vol 5: Global Maritime Distress and Safety System*.

UKHO, 2018. *Admiralty Sailing Directions NP11 Arctic Pilot, Vol. 2, 12th Edition*.

Polar view [En línea]

Disponible en: <http://polarview.org/>

IHO. [En línea] Disponible en:

https://www.iho.int/mtg_docs/rhc/HCA/HCA_Misc/Links/ARGENTINA_Antarctic_Navigation_Course_Manual_2008.pdf

COMNAP. [En línea] Disponible en: <https://www.comnap.aq/SitePages/Home.aspx>

METED. [En línea] Disponible en:

<https://www.meted.ucar.edu/oceans/seaice/navmenu.php?tab=1&page=2.6.0>

10. ABREVIATURAS

OMI	Organización Marítima Internacional.
SOLAS	Safety of Life at Sea.
MARPOL	The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers.
MSC	Maritime Safety Committee
MEPC	Marine Environment Protection Committee
PWOM	Polar Waters Operation Manual
IS	Intact Stability
IGY	International Geophysical Year
IPP	Ice International Patrol
USCG	United States Coast Guard
UE	Unión Europea
ZAEP	Zona Antártica Especialmente Protegida
PSSA	Particularly Sensitive Sea Areas
ZAEA	Zona Antártica Especialmente Administrada
CEMP	Ecosystem monitoring program
IACS	International Association of Classification Societies
PC	Polar Code
ISM	Instituto Social de la Marina
SAR	Search and Rescue
GMDSS	Global Maritime Distress Safety System
SRR	Search and Rescue Regions
RCC	Rescue and Coordination Centre.
AUSREP	Australian Ship Reporting System
AMVER	Automated Mutual-Assistance Vessel Rescue System
VHF	Very High Frequency
OIT	Organización Internacional del Trabajo
TMAS	Telemedical Maritime Assistance Service
CRME	Centro Radio- Médico Español.

COMNAP	Council of Managers of National Antarctic Programs
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
ROV	Remote Operated Vehicle
AUV	Autonomous Underwater Vehicle
UTM	Unidad de Tecnología Marina
PSK	Personal Survival Kit
BAE	Base Antártica Española
MINECO	Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
EPI	Equipo de Protección Individual
DP	Dynamic positioning
GPS	Global Positioning System
ROT	Rate of Turn
EPIRB	Emergency Position-Indicating Radio Beacon
SART	Search and Rescue Transponder

11. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.3.1.1.1.- Concentración de hielo.....	30
Tabla 4.3.2.1.- Clasificación según la forma de los icebergs.....	33-34
Tabla 5.1.- Clases polares según la IACS y su equivalencia a la clase polar según el Código Polar.	39
Tabla 5.3.12.1.- Formación a bordo de buques con certificado polar.....	48

12. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.1.- Extensión máxima del ámbito de aplicación de la zona del Antártico (izq.) y del Ártico (dcha.)	8
Figura 4.1.1.-Mapa de las áreas operativas de la Antártida.....	19
Figura 4.2.1.-Principales rutas Árticas.....	24
Figura 4.3.1.1.1.- Ejemplos de hielo nuevo.....	27
Figura 4.3.1.1.2.- Ejemplo de nilas.....	27
Figura 4.3.1.1.3.- Ejemplo de pancake ice.....	27
Figura 4.3.1.1.4.- Ejemplo de hielo joven.....	27
Figura 4.3.1.1.5.- Ejemplo de hielo de primer año.....	28
Figura 4.3.1.1.6.- Ejemplo de hielo viejo.....	28
Figura 4.3.1.1.5.- Ejemplo de hielo de primer año.....	29
Figura 4.3.1.1.- Glaciar Johnson en Isla Livingston.....	31
Figura 4.3.2.1.- Clasificación según el tamaño de los Icebergs.	33
Figura 5.1.1.- Ejemplo de buque categoría A, MS National Geographic Explorer....	39
Figura 5.2.1.- Ejemplo de buque categoría B, MS Fram.....	40
Figura 5.3.1.- Ejemplo de buque categoría C, B/O Sarmiento de Gamboa.....	40
Figura 6.2.1.- Zonas SAR de la Antártida (izq) y metareas (dcha).....	53
Figura 7.1.1.- Balsas salvavidas con funda térmica.....	59
Figura 7.1.2.- Kit personal de supervivencia polar.	61
Figura 7.2.1.1.- Embarcación semirrígida con la tripulación mínima.....	62
Figura 7.2.2.1.- Montaje de la barcaza.....	65
Figura 7.3.1. Cubierta del Sarmiento de Gamboa. Original del autor.....	67
Figura 7.5.1.- Esquema de las condiciones de abandono.	70