

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA.**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.**



***Trabajo Fin de Máster***

**NUEVAS RUTAS ÁRTICAS DE  
NAVEGACIÓN POLAR**

---

**NEW ARCTIC ROUTES OF  
POLAR NAVIGATION**

**Para acceder al Título de Máster Universitario en  
Ingeniería Náutica y Gestión Marítima**

Autora: Dña. Ingrid Bellaubí Pallarés  
Director: Dr. Ernesto Madariaga Domínguez  
Director: Dr. Sergio García Gómez

Octubre- 2017

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA.**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.**



***Trabajo Fin de Máster***

**NUEVAS RUTAS ARTICAS DE  
NAVEGACIÓN POLAR**

---

**NEW ARCTIC ROUTES OF  
POLAR NAVIGATION**

**Para acceder al Título de Máster Universitario en  
Ingeniería Náutica y Gestión Marítima**

Octubre- 2017

## **AVISO DE RESPONSABILIDAD**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.

<b>AVISO DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>1</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>KEYWORDS .....</b>	<b>6</b>
<b>abreviaturas .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1. EL cambio climatico en el artico .....	9
<b>CAPÍTULO 2: OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1. Objetivos fundamentales.....	13
2.1.1. Hipótesis de partida .....	13
2.2. Objetivos metodológicos .....	13
<b>CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES.....</b>	<b>14</b>
3.1. Fisiografía del oceano Ártico .....	15
3.1.1. Mar de hielo .....	15
3.1.2. Características meteorológicas.....	19
3.1.2.1. Temperatura del aire y patrones del viento .....	20
3.1.2.2. Sistemas frontales .....	20
3.1.2.3. Sistemas semi-permanentes de alta y baja presión.....	20
3.1.2.4. Precipitación .....	21
3.1.2.5. Niebla.....	21
3.1.2.6. Corrientes árticas.....	21
3.1.2.7 Longitud del día .....	22
3.1.2.8 Fenómenos extraños .....	23
3.2. Rompehielos .....	26
3.2.1. Función .....	26

3.2.2. Clasificación.....	27
3.2.3. Requisitos para los buques que operan en hielo.....	28
3.2.3.1. Resistencia a los buques.....	29
3.2.3.2. Maniobrabilidad del buque .....	30
3.2.3.3. Sistemas de mejora de buques .....	30
3.3. Equipos de navegación.....	32
3.3.1. Cartas .....	32
3.3.2. Compases.....	35
3.3.3. Ecos falsos.....	35
3.3.4. Radar .....	35
3.3.5. GPS .....	35
3.3.6. Comunicaciones por radio .....	36
3.3.7. Inmarsat .....	36
3.3.8. Iridium .....	36
3.4 Navegación en aguas cubiertas de hielo. ....	36
3.4.1. Maniobras en hielo.....	37
3.4.1.2. Antes de entrar en el hielo.....	38
3.4.1.3 Después de entrar en el hielo.....	39
3.4.1.4 Maniobra de giro en hielo .....	39
3.4.1.5 Maniobra atrás en el hielo .....	40
3.4.1.6 Navegación rodeando icebergs.....	41
3.4.2. Atraque .....	41
3.4.3. Operaciones de escolta .....	42
3.4.4. Precauciones, problemas y soluciones.....	43
3.4.4.1. Rodeado por el hielo .....	43
3.5.4.2. Liberación de un barco rodeado en el hielo .....	44

3.4.4.3. Hielo en las superestructura.....	44
3.5. Buques en aguas árticas.....	45
3.5.1. Historia del Mar Ártico.....	45
3.5.2. El Mar Ártico está cambiando .....	46
3.5.3. Rutas árticas .....	47
3.5.3.1. Ruta del mar del Norte.....	48
3.5.3.2 ruta del Noreste .....	50
3.5.3.3. Ruta del mar transpolar .....	51
3.5.3.4. Puente Ártico .....	52
3.6. la tripulación .....	52
3.6.1. codigo en navegación polar .....	53
3.6.1.1. Resumen del Código polar .....	54
3.6.2. CAPÍTULO 11 – Planificación del viaje.....	60
3.6.3. CAPÍTULO 12 – Dotación y formación .....	61
<b>CAPÍTULO 4: Estudio de la ruta ártica frente a la ruta marítima del Canal de Suez .....</b>	<b>65</b>
4.1. las rutas del Norte y canal de Suez .....	66
4.2. TRÁFICO actual del canal de suez.....	69
4.2.1. Estadísticas trafico Ártico últimos años (2011-2015) .....	71
4.3 Cambios en las rutas futuras .....	74
4.4. Representación de la concentración de hielo en las rutas articas (RCP).....	77
4.5. LA Política EN LA zona del oceano artico.....	81
4.5.1. Problema legales .....	81
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>

## **RESUMEN**

Este estudio académico para la obtención del título universitario de Máster en Ingeniería Náutica y Gestión Marítima, describe la viabilidad de las rutas árticas de navegación polar que se están abriendo, a raíz del deshielo del Ártico. Durante el desarrollo del trabajo exponemos los efectos que están ocasionando el cambio climático y la creación del Código de Navegación Polar. Hacemos una introducción de conocimientos de la navegación polar, para entender la peligrosidad del Mar Ártico y de los cambios necesarios en la formación académica y profesional de la tripulación de los buques que naveguen por estas aguas.

Las nuevas rutas marítimas del Ártico, son una alternativa más corta y rentable para el tráfico internacional entre los puertos de Europa y de Asia. Por este motivo, se estudian las estadísticas actuales del tráfico marítimo del Canal de Suez y las rutas del Norte y su evolución en el futuro cuando el hielo del Ártico haya desaparecido o disminuido en su gran mayoría.

## **PALABRAS CLAVE**

Código de Navegación Polar, Mar Ártico, Cambio climático, Rutas de Navegación Árticas, Tráfico marítimo.

## **ABSTRACT**

This academic study for obtaining a Master's in Nautical Engineering and Maritime Management, describes the viability of the arctic polar navigation routes that are being opened, due to the melting of the Arctic. During the development of the work, we expose the effects of climate change and the creation of the Polar Navigation Code. We are introducing knowledge of polar navigation to understand the dangerous nature of the Arctic Sea and the necessary changes in the academic and professional training of the crews of ships sailing in these waters.

The new Arctic Sea routes are a shorter and more profitable alternative for international traffic between European and Asian ports. For this reason, the current statistics of the Suez Canal shipping and the northern routes and their evolution in the future are studied when the Arctic ice has largely disappeared or diminished.

## **KEYWORDS**

Polar Navigation Code, Arctic Sea, Climate change, Routes of Arctic Navigation, Shipping.

## **ABREVIATURAS**

**AO:** Oscilación Ártica.

**GLONASS:** Sistema de navegación global por satélite.

**NSR:** Ruta del Mar del Norte

**NWP:** Paso del Noreste

**TSR:** Ruta Marítima Transpolar

**ABR:** Ruta del Puente Ártico

**OMI:** Organización Marítima Internacional.

**SOLAS:** Del inglés “Safety of Life at Sea”

**MARPOL:** Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques.

**EEZ:** Zona económica exclusiva

**UNCLOS:** Convenio de las naciones unidas sobre el derecho del mar

**TPP:** Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica.

**PWOM:** Manual de operaciones en aguas polares

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

## 1.1. EL CAMBIO CLIMATICO EN EL ARTICICO

El mundo que todos conocemos está cambiando muy rápidamente por el calentamiento global del efecto invernadero que los propios humanos estamos creando en la tierra. Este calentamiento está haciendo que el círculo Ártico se esté derritiendo, el proceso normal de derretimiento del hielo es de Junio a Septiembre, y en invierno se vuelve a congelar el hielo. En los últimos años esto no está sucediendo así que el hielo se está derritiendo en verano pero no se vuelve a congelar en invierno. Las causas del deshielo las podemos ver en la ilustración 1.

Ilustración 1: Causa deshielo de los Polos.



Fuente: Reuters International.

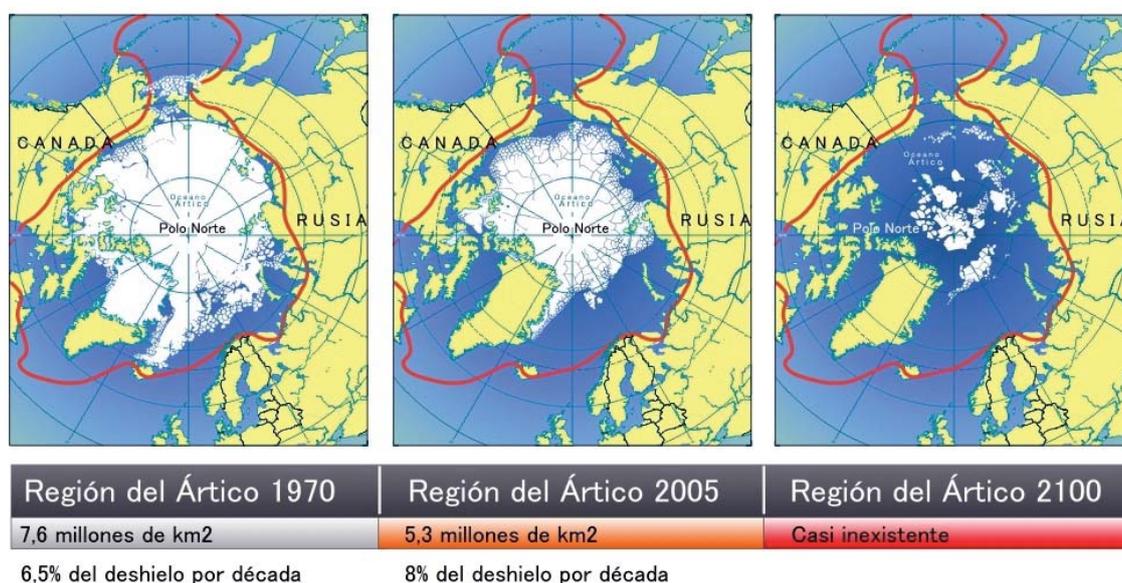
El 10 de septiembre del 2016 la capa de hielo de Mar Ártico la segunda peor marca, una extensión total de 4.14 millones de kilómetros cuadrados, el mínimo histórico fue de 4.4 millones de kilómetros cuadrados en septiembre del 2007.

Estos datos nos muestran que hay un adelgazamiento continuo que no deja

recuperar la capa de hielo del mar, probablemente en unos 20 años veremos un polo Norte sin hielo.

La pérdida de hielo no solo es un impacto para el ecosistema Ártico, hablamos de los animales que viven allí y están acostumbrados a las altas temperaturas sino que afectara al resto del mundo. El calentamiento global aumentara ya que el planeta no se podrá mantener fresco, esto producirá que el hielo de Groenlandia se derrita y que el agua de los océanos suba 7 metros. Este cambio climático abre paso a las nuevas rutas del Mar Ártico.

**Ilustración 2: Deshielo del Ártico**



**Fuente: Otro Mundo es Posible.**

Como podemos comprobar en la ilustración 2, en menos de un siglo la totalidad del hielo del Ártico habrá desaparecido, en los próximos años las rutas marítimas van a ser navegables por el Ártico y van a cambiar la navegación y las rutas.

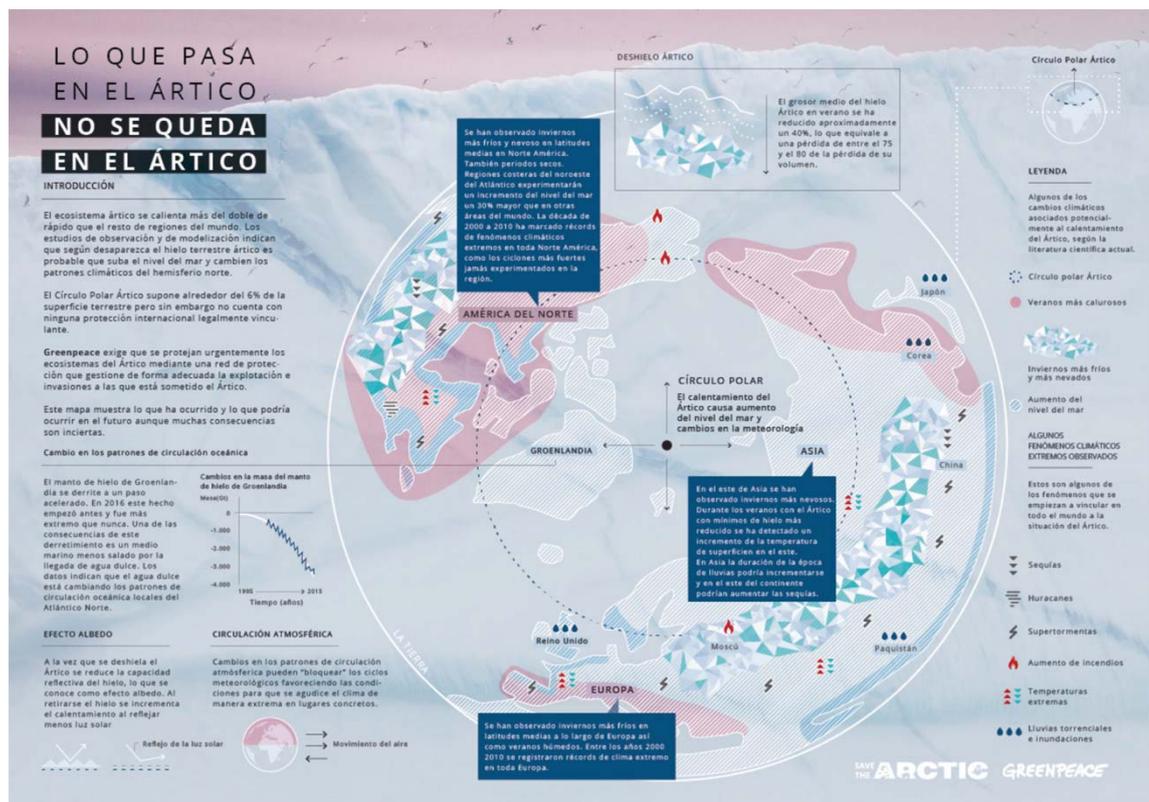
En el desarrollo del trabajo vamos a estudiar el Mar Ártico y las rutas que se van abrir en los próximos años por el deshielo del Mar Ártico.

En la ilustración 3, vemos que el deshielo del Ártico afecta a nivel mundial. El

ecosistema Ártico se calienta más del doble de rápido que el resto de regiones del mundo. A medida que el hielo del Ártico desaparezca el nivel del mar subirá y los patrones climáticos del hemisferio Norte cambiarán.

El círculo polar Ártico supone alrededor del 6% de la superficie terrestre, pero no cuenta con ninguna protección internacional legalmente vinculante

Ilustración 3 Lo que pasa en el Ártico



Fuente: Greenpeace España.

## CAPÍTULO 2: OBJETIVOS

## **2.1. OBJETIVOS FUNDAMENTALES**

El objetivo fundamental de este Trabajo Fin de Máster, titulado: NUEVAS RUTAS ARTICAS DE NAVEGACIÓN POLAR, es el estudio del Mar Ártico para conocer las nuevas rutas marítimas de navegación que por las consecuencias del cambio climático, se están aperturando.

### **2.1.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA**

Las hipótesis de partida que tenemos:

- ✓ El cambio climático está haciendo más accesible las rutas del Mar Ártico. La ruta del tráfico marítimo más importante del Ártico desde Corea del Sur hasta Holanda, ahorra 6.000 millas náuticas en comparación con la ruta por el Canal de Suez. Este ahorro logístico creara un cambio en la economía que será beneficioso para el transporte marítimo.
  
- ✓ Las rutas del Mar Ártico son más inestables, las fechas del deshielo y la accesibilidad sin rompehielos hace que la navegación sea más peligrosa e insegura, esto sería una desventaja. Aunque la ruta sea más corta es más peligrosa. Esto genera que la formación académica y profesional de los marinos mercantes, ha de adaptarse a estas nuevas exigencias.

## **2.2. OBJETIVOS METODOLÓGICOS**

Para la resolución del planteamiento de este Trabajo Fin de Máster, vamos a buscar artículos, páginas web bibliográficas sobre la navegación por el Ártico comparando la navegación con las rutas que hoy en día, son más transitadas. Las consultas bibliográficas se realizan en la Biblioteca de la Universidad de Cantabria, gracias a las revistas de impacto que tiene contratadas y complementando con su catálogo bibliográfico.

### CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES

### **3.1. FISIOGRAFIA DEL OCEANO ÁRTICO**

La finalidad de este apartado es lograr una buena comprensión del hielo marino de la gente de mar para garantizar la seguridad del transporte marítimo en esta área. Esta parte se centra principalmente en una explicación elaborada del Mar Ártico.

El Mar Ártico se encuentra en la parte superior del hemisferio Norte con una superficie de 14 millones de kilómetros cuadrados rodeado por Europa, Asia, América del Norte y Groenlandia. Es un Mar distinguido con hielo y aguas no cubiertas de hielo, cuencas oceánicas profundas y aguas muy superficiales y estrechas, todo tipo de diferentes formaciones de hielo, condiciones extremas y severas y lugares aislados. El Mar Ártico se divide a menudo en cinco mares principales, los mares de Barents, de Kara, de Laptev, de Siberia del este y de Chukchi.

En la parte oriental del Mar Ártico, el pasaje Noreste se puede encontrar a lo largo de la Península Escandinava y Siberia conectando el Atlántico con el Mar Pacífico, que es el área más favorable para la navegación causada por el reciente deshielo. La parte occidental con la ruta del noroeste que pasa el archipiélago canadiense que conecta también el Mar Atlántico con el Mar Pacífico que es una ruta muy difícil con un montón de rectas, islas y canales con condiciones severas del hielo, ambas rutas que terminan en el mismo y muy famoso y distinguido recto causado por las aguas muy poco profundas y estrechas con sólo una brecha de 80 km entre Euroasia y América del Norte y 60 km de profundidad, también conocido como el Estrecho de Bering . La parte central del Mar Ártico es la más profunda, pero con las condiciones más severas de formaciones de hielo y áreas aisladas.(Oses, 2010)

#### **3.1.1. MAR DE HIELO**

El mar de hielo es una zona marítima con presencia de hielo, también conocido como hielo flotante, incluido el hielo del agua de mar congelada, que fluye a

través de los ríos de los glaciares o por las islas de hielo. Hay rasgos distintivos y formaciones acopladas con distintos tipos de hielo, que proporcionan indicaciones útiles que el navegante puede utilizar para identificar y clasificar las condiciones del hielo. Debe considerarse que las condiciones ambientales pueden complicar el reconocimiento de hielo.

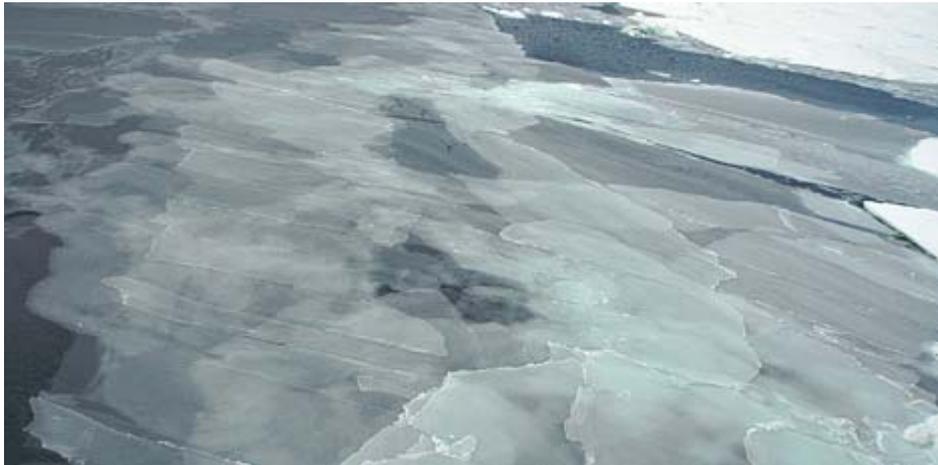
La clasificación siguiente se utiliza para reconocer el tipo de hielo que se encuentra en la navegación y si está disponible para enviar en el área según las capacidades estructurales del buque. La formación inicial de hielo se conoce como **hielo nuevo**, ilustración 4, con una estabilidad de estructura muy delicada formando cristales frágiles de hielo con un espesor de hasta 10 cm flotando en la superficie. Es muy fácil de reconocer y también se llama **shuga**.

**Ilustración 4.** Hielo nuevo.



**Fuente:** El Blog del hielo marino.

Cuando el nuevo hielo comienza a ser más concentrado con un grosor de 10 cm o más y comienza a volverse más oscuro, se llama **nilas**, ver la ilustración 5.

**Ilustración 5: Nilas.**

**Fuente: NASA Earth Observatory.**

Esta estructura es una corteza elástica y es muy fácil de romper con el paso de los buques y no presenta ningún peligro para el buque. Bajo constantes temperaturas de congelación y fuerzas actuales, el frágil hielo comienza a volverse más sólido creando **hielo joven**, ilustración 6.

**Ilustración 6 Hielo joven.**

**Fuente: Banquisa en el artico, el blog de hielo.**

Este tipo de formación se caracteriza por el color gris y se puede dividir en dos grupos principales: hielo gris (10-15 cm de espesor) y hielo blanco gris (15-30

cm de espesor). Suponemos que el hielo joven tiene entre 10 y 30 cm de espesor. Por el efecto de la corriente y las olas, el hielo puede formar masas circulares individuales llamadas panqueques y puede tener suficiente resistencia para que exista un peligro potencial para los barcos no construidos para la navegación de hielo, pero la mayoría de estas formaciones de hielo se derriten en el período estival. Sin embargo, un poco de hielo marino puede sobrevivir más de un año, como se conoce como hielo viejo (Scott, 2016).

**Ilustración 7** Hielo viejo.



**Fuente:** Banquisa en el ártico, el blog de hielo.

El hielo viejo, ilustración 7, a menudo se divide en tres grupos principales, el hielo del primer año, el hielo del segundo año y el hielo de varios años que representan un peligro potencial para el buque y un montón de atención necesita ser tomada, y sólo los buques diseñados con estructuras de rompehielos pueden navegar en estas aguas. Estas formaciones son reconocibles a partir de su tono azulado y son cubiertas generalmente por la nieve, y son normalmente sin sal. En las aguas cubiertas de hielo, donde la mayoría es de hielo viejo y está expuesta a las corrientes de viento y las olas, el hielo puede ser apilado y empujado juntos formando paredes conocidas como crestas, generalmente con tamaños entre 1 metro de alto y 5 metros de profundidad, Estructuras muy peligrosas para la formación de hielo para rompehielos.

La última estructura es el hielo de varios años y el más peligroso para los navegantes son los icebergs, ilustración 8, bergy bits y growlers. Por lo general, bergy bits y growlers se incluyen en el grupo de icebergs. Sin embargo, estas estructuras de hielo son más difíciles de detectar que los icebergs porque son más pequeños y no tienen un francobordo grande. Es útil para reducir la velocidad si mantenemos un ojo en estos bergys o growlers o si estamos en aguas de alto riesgo cubiertas de hielo. También, es altamente recomendable agregar un vigía adicional a la guardia de navegación (National Ice Center., no date).

**Ilustración 8** Iceberg.



**Fuente:** Nautical New Today.

### **3.1.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS**

El Mar Ártico se encuentra dentro del Círculo Polar Ártico, al Norte de 66° 33' Norte, con características particulares en cuanto a clima, temperatura, corrientes, fenómeno típico de esta zona como niebla, nieve y longitud de día, además de fenómeno muy extraño y espectacular como las auroras boreales, la acústica, los halos, etc. En esta sección se explica una breve explicación sobre todo este fenómeno para ofrecer un buen conocimiento de la meteorología, ya que uno de los puntos más importantes a prestar especial

atención para los marinos es la predicción meteorológica (Oses, 2010).

### **3.1.2.1. TEMPERATURA DEL AIRE Y PATRONES DEL VIENTO**

El Polo Ártico es el lugar conocido como la circulación ciclónica a gran escala en la troposfera. Esto resulta en la Oscilación Ártica (AO), con vientos característicos del oeste que soplan en sentido contrario a las agujas del reloj.

Pero, hoy en día es imposible encontrar un patrón de viento constante en estas regiones en el nivel de superficie. Por esta razón es vital prestar atención a la información meteorológica.

Las temperaturas medias de enero oscilan entre  $-40^{\circ}$  y  $0^{\circ}\text{C}$  y las temperaturas invernales pueden bajar por debajo de  $-50^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas medias en julio oscilan entre  $-10^{\circ}$  y  $+10^{\circ}\text{C}$  (Oses, 2010; Wilkes, 2014).

### **3.1.2.2. SISTEMAS FRONTALES**

El frente Polar se forma cuando el aire tropical cálido entra en conflicto con el aire polar frío y forma sistemas de baja presión en el área de  $75^{\circ}$  de latitud.

El frente Ártico se forma cuando el aire polar caliente choca con el aire frío del Ártico, pero no es tan fuerte en comparación con los frentes polares (Oses, 2010).

### **3.1.2.3. SISTEMAS SEMI-PERMANENTES DE ALTA Y BAJA PRESIÓN**

Muchos años de estudio y seguimiento del tiempo han destacado los patrones comunes de alta y baja presión. Como de costumbre, los nombres de estos patrones se refieren a su localización, y son: Aleutiano bajo, Siberiana alto, Islandés bajo y Beaufort Sea High (Oses, 2010).

#### **3.1.2.4. PRECIPITACIÓN**

El fenómeno de la lluvia en el Alto Ártico es raro, tanto es así que esta zona se conoce como un desierto porque recibe menos de 150 mm de precipitación al año (Ottawa, 2012).

#### **3.1.2.5. NIEBLA**

Encontrar niebla en un viaje en aguas cubiertas de hielo es casi seguro. Algunos capitanes informan que durante el 50% del viaje viajaron con niebla. Por esta razón la navegación en estas aguas es muy peligrosa debido a la alta posibilidad de encontrar icebergs (Oses, 2010).

#### **3.1.2.6. CORRIENTES ÁRCTICAS**

El Mar Ártico tiene dos corrientes principales:

- Giro de Beaufort : la dirección es en sentido horario en todo el Mar de Beaufort. Es una característica porque cualquier hielo formado o derivado en esta corriente siempre estará navegando en esta área (Ship & Ocean Foundation (Tokyo, 2001).
- La deriva transpolar: Esta corriente corre desde la costa de Rusia pasando por el medio del mar Ártico, en el camino hasta la punta de Groenlandia, donde se convierte en la corriente del este de Groenlandia y la corriente del oeste de Groenlandia, ambas son frías (Scott, 2016).

Ilustración 9 Corrientes Árticas.



Fuente: Arctic Monitoring & Assessment Program.

### 3.1.2.7. LONGITUD DEL DÍA

Una de las características que más afecta a los marineros, es el gran cambio en las horas de luz en esta región. El encuentro de 6 semanas de sol puro durante el verano facilita la navegación de icebergs o cualquier peligro en la vecindad, en contraste con las largas noches en el período de invierno, donde el mantenimiento de la concentración es muy difícil y la visibilidad disminuye sustancialmente (Kum and Sahin, 2016).

Aprender a vivir con estas características es vital para la tripulación cuando se encuentra la oscuridad para dormir en el verano, y tener una buena luminosidad en el buque durante el invierno (Scott, 2016).

### **3.1.2.8. FENÓMENOS EXTRAÑOS**

El Ártico es famoso por sus diversos fenómenos extraños y todos ellos se incluyen en la siguiente lista. La mayoría de ellos son un regalo maravilloso dado a la gente de mar por las fuerzas naturales del mundo y los marineros son probables estar allí gozar de él, pero también otros fenómenos extraños pueden presentar riesgos muy peligrosos para la navegación, disminuyendo la seguridad del viaje (Silva and Mudunkotuwa, 2016).

- **Aurora Boreal o Northern Lights:** un proceso físico cuando protones y electrones del viento solar entran en la atmósfera y chocan con oxígeno y nitrógeno. Muchos colores se reflejan en el cielo, y es una vista común en las noches frías y claras. Ejemplo en la ilustración 10.

**Ilustración 10** Aurora boreal Fuente.



**Fuente:** Nacional Geographic.

- **Fenómenos acústicos:** Súper refracción de las ondas sonoras por el aire frío. A veces es posible escuchar conversaciones de hasta 3 millas de distancia.
- **Halos:** Es posible ver un halo alrededor del sonido. Son efectos ópticos causados por partículas de hielo en suspensión en la Troposfera, reflejan la luz haciendo un espectro de colores de la luna o el sol. Ejemplo en la ilustración 11.

**Ilustración 11** Halos Fuente.



**Fuente:** Nacional Geographic.

- **Arcos de niebla:** Cuando la luz pasa por el agua, forma un arco como el arco iris. En la niebla las gotas son más pequeñas, y los colores son imposibles de ver, pero se puede ver un arco iris perfecto. Ejemplo en la ilustración 12.

**Ilustración 12** Arcos de niebla Fuente:



**Fuente:** Mundofotoweb.

- **Rosa:** En clima de calma y niebla cuando el sol es bajo crea una coloración rosa de la niebla.
- **Coronas:** un anillo de luz alrededor del sol o de la luna que aparece cuando la luz es desviada por las nubes o la niebla.
- **Cielo de agua y iceblink:** cielo de agua es cuando la parte inferior de la nube es oscura, e indica el agua abierta en la proximidad. Iceblink es cuando la parte inferior de las nubes son muy blancas.
- **Kaneleor Mini Tsunamis:** es causado cuando una gran parte de hielo emerge de un iceberg causando un tsunami de onda en aguas poco profundas.
- **Espejismos:** como las ondas sonoras, las ondas luminosas también se ven afectadas por la refracción, pudiendo ver barcos u otros objetos más allá del horizonte. (Oses, 2010; Wilkes, 2014).

**Ilustración 13** Espejismo.



**Fuente:** WOODTV.

### **3.2. ROMPEHIELOS**

La navegación en el Polo Ártico implica ciertamente que navegaremos en aguas cubiertas de hielo y requerirá la capacidad de diseñar y construir naves específicas siguiendo características estructurales específicas y requisitos de seguridad, conocidos como Rompehielos (Canada, 2012). Estos buques deben tener tres aspectos importantes:

- Casco reforzado.
- Forma de despeje del hielo.
- Alto Voltaje.

En el capítulo siguiente, explicaré la función principal de estos buques, las diferentes clasificaciones y los requisitos que tienen que adquirir para ser considerados rompehielos.

#### **3.2.1. FUNCIÓN**

Hoy en día, la navegación sobre hielo ha aumentado considerablemente debido a los intereses económicos entre Asia y Europa y también, las enormes inversiones en plataformas petrolíferas en el mar del Norte necesitan tener buques de transporte marítimo en esta área. La mayoría de estos buques están reforzados, conocidos como barcos reforzados con hielo con suficiente durabilidad para soportar la presión del hielo, pero la mayoría de ellos no tienen suficiente energía o capacidad suficiente para poder atravesar el hielo, y la presencia de un buque capaz de soportar la presión del hielo es necesario para llevar a cabo una navegación segura (Riska, 2011).

Para una mayor integración en el mercado y mayor rentabilidad, los rompehielos también están diseñados para suministrar plataformas petroleras, dar alojamiento al personal que trabaja en plataformas petrolíferas y dar apoyo a las estaciones de investigación. Pueden dividirse en tres grupos principales:

- Buques reforzados con hielo: buques que tienen ayuda de rompehielos en condiciones de hielo pesado.
- Embarcaciones de hielo: embarcaciones que pueden proceder independientemente, especialmente diseñadas para aguas cubiertas de hielo y capaces de ir hacia popa para evitar atascarse.
- Rompehielos: barcos construidos para escoltar a otros barcos a través del hielo, abriendo pistas seguras (Silva and Mudunkotuwa, 2016).

### **3.2.2. CLASIFICACIÓN**

Todos los buques del mundo están sujetos a las normas marcadas por los Organismos de Clasificación que garantizan que los buques cumplen con las normas de seguridad.

Hay muchas Sociedades de Clasificación, incluyendo el Registro Ruso de Transporte, Lloyd's Register of Shipping, la Oficina Americana de Transporte, etc y todos ellos tienen su propia manera de clasificar.

Como resultado del crecimiento del transporte marítimo internacional en las últimas décadas en la NSR, se ha establecido un comité internacional para acordar las reglas para los buques que operan en aguas cubiertas de hielo, creando el "Código Internacional de Seguridad para Buques en Aguas Polares" O también llamado "Código Polar" elaborado en 1998 y los países involucrados en estos son Rusia, Canadá, Finlandia, Estados Unidos, entre otros (UK Government, 2010, 2014).

**Ilustración 14** Clases polares.

Polar Class	Limiting Ice Description
PC1	Year-round operation in all Polar Waters
PC2	Year-round operation in moderate multi-year ice conditions
PC3	Year-round operation in second-year ice with old ice inclusions
PC4	Year-round operation in thick first-year ice with old ice inclusions
PC5	Year-round in medium first-year ice with old ice inclusions
PC6	Summer and autumn operation in medium first-year ice with old ice inclusions
PC7	Summer and autumn operation in thin first-year ice with old ice inclusions

Fuente: IMO 2010.

El Código de Navegación Polar divide los barcos en 7 clases que mostramos en la Ilustración 15, dependiendo de las condiciones del hielo y del tiempo de la estación cuando el barco desea navegar, conocido como "clases polares". La siguiente figura muestra las diferentes clases polares y las especificaciones de cada clase.

Los diferentes barcos tienen un rango diferente de capacidad para soportar impactos de hielo.

No será la misma capacidad estructural para un rompehielos en la clase PC1, como para un barco reforzado en el casco para la navegación en aguas cubiertas de hielo como PC7.

Por esta razón debemos saber qué tipo de hielo y qué modo de funcionamiento en hielo vamos a utilizar para evitar daños graves al buque (International Maritime Organization, 2010).

### **3.2.3 REQUISITOS PARA LOS BUQUES QUE OPERAN EN HIELO**

Los buques construidos para la navegación en aguas cubiertas de hielo deben seguir una lista de especificaciones para garantizar la seguridad de la

tripulación y el buque en condiciones tan severas. El objetivo de este proyecto es dar una idea general sobre los requisitos necesarios para el buque y la tripulación que deben tenerse en cuenta antes de aventurarse en aguas cubiertas de hielo, pero no todos los requisitos sobre diseño y construcción de buques para la navegación se destacan las aguas. Para tener más detalle se puede consultar la guía para buques que operan en entornos de baja temperatura proporcionados por ABS (Riska, 2011).

Por eso la siguiente lista es de las especificaciones que van a ser explicadas:

- Resistencia de buques.
- Maniobrabilidad del barco.
- Sistemas de mejora de buques.
- Equipo de Navegación.
- Consideraciones de la tripulación.

### **3.2.3.1 RESISTENCIA A LOS BUQUES**

Es obvio que cuando el barco entra en aguas cubiertas de hielo la resistencia es mayor que en aguas abiertas. Y también si el espesor aumenta o la fuerza del hielo aumenta, es necesario aumentar la potencia para mantener la misma velocidad, pero es vital permanecer cauteloso y tratar de evitar la velocidad excesiva para no dañar el buque. El Capitán debe saber que el hielo rígido y esmerilado siempre proporciona importantes dificultades para la progresión de la nave.

Es de vital importancia saber cuánto impacto puede soportar el buque sin sufrir ningún daño, a qué velocidad va y el tipo de hielo que puede causar daño al barco (Bhattacharya, 2012).

Además, el depósito de nieve en el hielo aumenta la resistencia de alimentación y varía dependiendo del espesor de la nieve y del tipo de nieve, lo que significa que la nieve más húmeda presenta más resistencia que la nieve seca. Una regla intuitiva dice que usted debe agregar la mitad del espesor de la nieve al espesor del hielo. En nieve pegajosa es muy difícil de predecir, pero puede tener una fuerte resistencia dieciséis (Riska, 2011).

### **3.2.3.2 MANIOBRABILIDAD DEL BUQUE**

La maniobrabilidad del buque será limitada a medida que el espesor del hielo aumenta. Tenemos que prestar atención, sabiendo que el diámetro del círculo de giro del buque aumentará en el hielo espeso, y la capacidad de maniobra se verá seriamente reducida. Este es un factor muy importante a considerar si es necesario hacer una maniobra de emergencia para evitar hielo viejo, o cualquier otro peligro (Mullai and Paulsson, 2011).

Además, los buques construidos para navegar en aguas cubiertas de hielo deben tener una planta de propulsión y un aparato de dirección con respuesta rápida, advertencias inmediatas y situaciones peligrosas latentes siempre están presentes, por lo que la respuesta rápida es vital para los procedimientos de emergencia.

### **3.2.3.3. SISTEMAS DE MEJORA DE BUQUES**

Estos sistemas están hechos para reducir la energía necesaria y para ayudar al envío del barco en aguas cubiertas de hielo, dando más maniobrabilidad.

- **Recubrimientos de baja fricción:** reducen las fuerzas de arrastre.
- **Sistema de burbujas de aire:** compresores que expulsan aire por debajo de la línea de flotación, lubricando entre el casco del barco y el hielo. También es común, en aguas abiertas, utilizar este sistema como un propulsor.

- **Sistema de inyección de agua / aire:** es el mismo sistema que se explicó anteriormente, pero la única diferencia es que este inyecta aire con agua.
- **Sistema de lavado de agua:** este sistema inyecta agua por debajo de la línea de agua en la proa del barco, para inundar el hielo y ser más fácil de romper.
- **Propulsores Azipod:** Estos tipos de propulsor aumentan las características operativas como el torneado pequeño, el buen mantenimiento del recorrido, etc. Además, algunas piezas débiles como timón o líneas de eje son reemplazadas.

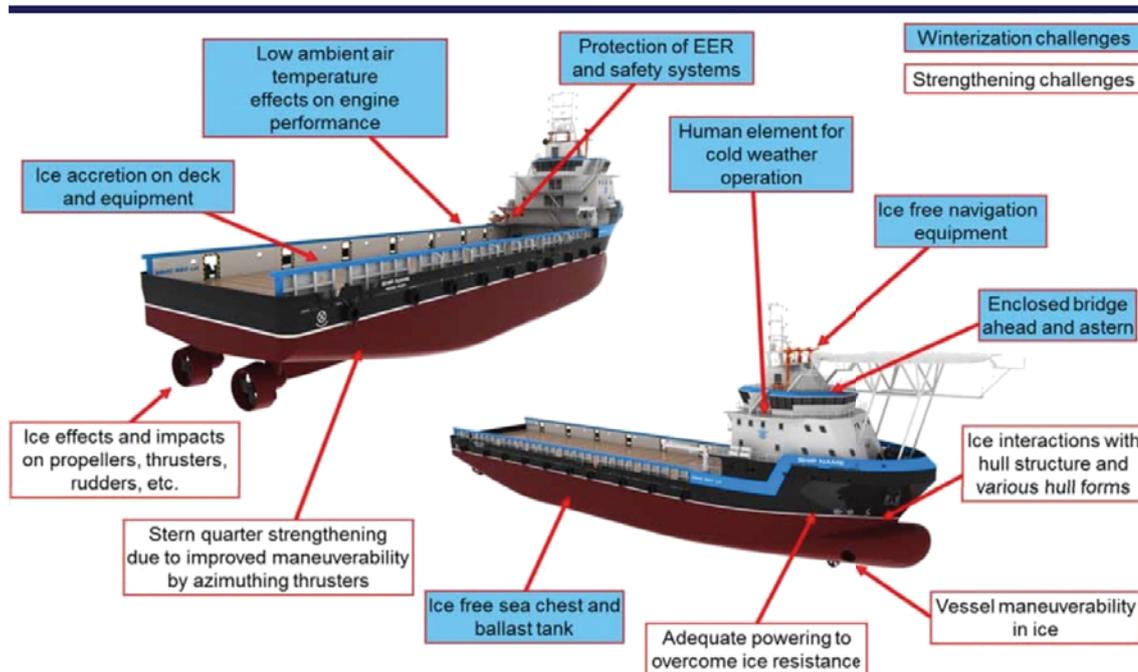
Un factor muy importante es que, los propulsores Azipod se utilizan para "perforar" el hielo que va hacia popa, evitando el proceso de empuje contra la cresta, disminuyendo el consumo de combustible y el alto estrés para el casco.

- **Buques tanque de doble efecto:** Es una modificación en el diseño de la proa y la popa para proporcionar una buena capacidad en aguas libres de hielo y en aguas cubiertas de hielo. La proa está diseñada para optimizar la navegación en aguas libres de hielo, y la popa está diseñada para optimizar la navegación en aguas cubiertas de hielo (Jensen, 2007).

La ilustración 16, muestra los desafíos de la invernalización y el fortalecimiento que sufre el barco y la tripulación y el diseño y construcción del buque trata de minimizar

## Ilustración 15. Desafíos de bajas temperaturas y hielo

## Ice and Low Temperature Challenges



Fuente: ABS.

### 3.3. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN

La navegación en latitudes altas presenta uno de los mayores desafíos para el posicionamiento de los marinos. Es evidente que todos los marinos saben a la posicionarse usando las cartas náuticas, y posición astronómica. Hoy en día es más común posicionarse con el GPS, ECDIS; GLONASS, etc. y mucha información desde muchos años de estudio (Sundstrom, De Meuse and Futrell, 1990).

Pero en el Polo Ártico y la proximidad del polo magnético, las cartas y equipos para posicionamiento son alterados. Sabiendo esta alteración es vital estar seguro de la seguridad de la tripulación, buque y viaje.

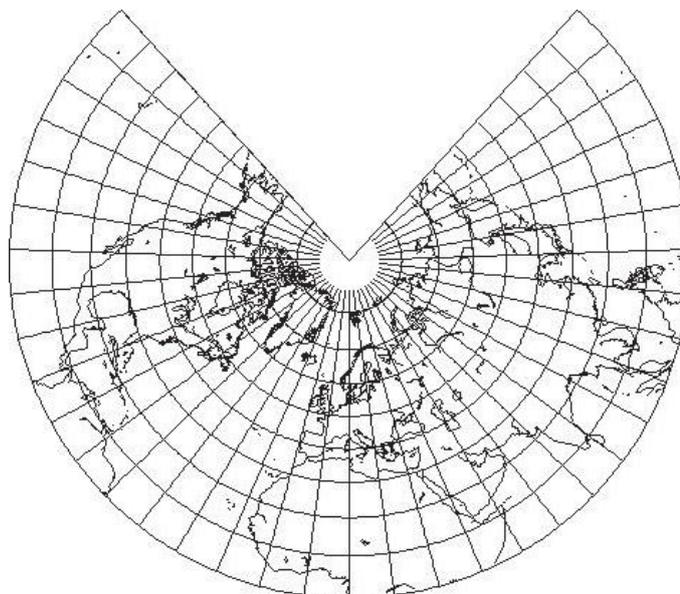
#### 3.3.1. CARTAS

Debido a la lejanía y la incapacidad de navegaren algunas áreas, muchas

cartas no son exactas en los detalles como las aguas poco profundas, las rocas submarinas y otra problema es que estas cartas presentan una gran distorsión en la latitud que sufre en la proyección de mercator. Por esta motivo otros tipos de proyecciones como:

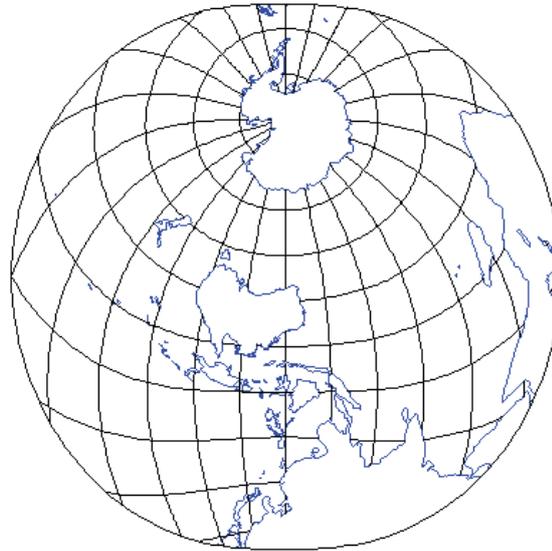
- **Proyección cónica conforme de Lambert:** Se usa comúnmente en latitudes medias, y se basa en la intersección de dos paralelos estándar. Cuanto más estrechos sean los paralelos estándar, más verdadera sea la escala, y si están más separados, la escala es menos precisa

**Ilustración 16** Proyección Cónica conforme de Lambert Fuente:



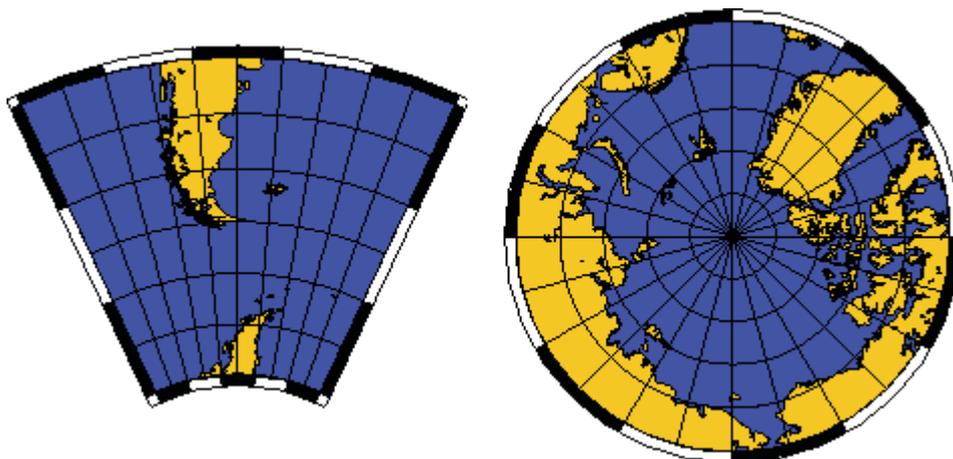
**Fuente:** Geografía 5C.

- **Proyección policónica:** Tiene la singularidad de que los meridianos y paralelos son arcos circulares, menos el meridiano de Ecuador y de Greenwich

**Ilustración 17** Proyección policonica

**Fuente:** Cartografía, Amigos para siempre.

- **Estereográfica Polar:** Esta proyección es la más utilizada en las Regiones Polares. El polo es el centro de la carta, y muestra los meridianos rectos que se concentran en el punto central y los paralelos son los arcos circulares que se intersecan en ángulos rectos. Cuanto más cerca del punto central, más verdadera es la escala (Resolution IMO, 2009).

**Ilustración 18** Estereografía Polar.

**Fuente:** Cartografía, Amigos para siempre.

### **3.3.2. COMPASES**

La variación de la precisión en latitudes altas es extremadamente grande. Algunos gráficos indican que "las brújulas son inútiles". Esto se debe a que la brújula depende de la fuerza componente horizontal del campo magnético, y más cerca del Norte magnético, la componente horizontal es más débil y la brújula comienza a trabajar mucho más lentamente (Scott, 2016).

Las correcciones en el girocompás son vitales para comprobar para garantizar la seguridad (Jensen, 2007).

### **3.3.3. ECOS FALSOS**

La mayoría de las cartas tienen errores, y una característica de las rutas del Norte es la presencia de aguas poco profundas. A veces los ecos falsos causados por el hielo que pasa debajo de la nave, o el respaldo del hielo pueden dar datos falsos.

### **3.3.4. RADAR**

Las altas latitudes no afectan o alteran los datos que podemos obtener de este sistema. No se recomienda fijar una posición con un radar, pero con dos radares es el más eficaz.

El desafío que a menudo encontramos es ser capaz de diferenciar entre un iceberg y un barco. También algunos pequeños bergys o growlers no pueden ser detectados (Scott, 2016).

### **3.3.5. GPS**

El Sistema de Posicionamiento Global, o GPS, es un sistema de radionavegación espacial que permite a los usuarios establecer su posición, velocidad y tiempo. La mayoría de los errores causados por las condiciones

atmosféricas en el Ártico se corrigen automáticamente, pero los datos utilizados por el GPS pueden ser diferentes de los datos utilizados en los gráficos (Scott, 2016).

### **3.3.6. COMUNICACIONES POR RADIO**

La comunicación por radio en el Ártico está sujeta a perturbaciones ionosféricas, pero es la mejor opción para comunicarse en esta área. Si la señal se degrada, el uso de otras frecuencias puede ser suficiente para establecer la comunicación. Los sistemas de radio obligatorios son: VHF, MFH y UHF.

### **3.3.7. INMARSAT**

La recepción de área para INMARSAT comprende de 80°Norte a 80°Sur de latitud. Teóricamente, puede trabajar en ángulos superiores a 3° de la línea del horizonte, y en el polo polar los ángulos más bajos con la línea del horizonte y el satélite son 5°. En la práctica tal vez no sea posible establecer la comunicación de voz, pero puede ser posible enviar o recibir mensajes de datos.

### **3.3.8. IRIDIUM**

Se basa en 66 satélites LEO orbitando de polo a polo que pueden proporcionar una excelente visibilidad de satélite para todas las regiones del mundo. Es posible establecer comunicación de voz y datos. El problema que se presenta es muy caro.

## **3.4. NAVEGACIÓN EN AGUAS CUBIERTAS DE HIELO.**

Siempre el envío en aguas cubiertas de hielo implica un mayor riesgo en la navegación, por lo que es necesario planificar muchas más medidas de precaución que en un viaje típico y respetar el poder y la fuerza ocultos del

hielo en cualquiera de sus formas.

Es vital que la tripulación tenga un buen entrenamiento en el manejo de barcos de hielo, navegación polar, efectos en bajas temperaturas, problemas de comunicación, meteorología polar, terminología y detección de hielo para que sean capaces de navegar en estas aguas con total seguridad y navegación exitosa.

El factor más importante para lograr una navegación exitosa es mantener la libertad de maniobra y siempre evitar quedar atrapado en el hielo tanto como sea posible, lo que a veces requiere mucha paciencia.

La experiencia ha demostrado que en el hielo de concentraciones más altas, se aplican cuatro reglas básicas de manejo de buques:

1. Continúe moviéndose, incluso muy lentamente, pero trate de mantenerse en movimiento.
2. Trate de trabajar con el movimiento del hielo y sus debilidades, pero no contra ellos.
3. La velocidad excesiva casi siempre da lugar a daños por el hielo.
4. Conozca las características de maniobra de su barco.

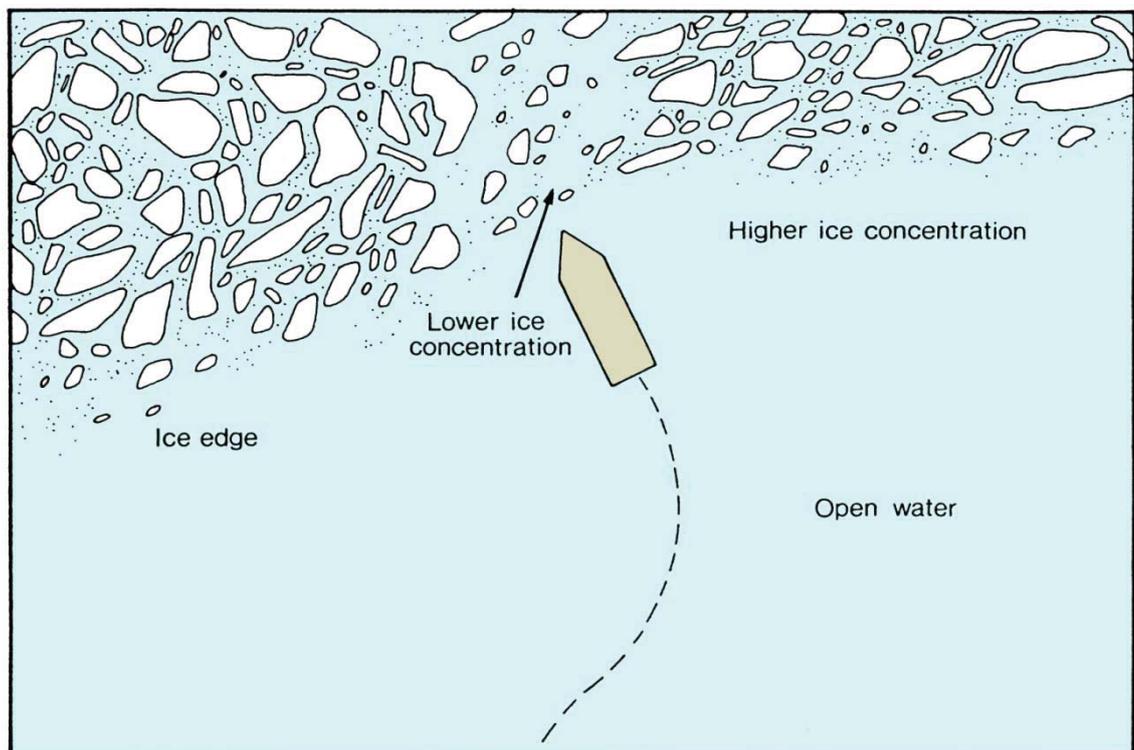
#### **3.4.1. MANIOBRAS EN HIELO**

En esta parte del trabajo se explicaran las diferentes maniobras que nos podemos encontrar en la navegación por el Mar Ártico (Jiménez, 2009).

### 3.4.1.2. ANTES DE ENTRAR EN EL HIELO

En primer lugar, es necesario comprobar si existe la posibilidad de evitar entrar en el hielo aunque la ruta puede ser más larga, y si es así, es altamente recomendable elegir esta ruta. Cuando sea necesario entrar en el hielo, es necesario elegir la ruta examinada por aviones y lecturas directas de satélite realizadas por el Centro de Servicios de Tránsito y Comunicaciones Marinas (MCTS), buscando ubicaciones de aguas abiertas, presencia de icebergs o hielo bajo presión. Seleccionar el punto de entrada en el hielo es siempre un desafío, tratando tanto como sea posible entrar en el punto donde la concentración es mínima como se muestra en la ilustración 20, y siempre reduciendo la velocidad al menor posible al experimentar el primer impacto después de un rumbo perpendicular como sea posible al borde del hielo. Recortar el buque por la popa para ofrecer protección al arco, timón o hélice es recomendable, pero sólo en un grado apropiado, ya que perjudica la maniobrabilidad del buque(Ottawa, 2012).

**Ilustración 19:** Antes de la entrada al hielo.



**Fuente:** Ice Navigation in Canadian water.

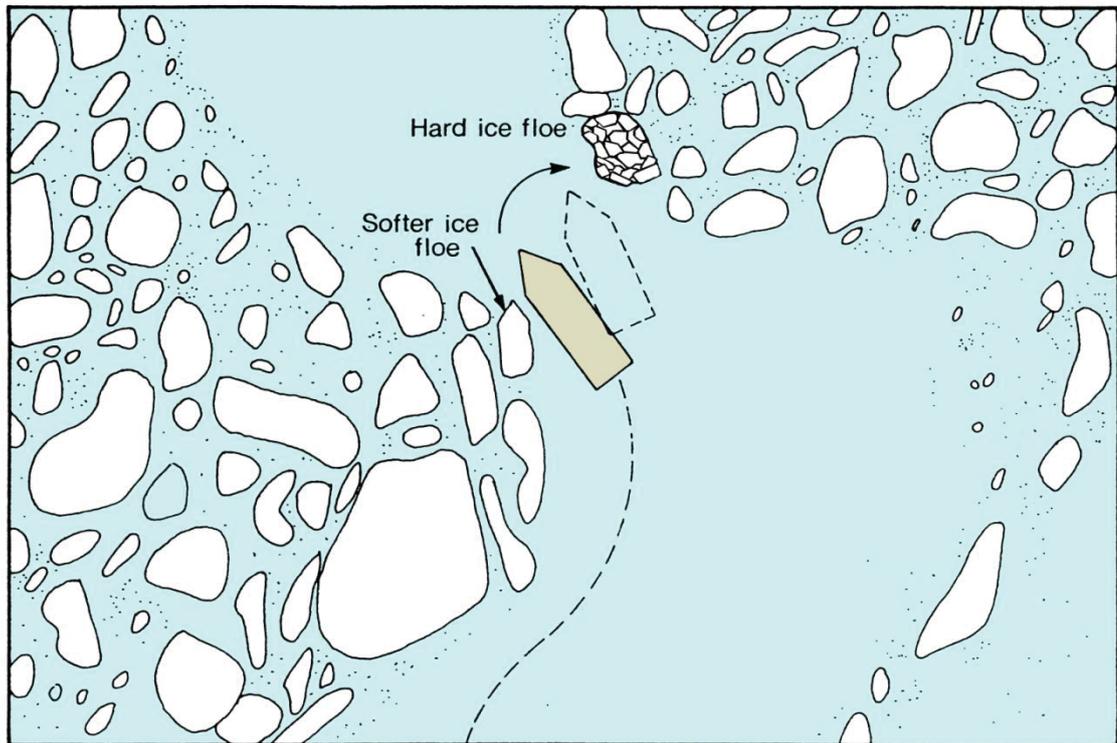
### **3.4.1.3 DESPUÉS DE ENTRAR EN EL HIELO**

Una vez que el buque está en el hielo, tratar de trabajar con el hielo no en contra de él, y seguir en movimiento. Proceder a una velocidad lenta y aumentarla muy lentamente para mantener una velocidad adecuada. Si las condiciones de visibilidad disminuyen, es importante disminuir la velocidad para garantizar la seguridad si se necesita una parada de emergencia, porque la posibilidad de sufrir daños en el buque aumenta en malas condiciones de visibilidad. En caso de la necesidad de detener el buque completamente, la hélice debe mantenerse girando para evitar el hielo alrededor de la popa (Ottawa, 2012).

### **3.4.1.4 MANIOBRA DE GIRO EN HIELO**

Dar vuelta en el hielo es una maniobra compleja que necesite tener la atención completa del capitán. Es aconsejable llevar a cabo esta maniobra en aguas abiertas o en hielo muy ligero. Si es necesario llevarla a cabo en hielo, debe hacerse con el arco máximo posible y en agua helada sin ningún canal libre de hielo o aguas libres de la piscina cerca, porque siempre tenderá a ir donde hay una presión más baja (Li, Yin and Fan, 2014).

Para realizar el giro, en barcos con dos hélices la mejor opción es colocar el timón en el vía usando solamente las hélices, porque puede detener el barco completamente debido al efecto resistente del timón (Ottawa, 2012).

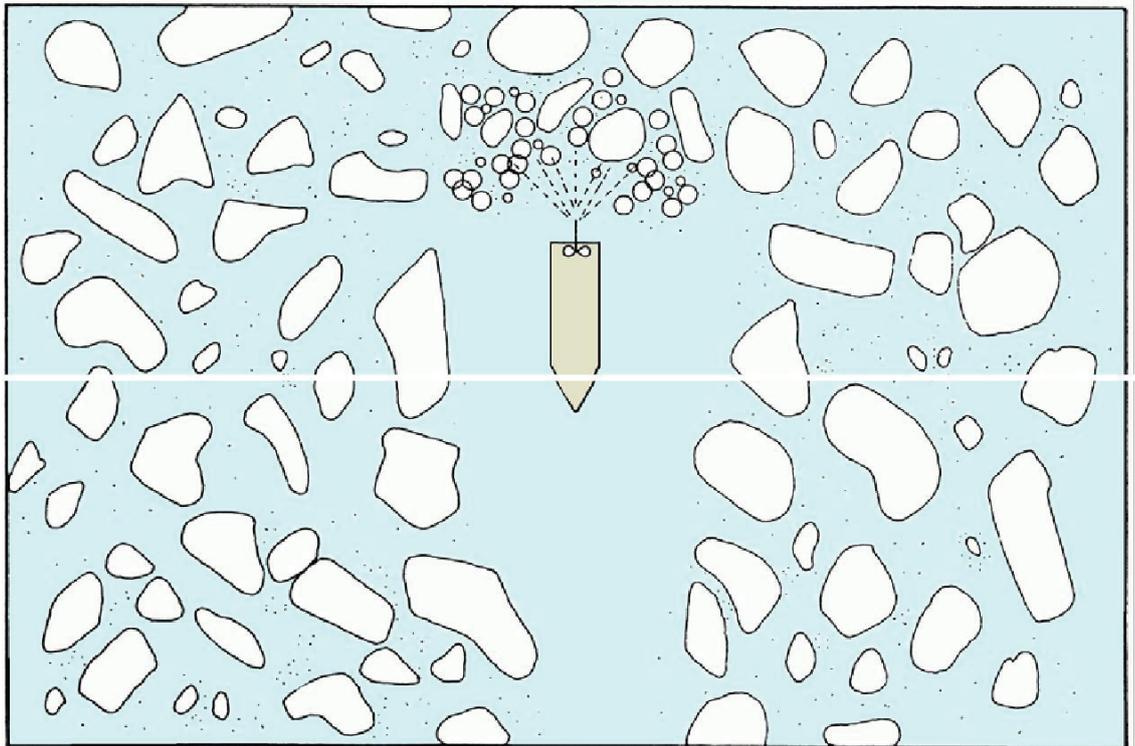
**Ilustración 20.** Maniobra de giro en el hielo

**Fuente:** Ice Navigation in Canadian water.

### **3.4.1.5 MANIOBRA ATRÁS EN EL HIELO**

Cuando sea necesario volver atrás, es importante aumentar la atención tanto como sea posible, asegurándose de que el timón esté siempre en el vía. Tenemos que prestar atención a las partes más vulnerables que están expuestas a esta maniobra.

Una técnica muy común usada para este tipo de operación es romper el hielo en una marcha lenta, y cuando el buque asume mucha resistencia, se aumenta la potencia para limpiar el área y estar libre de hielo, y si no se limpia, se poner todo el timón en la misma dirección lentamente, mientras que se da maquina a máxima potencia adelante (Ottawa, 2012).

**Ilustración 21.** Maniobra atrás dentro del hielo

Fuente: Ice Navigation in Canadian water.

#### **3.4.1.6 NAVEGACIÓN RODEANDO ICEBERGS**

Los icebergs pueden ser detectados por el radar, pero tienen el problema que pueden ir muy hundidos y las dimensiones no pueden ser medidas. También pueden ser transportados por la corriente. Las pequeñas piezas de hielo son más pequeñas y son afectadas por el viento y la corriente, además, son muy complicadas de detectar con el radar.

Para evitar cualquier posibilidad de encontrar uno, la mejor opción es elegir la dirección a barlovento del iceberg y al mismo tiempo anular la posibilidad de encontrar la tierra de hielo (Ottawa, 2012).

#### **3.4.2 ATRAQUE**

El atracar en aguas cubiertas de hielo suele ser un proceso largo, porque en el Ártico no es normal tener remolcadores. Hay una gran cantidad de forma de

atrascar, dependiendo del tamaño de la nave y la forma, pero la forma más común y adecuada es acercarse a la proa en la posición deseada, y luego deslizarse a lo largo de la cara o pasar una línea de primavera y vaya adelante lentamente para entrar en la popa (International Maritime Organization, 2010).

Es de vital importancia sacar todo el hielo entre el muelle y la nave. Se recomienda agregar un guardián cerca de la proa y popa con radio - comunicación para garantizar la seguridad de la maniobra.

También necesitamos prestar atención a si el hielo se está atascando entre el buque y el muelle, si esto ocurre debemos mantener el buque en espera.

### **3.4.3 OPERACIONES DE ESCOLTA**

Cuando las condiciones del hielo se deterioran, el riesgo de daño al buque es muy alto, la presencia de un rompehielos y el modo de navegación acompañada es la mejor opción. El número de rompehielos que se utilizan en los convoyes depende de la concentración del hielo, por ejemplo en 5/10 decenas un rompehielos puede escoltar tres o cuatro buques comerciales, pero en 8/10 diez un rompehielos puede escoltar sólo uno o dos buques comerciales. El Capitán del barco comercial debe seguir siempre las reglas del Capitán del rompehielos. El Capitán del rompehielos determinará la distancia mínima y máxima de escolta, dependiendo de la rapidez con que se cierre la pista de hielo, y mantendrá la distancia de escolta dependiendo del capitán del buque comercial. No se recomienda que el rompehielos use una velocidad lenta porque no rompe todos los trozos de hielo, y estas piezas pueden ir a pista intacta causando daño al buque bajo escolta. Por esta razón, el rompehielos debe mantener una velocidad que asegure que rompa la mayor cantidad de hielo posible. Si el rompehielos se detiene como resultado del deterioro de las condiciones de hielo, dos luces rojas indicarán este problema, y el capitán del buque bajo escolta debe tratar estas señales con extrema urgencia, y debe poner inmediatamente a popa para evitar la colisión.

Por otro lado, si el buque acompañado está siendo detenido debe informar al rompehielos inmediatamente y mantener el motor en espera para mantener el hielo alejado de las hélices.

Bajo condiciones extremas de hielo, es necesario remolcar el buque acompañado con el rompehielos, conocido como remolque cercano. Esta operación es muy peligrosa y sólo los maestros rusos experimentados de rompehielos pueden llevar esto a cabo con seguridad. En esta situación, el rompehielos remolcará el buque escoltado con su arco unido directamente a una muesca en el rompehielos, llamado la muesca de popa (Ottawa, 2012).

#### **3.4.4. PRECAUCIONES, PROBLEMAS Y SOLUCIONES.**

A continuación expondremos las diferentes situaciones que nos podemos encontrar en la navegación por el Mar Ártico. En el desarrollo de cada una se explicaran los problemas y soluciones para cada una de las situaciones.

##### **3.4.4.1. RODEADO POR EL HIELO**

Una de las cosas más importantes que una nave necesita evitar rodearse de hielo. Ser rodeado por el hielo es muy fácil en áreas donde el hielo está bajo presión, debido al fuerte viento, las corrientes, las mareas o diversas condiciones meteorológicas o hidrológicas.

Una buena manera de comprobar si se está en una zona con bajo presión en el hielo, es mirar la estela detrás de la nave. Normalmente habrá un ligero cierre, pero si el cierre es muy rápido es muy probable que esté en un área con hielo bajo presión. Otra forma de detectar esto es si se está en aguas abiertas y el hielo comienza a reunirse y el área de agua abierta disminuye considerablemente. El problema de estar en esta área es la aparición de hielo antiguo, que es muy fuerte y puede dañar el buque (Ottawa, 2012).

### **3.5.4.2. LIBERACIÓN DE UN BARCO RODEADO EN EL HIELO**

Estar rodeado de hielo significa que el casco tiene demasiado agarre en el hielo y ella no tiene energía suficiente para continuar el movimiento. Por lo tanto, la forma más importante de liberar un barco es aflojar este agarre.

Pueden utilizarse diferentes maneras:

- Adelante y hacia atrás a plena potencia.
- Si tiene dos hélices, uno debe ir completamente adelante y la otra atrás y luego alternar.
- Escorar el buque alternando el lastre de babor a estribor.
- Cambio de lastre de proa a popa.
- El uso de 2 hombre muertos (madera enterrada en agujeros en el hielo ya la que se amarra un buque) y anclas de hielo (gancho de ballesta, sin piedras, único incrustado en el hielo).
- El uso de explosivos colocados en agujeros (Ottawa, 2012).

### **3.4.4.3. HIELO EN LAS SUPERESTRUCTURA.**

La formación de hielo de la superestructura es un proceso muy común, causado principalmente por condiciones meteorológicas extremas, cuando el agua embarcada se convierte en hielo. Esta agua proviene de gotitas de crestas de olas o del mismo spray generado por el barco. Puede también venir de condiciones drásticas y extremas tales como niebla del mar, caída en temperatura atmosférica, gotas de agua y cambiar el curso puede ser suficiente para disminuir este efecto.

Podemos encontrar una generalización sobre la fuerza del viento para estipular

qué tipo de formación de hielo puede ocurrir:

- Los vientos escala de Beaufort fuerza 5 puede producir una ligera formación de hielo.
- Los vientos escala de Beaufort fuerza 7 pueden producir hielo moderado.
- Los vientos de escala de Beaufort por encima de fuerza 8 producen una formación de hielo intensa.

Tenemos que tener mucho cuidado con respecto al hielo en el ancla, los escobenes y el molinete del ancla, en caso de emergencia el ancla necesita ser arriada. Es una buena práctica dejar las anclas arriadas para evitar la acumulación de hielo.

### **3.5 BUQUES EN AGUAS ÁRTICAS**

Para poder entender mejor la navegación en las aguas del Mar Ártico a continuación se expone la historia del Mar Ártico y sus cambios.

#### **3.5.1. HISTORIA DEL MAR ÁRTICO**

Cuando pensamos en el Polo Ártico, el primer pensamiento que viene a la mente es un área remota cubierta de hielo y nieve acompañada de condiciones meteorológicas extremas, como temperaturas muy bajas y grandes cambios de luz diaria, conocidos como el desierto de hielo de la Tierra.

Desde hace muchas décadas, el Mar Ártico era un área no navegable donde sólo unos pocos intrépidos marineros se aventuraron a buscar nuevas rutas hacia China o la India. Los primeros intentos de navegar por estas aguas fueron en 1550 por los marineros ingleses seguidos por los marineros rusos en 1700, todos ellos sin ningún éxito.

El primer viaje exitoso fue a manos de Nils AE Nordenskjöld de Suecia en

1878-1879 navegando por todo el Paso Noreste. Después de esto, los rusos lograron navegar por el Paso Noreste estableciendo la nueva ruta disponible para navegar por el Polo Ártico en 1930. Después de estas navegaciones exitosas, la URSS comenzó a aumentar la flota de rompehielos e innovar las instalaciones de la ruta desarrollando nuevos puertos y centrándose en la enorme reserva de petróleo que existen en el Mar Ártico.

Debido a la aceleración de la fusión del hielo, ahora es posible llevar a cabo la exploración de hidrocarburos en esta región y también existe la posibilidad de abrir nuevas rutas que son navegables durante los meses de verano que son realmente competitivos para el comercio entre Europa y Asia, es una ruta alternativa a las famosas rutas del Canal de Suez y Cabo de Buena Esperanza. Esta ruta alternativa y competitiva presenta enormes desafíos y problemas geopolíticos para los países que rodean esta zona, porque para los Estados Unidos la libertad de navegación es vital para el mercado, pero, por otra parte, para Canadá o Rusia estas aguas forman parte de sus propias aguas continentales y por lo tanto tienen un interés adquirido en los buques que tienen que pagar honorarios para poder pasar a través de estas aguas (Polyak *et al.*, 2010).

### **3.5.2. EL MAR ÁRTICO ESTÁ CAMBIANDO**

El Mar Ártico desde el principio de los tiempos era una zona de agua de mar infestada de capas de hielo, icebergs y aguas cubiertas de hielo, con un espesor considerable, haciendo que la idea de poder navegar por áreas fuera casi imposible. El Ártico está cambiando muy rápidamente debido al calentamiento global que está causando el sufrimiento del mundo y es causado por la contaminación de concentraciones crecientes de gases de efecto invernadero producidos por actividades humanas. Algunos estudios, realizados por especialistas en meteorología, señalan que en las últimas cinco décadas el espesor del hielo en el Ártico se ha reducido considerablemente y que la extensión del hielo de verano está disminuyendo en un 6,2 por ciento por

década, Mar Ártico en verano a mediados de siglo (Arctic Council Norwegian Chairmanship, 2006).

Esta disminución del nivel del hielo afectará al mundo marítimo con enormes consecuencias, cambiando el espíritu de muchas empresas y buscando con interés las nuevas posibilidades que presenta esta región, por ejemplo, tener grandes reservas de petróleo y reducir considerablemente la distancia entre Asia y Europa. Lo que reducirá los costos de consumo de combustible y los días de navegación. Estas nuevas rutas que conectan el comercio entre Asia y Europa se conocen como Rutas del Mar del Norte.

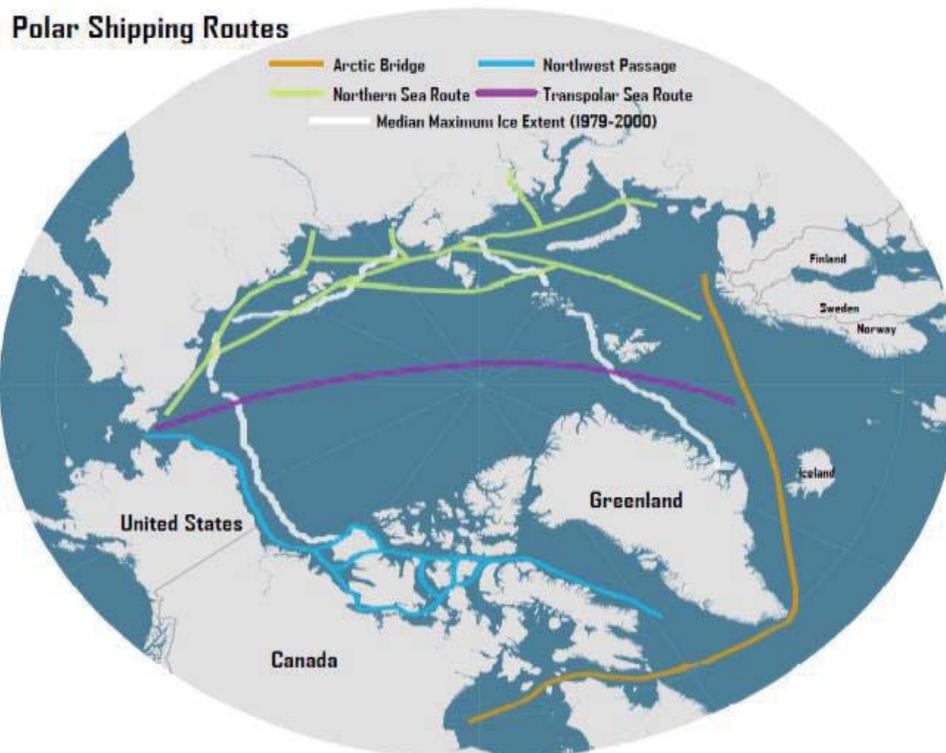
En los siguientes capítulos va a explicar las diferentes rutas árticas capaces de conectar dos de las potencias comerciales más importantes, una breve descripción de cada ruta y el final dos casos de estudio se explican para resaltar la viabilidad de estas rutas utilizando datos específicos sobre el combustible consumido, días de navegación, costo, etc.

### **3.5.3. RUTAS ÁRTICAS**

Debido al deshielo masivo en el polo Ártico, nuevas rutas ofrecen la posibilidad de considerar el enorme potencial que esta zona tiene para el comercio marítimo. Las cuatro rutas marítimas principales, ilustración 23, que tienen potencial en el siglo XXI son:

- Ruta del Mar del Norte (NSR).
  
- Paso del Noreste (NWP).
  
- Ruta Marítima Transpolar (TSR).
  
- Ruta del Puente Ártico (ABR).

Ilustración 22. Rutas árticas.



Fuente: Dept. of Global Studies & Geography , Hofstra University, New York, USA

### **3.5.3.1. RUTA DEL MAR DEL NORTE**

La Ruta del Mar del Norte (NSR) es una ruta que conecta el Mar Atlántico con el Mar Pacífico a lo largo del Mar Ártico ruso, que es una de las rutas con más días disponibles para la navegación en comparación con las otras rutas árticas entre Europa del Norte y Asia. En dirección oeste a este.

La NSR se puede dividir en dos partes principales de acuerdo a las diferentes condiciones de hielo e infraestructura, conocida como la parte occidental y la parte oriental. La parte occidental incluye el mar de Barents y el mar de Kara es el área más ocupada del NSR y es más desarrollado porque las condiciones del hielo allí no son tan severas. La parte oriental incluyendo el mar de Laptev, el mar del este de Siberian y el mar de Chukchi es un área en el proceso del desarrollo, causada por las condiciones duras del hielo.

Otro factor a tener en cuenta al planificar la ruta son las aguas poco profundas que tiene esta ruta, ya que toda la longitud de la NSR se encuentra sobre la plataforma continental de Eurasia (República Popular de China). Hoy en día, el calado máximo de los buques para toda la ruta es entre 12m y 13m, pero si en el futuro es posible navegar en el Norte de las nuevas islas de Siberia el proyecto se puede elevar a 20m. (Ship & Ocean Foundation (Tokyo, 2001)

Además, la mayoría de los puertos situados en esta ruta no son adecuados para buques extranjeros y grandes, ya que sólo unos cuantos puertos tienen características y facilidades suficientes para este tipo de buques.

Algunos informes se centran en el estudio y análisis de la viabilidad de la NSR en comparación con las rutas tradicionales como SCR o Cabo de Capucha.

Por ejemplo, en el trabajo de ('The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe', 2010, 'The Northern Sea Route versus the Suez Canal: cases from bulk shipping', 2011; Østreng *et al.*, 2013) indican una distancia de ahorro entre Asia y el noroeste de Europa del 50% sobre el Canal de Suez. Esto también significa una reducción en el consumo de combustible y en el número de días en el viaje, logrando una reducción del 25% del consumo de combustible y los días de paso a una velocidad constante, y una reducción del 40% del consumo de combustible y 8% Paso a una velocidad lenta. También el informe de (Raza and Schøyen, 2014) analiza el precio de la tasa impositiva del gobierno ruso llegando a la conclusión de que para el 50%, 85% o 100%, presenta una reducción de costos global para el viaje.

Sin embargo, todos los informes concluyen que la NSR presenta una gran cantidad de limitaciones y problemas en comparación con SCR. Una de ellas, y la más importante es la estacionalidad que presenta la NSR, siendo navegable solamente en los meses de verano (4 meses). También las aguas poco profundas que la ruta presenta, impiden el envío a buques grandes y de tiro

que pueden enviar a través de SCR.

Para concluir, NSR presenta una atractiva competitividad en las reducciones de combustible, tiempo, emisiones de CO<sub>2</sub> y costos de viaje entre Asia y Europa del Norte. Por otra parte, NSR presenta una gran cantidad de restricciones debido a las condiciones de hielo, primas de seguros, tasas de impuestos, la falta de información y la infraestructura deficiente.

### **3.5.3.2. RUTA DEL NORESTE**

LA ruta del noroeste (NWP) es una ruta que conecte el Mar Atlántico al Mar Pacífico a través de las aguas árticas de Canadá y de una parte de Norteamérica en la dirección este al oeste. Increíblemente, aunque el NWP es la ruta más difícil de las condiciones del hielo, tiene más historia que las otras rutas, habiendo sido explorada por pueblos indígenas hace miles de años. Se caracteriza por sus aproximadamente 36.000 islas incluyendo tres de las 10 islas más grandes del mundo (Arctic Council Norwegian Chairmanship, 2006). Toda esta área se conoce como el Archipiélago Canadiense con siete rutas potenciales divididas en dos grupos, un grupo de tres rutas que son prácticas para el tráfico marítimo rutinario y el otro grupo con 4 rutas que son menos prácticas para tal uso.

Hoy en día, no es factible que esta ruta compita con otras rutas importantes y actuales como el Canal de Suez y el cabo de Buena Esperanza porque las condiciones del hielo son tan severas, incluyendo encuentros en la mayoría de la ruta con hielo de primer año y hielo de varios años Y en suerte condiciones meteorológicas sólo 3 meses en los que es posible navegar. Es también una de las rutas más inciertas debido a la falta de cartas adecuadas y la complejidad de la ruta causada por aguas estrechas y poco profundas.

En contraste con el NSR, esta ruta tiene muy pocos puertos a lo largo del NWP que no sean adecuados, con aguas profundas que no son adecuadas para

buques grandes. Desde el punto de vista de la navegación, el NWP es la ruta más no favorable para el transporte marítimo comercial debido a la enorme presencia de hielo de varios años a lo largo de toda la ruta. Por esta razón, la NSR podría realmente hundir el potencial comercial del Paso del Noroeste.

### **3.5.3.3. RUTA DEL MAR TRANSPOLAR**

La Ruta Transpolar del Mar (TSR) es una ruta que conecta el Mar Atlántico con el Mar Pacífico a lo largo del centro del Mar Ártico y es la ruta más corta y directa que conecta el Norte de Europa con Asia pero a menudo ha sido descuidada debido a condiciones climáticas desfavorables.

Esta ruta se considera una ruta del medio-Mar que pasa a través o muy cerca del Polo Norte. Hay una gran variedad de posibilidades al elegir la mejor pista y siempre logrando evitar la EEZ del estado costero del Ártico de aguas rusas, considerada una ruta de alta mar. Esto implica aspectos positivos a considerar en cuanto a la viabilidad de estas rutas que permiten las tarifas impuestas por el gobierno ruso.

El TSR presenta un ahorro de distancia de hasta 41% en comparación con la ruta del Canal de Suez, conectando Tokio con Rotterdam en sólo 16 días a 17 nudos de velocidad, en comparación con 27 días de navegación a 17 nudos. Esto permite la posibilidad de realizar más viajes de ida y vuelta dentro de un período de tiempo dado.

También existe la posibilidad de considerar el rendimiento de eficiencia energética, reduciendo la velocidad en un 40% y llegando a Rotterdam a Tokio, habiendo reducido significativamente el coste del consumo de combustible y siendo más consciente en la contaminación de las emisiones de gases de efecto invernadero, Resultando también en una reducción significativa.

Además, el TSR presenta una ventaja importante en comparación con las otras

rutas del Artico, ya que el TSR no presenta aguas estrechas y poco profundas, permitiendo la navegación de barcos muy grandes que no pueden navegar por otras rutas como NSR o NWP.

Pero para lograr la viabilidad económica del TSR es necesario invertir mucho para abordar la falta de información en las cartas de navegación, invertir en instalaciones a lo largo de la ruta debido a la gran distancia entre los puertos seguros y la inversión en mejorar la comunicación, En esta área las comunicaciones son fuertemente afectadas por fuerzas magnéticas y finalmente y lo más importante una inversión enorme en operaciones de seguridad y seguridad para asegurar una respuesta rápida en caso de cualquier emergencia (Humpert and Raspotnik, 2012).

#### **3.5.3.4. PUENTE ÁRTICO**

El puente Ártico es una ruta que conecta el puerto de Murmansk (Rusia) con el puerto de Churchill (Canadá). El puente del Ártico ofrece la oportunidad de acortar las rutas marítimas, abrir nuevas rutas comerciales para Manitoba y Canadá con socios internacionales, reafirmar la posición de soberanía de Canadá en el Ártico e integrar el Norte de Manitoba en el marco del comercio mundial.

La ruta de envío a Churchill es a través del mar del Labrador, a través del estrecho de Hudson y entonces directamente a través de la bahía a Churchill. El puerto de Churchill no es parte del NWP, pero es un destino importante para los mercados internacionales del Norte de Europa. Algunos estudios muestran una disminución considerable de las condiciones de hielo en esta ruta, pasando de condiciones de hielo pesado a condiciones de hielo ligero en las dos décadas anteriores.

#### **3.6. LA TRIPULACIÓN**

Trabajar en climas fríos siempre presenta un gran reto para la gente de mar de

mantener las habilidades humanas en condiciones adecuadas. Por esta razón muchas precauciones no son siempre suficientes para asegurar la seguridad completa de la tripulación en estas condiciones severas. También se requiere entrenamiento específico para la tripulación, porque una tripulación inexperta en esta situación aumentará el riesgo de lesiones. La exposición prolongada a temperaturas frías puede afectar la capacidad cognitiva causando una mala toma de decisiones y aumentando el riesgo de accidentes. También el uso de ropa inapropiada puede llevar a diferentes peligros como la hipotermia. Pero el problema es que la mayoría de los miembros de la tripulación son incapaces de reconocer sus propios signos de hipotermia o pérdida de habilidades cognitivas, y por esta razón el bienestar de la tripulación es la más alta prioridad para el capitán.

### **3.6.1. CODIGO EN NAVEGACIÓN POLAR**

En este apartado vamos a introducir el código polar que a raíz del cambio climático se creó para la navegación en aguas con hielo. La información que vamos a dar a continuación es una copia literal de la OMI.

La OMI ha adoptado el Código Internacional para los buques que operan en aguas polares (Código Polar), así como las enmiendas correspondientes al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS) y las enmiendas correspondientes al Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 y por el Protocolo de 1997 (Convenio MARPOL) a fin de conferir 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 Organización para proteger tanto a los buques como a las personas que viajan a bordo, sean marinos o pasajeros, en el inhóspito entorno de las aguas que rodean los dos polos.

El Código Polar y las enmiendas al SOLAS se adoptaron en el 94<sup>o</sup> periodo de sesiones del Comité de seguridad marítima (MSC), en noviembre de 2014. Las

enmiendas al MARPOL se adoptaron en el 68º periodo de sesiones del Comité de protección del medio marino (MEPC), en mayo de 2015.

### **3.6.1.1. RESUMEN DEL CÓDIGO POLAR**

El Código Polar abarca toda la gama de cuestiones relacionadas con la navegación en las aguas que rodean a los dos polos: proyecto, construcción y equipo de buques; cuestiones operativas y de formación; búsqueda y salvamento; e, igualmente importante, la protección del singular entorno de las regiones polares y de sus ecosistemas.

El proyecto de Código Polar incluye medidas obligatorias que comprenden la parte de seguridad (parte I-A) y la parte de prevención de la contaminación (parte II-A), además de disposiciones de carácter recomendatorio para ambas (partes I-B y II-B).

El código requerirá que los buques que tienen la intención de operar en las aguas definidas de la Antártica y el Ártico soliciten un Certificado para buque polar, que clasificará el buque como buque de la categoría A (buque proyectado para operar en aguas polares en, como mínimo, hielo medio del primer año que puede incluir trozos de hielo viejo); Categoría B (buque no incluido en la categoría A, proyectado para operar en aguas polares en, como mínimo, hielo delgado del primer año que puede incluir trozos de hielo viejo); o en la categoría C (buque proyectado para operar en aguas libres o en condiciones del hielo menos rigurosas que las de las categorías A y B).

La expedición de un certificado requerirá una evaluación previa, teniendo en cuenta la gama prevista de condiciones de explotación y los peligros que pueda hallar la nave en aguas polares. La evaluación incluirá información sobre limitaciones operacionales específicas, además de los planes, procedimientos o equipo de seguridad adicional necesaria para mitigar sucesos que puedan tener consecuencias para el medio ambiente o la seguridad.

Los buques habrán de llevar un Manual de operaciones en aguas polares para proporcionar al propietario, al armador, al capitán y a la tripulación información suficiente sobre las capacidades y las limitaciones operacionales del buque a fin de facilitar el proceso de toma de decisiones.

Cada capítulo del Código establece objetivos y prescripciones funcionales, incluidas las referentes a la estructura del buque; compartimentado y estabilidad; la integridad estanca al agua e integridad estanca a la intemperie; instalaciones de máquinas; la seguridad operacional; la seguridad y protección contra incendios; dispositivos y medios de salvamento; seguridad de la navegación; comunicaciones; planificación del viaje; dotación y formación; prevención de la contaminación por hidrocarburos; prevención de contaminación por sustancias nocivas líquidas procedentes de los buques; prevención de la contaminación por las aguas sucias de los buques; y prevención de la contaminación por descarga de las basuras de los buques.

### **Prescripciones sobre formación**

El Capítulo 12 del Código Polar sobre dotación y formación estipula que las compañías se cerciorarán de que los capitanes, los primeros oficiales de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación que presten servicio en buques que operen en aguas polares hayan recibido formación que los capacite para el cargo que vayan a desempeñar y los cometidos y responsabilidades que vayan a asumir, teniendo en cuenta las disposiciones que figuran en el Convenio y el Código de formación, enmendado.

Asimismo, el Comité de seguridad marítima (MSC) adoptó requisitos mínimos aplicables a la formación y las cualificaciones de los capitanes y oficiales de puente en buques que operen en aguas polares en noviembre de 2016. Dichos requisitos adquirirán carácter obligatorio en virtud del Convenio y el Código de formación el 1 de julio de 2018.

### **Antecedentes**

La seguridad de los buques que operan en las inhóspitas, remotas y vulnerables aguas polares y la protección de las zonas vírgenes alrededor de los dos polos han sido siempre motivo de preocupación para la OMI, y a lo largo de los años se han elaborado prescripciones y recomendaciones.

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, y 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.

Los buques que navegan en las regiones ártica y antártica están expuestos a cierto número de riesgos particulares. Las malas condiciones meteorológicas y la relativa falta de buenas cartas de navegación, de sistemas de comunicación y de otras ayudas a la navegación plantean dificultades a los navegantes. La lejanía de las zonas polares hace que las operaciones de salvamento o de limpieza resulten difíciles y costosas. Las bajas temperaturas reducen la eficacia de muchos de los componentes del buque, desde la maquinaria del puente y el equipo de emergencia hasta las tomas de mar. El hielo, cuando lo hay, también impone cargas adicionales en el casco, el sistema de propulsión y los apéndices del buque.

El Código internacional para los buques que operen en aguas polares (Código Polar) incorpora todas las cuestiones relacionadas con el proyecto, construcción, equipo, funcionamiento, formación, búsqueda y salvamento y protección del medio marino pertinentes para los buques que navegan en las inhóspitas aguas que rodean los dos polos.

La introducción de un código obligatorio se hizo a raíz de la adopción, por parte de la Asamblea de la OMI en 2009, de las Directrices para los buques que operen en aguas polares (resolución A.1024(26)), cuyo propósito es tratar aquellas disposiciones que se estima necesario considerar, aparte de las

prescripciones existentes de los Convenios SOLAS y MARPOL, a fin de tener en cuenta las condiciones climáticas propias de las aguas polares y satisfacer normas adecuadas de seguridad marítima y de prevención de la contaminación. Las directrices tienen carácter recomendatorio.

Si bien las aguas árticas y antárticas tienen varias características comunes, también presentan diferencias significativas. El Ártico es un Mar rodeado de continentes, mientras que el Antártico es un continente rodeado de un Mar. El hielo marino del Antártico retrocede considerablemente durante el verano o se dispersa por efecto de los giros permanentes en los dos mares principales del Antártico: Weddell y Ross. Por consiguiente, en el Antártico hay relativamente poco hielo de varios años. Por el contrario, el hielo marino del Ártico resiste un gran número de veranos y hay una cantidad considerable de hielo de varios años. Si bien la vulnerabilidad de los medios marinos de ambos mares polares es parecida, en la respuesta a tales desafíos deberían tenerse en cuenta las características específicas de los regímenes jurídicos y políticos aplicables a sus espacios marinos respectivos.

### **Protección de la Antártica contra los derrames de hidrocarburos**

Una para proteger la Antártida de la contaminación por hidrocarburos pesados, fue adoptada por el Comité de protección del medio marino (MEPC), en su 60º período de sesiones celebrado en marzo de 2010, adoptó enmiendas al MARPOL con objeto de proteger el Antártico contra la contaminación ocasionada por hidrocarburos pesados. Las enmiendas entraron en vigor el 1 de agosto de 2011.

Las enmiendas incluyen un nuevo capítulo 9 del Anexo I del Convenio MARPOL, el cual establece una nueva Regla 43 que prohíbe el transporte a granel como carga, o el transporte y la utilización como combustible de los productos siguientes: crudos con una densidad superior a 900 kg/m<sup>3</sup> a 15 °C; hidrocarburos, distintos de los crudos, con una densidad superior a 900 kg/m<sup>3</sup> a 15 °C o una viscosidad cinemática superior a 180 mm<sup>2</sup>/s a 50 °C; o asfalto,

alquitrán y sus emulsiones.

En virtud del Código Polar se pide a los buques no utilizar ni transportar hidrocarburos pesados en el Ártico.

### **Planificación de viaje en áreas remotas**

La Asamblea de la OMI, que se celebró en noviembre de 2007, adoptó la resolución A.999(25) sobre Directrices sobre la planificación del viaje en los buques de pasaje que naveguen por zonas alejadas, en respuesta a la creciente popularidad de los viajes por mar y el deseo de visitar destinos exóticos, que han traído consigo un aumento del número de buques de pasaje que navegan por zonas alejadas. Al preparar un plan de viaje a zonas alejadas se debe prestar especial atención a las características medioambientales de la zona en cuestión, las limitaciones de los recursos y la información náutica.

El plan detallado del viaje y la travesía deberá incluir los siguientes elementos: zonas seguras y zonas que deben evitarse; corredores marinos que hayan sido objeto de un levantamiento, si los hay; y planes para contingencias, en caso de que exista un apoyo limitado para prestar asistencia en zonas alejadas de los medios de búsqueda y salvamento.

Además, el plan detallado del viaje y la travesía para buques que naveguen por aguas árticas o antárticas deberá incluir los elementos siguientes: condiciones en las que no sea seguro entrar en zonas con hielos o témpanos debido a la oscuridad, el mar de fondo, la niebla y el hielo comprimido; distancia de seguridad con respecto a los témpanos; y presencia de hielo y témpanos y velocidad de seguridad en esas zonas.

### **Sistema de notificación para buques en la región ártica**

El Comité de la seguridad marítima, en su 91º periodo de sesiones celebrado en noviembre de 2012, adoptó un nuevo sistema de notificación obligatoria para buques "En la zona de Barents (SRS de Barents)" (propuesta por la

Federación de Rusia y Noruega). El nuevo sistema de notificación obligatoria entró en vigor el primero de junio de 2013 a las 000 horas UTC. Los buques de las siguientes categorías que atraviesen la zona del SRS de Barents, se dirijan a puertos y lugares de fondeo en dicha zona o procedan de ellos están obligados a participar en el sistema de notificación para buques, notificando bien al centro del STM de Vardø o al de Murmansk: todos los buques cuyo arqueado bruto sea igual o superior a 5 000; todos los buques tanque; todos los buques que transporten cargas potencialmente peligrosas; los buques para remolque si el cable de remolque supera los 200 m; y los buques sin gobierno que tengan una maniobrabilidad restringida o unas ayudas náuticas defectuosas.

Ilustración 23: Cartel seguridad de los buques en zonas polares.



Fuente: IMO.

Ilustración 24: Cartel protección del medio ambiente.



Fuente: IMO.

### 3.6.2. CAPÍTULO 11 – PLANIFICACIÓN DEL VIAJE

#### 11.1 Objetivo

El objetivo del presente capítulo es garantizar que se facilite a la compañía, el capitán y la tripulación información suficiente para permitir que las operaciones se lleven a cabo teniendo debidamente en cuenta la seguridad del buque y de las personas a bordo y, según proceda, la protección ambiental.

**11.2 Prescripciones funcionales.** A fin de lograr el objetivo establecido en el párrafo 11.1 supra, en el plan del viaje se tendrán en cuenta los posibles peligros del viaje previsto.

#### 11.3 Prescripciones

A fin de cumplir las prescripciones funcionales del párrafo 11.2, el capitán examinará una ruta que atravesase las aguas polares teniendo en cuenta lo siguiente: 1 los procedimientos prescritos por el PWOM;

2 las limitaciones de la información hidrográfica y las ayudas a la navegación disponibles;

3 la información actual sobre la extensión y el tipo de hielo e icebergs en las proximidades de la ruta prevista;

4 la información estadística sobre el hielo y las temperaturas de años anteriores;

5 los lugares de refugio;

6 la información actual y las medidas que deben adoptarse cuando se encuentren mamíferos marinos en zonas conocidas por su densidad de dichos mamíferos, incluidas las zonas de migración estacional;

7 la información actual sobre los sistemas de organización del tráfico marítimo pertinentes, las recomendaciones sobre la velocidad y los servicios de tráfico marítimo relacionados con zonas conocidas por su densidad de mamíferos marinos, incluidas las zonas de migración estacional;

8 las zonas protegidas designadas nacionales e internacionales a lo largo de la ruta; y

9 las operaciones en zonas alejadas de los medios SAR (Deggim, 2009).

### **3.6.3. CAPÍTULO 12 – DOTACIÓN Y FORMACIÓN**

#### **2.1 Objetivo**

El objetivo del presente capítulo es garantizar que los buques que operen en aguas polares cuenten con la dotación apropiada, compuesta por personal con la cualificación, la formación y la experiencia adecuadas.

## 12.2 Prescripciones funcionales

A fin de lograr el objetivo establecido en el párrafo 12.1 supra, las compañías se cerciorarán de que los capitanes, los primeros oficiales de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación que presten servicio en buques que operen en aguas polares hayan recibido formación que los capacite para el cargo que vayan a desempeñar y los cometidos y responsabilidades que vayan a asumir, teniendo en cuenta las disposiciones que figuran en el Convenio de formación y el Código de formación, enmendados.

## 12.3 Reglas

12.3.1 A fin de cumplir la prescripción funcional del párrafo 12.2 supra durante las operaciones en aguas polares, los capitanes, los primeros oficiales de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación estarán cualificados de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo V del Convenio de formación y el Código STCW, enmendados (2010), según se indica a continuación en la Tabla 1.

**Tabla 1: Condiciones aplicables.**

<b>Condiciones del hielo</b>	<b>Buques tanque</b>	<b>Buques de pasaje</b>	<b>Otros</b>
Aguas libres de hielo	No aplicable	No aplicable	No aplicable
Aguas libres	Formación básica para el capitán, el primer oficial de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación	Formación básica para el capitán, el primer oficial de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación	No aplicable
Otras aguas	Formación avanzada para el capitán y el primer oficial de puente. Formación básica para los oficiales encargados de la guardia de navegación	Formación avanzada para el capitán y el primer oficial de puente. Formación básica para los oficiales encargados de la guardia de navegación	Formación avanzada para el capitán y el primer oficial de puente. Formación básica para los oficiales encargados de la guardia de navegación

**Fuente:** BOE.

12.3.2 La Administración podrá permitir el empleo de personas que no sean el capitán, el primer oficial de puente ni los oficiales encargados de la guardia de navegación para satisfacer las prescripciones de formación que se indican en el párrafo 12.3.1, siempre que se cumpla lo siguiente:

1 esas personas están cualificadas y tituladas de conformidad con la regla II/2 del Convenio de formación y la sección A-II/2 del Código de formación, y cumplen las prescripciones de formación avanzada que se indican en el cuadro del párrafo 12.3.1;

.2 cuando opera en aguas polares, el buque lleva un número suficiente de personas que cumplen las prescripciones de formación oportunas para las aguas polares a fin de cubrir todas las guardias;

.3 esas personas están sujetas en todo momento a las prescripciones sobre el número mínimo de horas de descanso de la Administración;

.4 cuando se realizan operaciones en aguas que no son aguas libres ni aguas con témpanos, el capitán, el primer oficial de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación en buques de pasaje y buques tanque cumplirán las prescripciones de formación básica aplicables que se indican en el cuadro del párrafo 12.3.1; y

.5 cuando se realizan operaciones en aguas en las que la concentración de hielo es superior a 2/10, el capitán, el primer oficial de puente y los oficiales encargados de la guardia de navegación en buques de carga que no sean buques tanque cumplirán las prescripciones de formación básica aplicables que se indican en el cuadro del párrafo 12.3.1.

12.3.3 El empleo de una persona que no sea el oficial encargado de la guardia de navegación para satisfacer las prescripciones de formación no exime al capitán ni al oficial encargado de la guardia de navegación de los cometidos y

obligaciones que tengan que ver con la seguridad del buque (Deggim, 2009; International Maritime Organization, 2010).

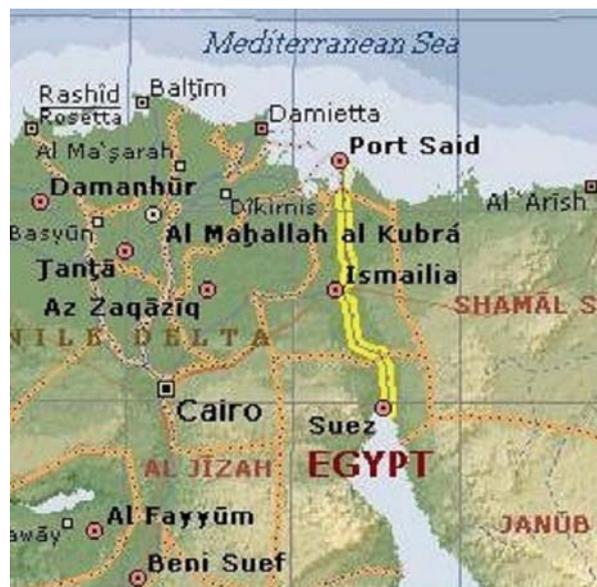
**CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA RUTA ÁRTICA FRENTE A LA RUTA  
MARÍTIMA DEL CANAL DE SUEZ**

#### 4.1. LAS RUTAS DEL NORTE Y CANAL DE SUEZ

Las rutas del transporte marítimo son estratégicas y sustanciales en el sistema de transporte marítimo. Una ruta marítima es un pasaje sobre el mar que conecta los dos puntos geográficos diferentes, donde el transporte terrestre es incompetente para proporcionar un medio de transporte eficiente y eficaz. Las rutas marítimas siguen un camino definido de viaje y están sujetas a ciertas limitaciones geográficas, naturales y políticos (Weisbrod, 2011). En la actualidad, el comercio marítimo entre Europa y el Lejano Oriente asiático se realiza a través de la ruta tradicional del Canal de Suez y el cabo de Buena Esperanza.

Este trabajo se centra en la ruta del Canal de Suez, ilustración 26, y el suplente que emerge la Ruta del Mar del Norte (NSR), ilustración 27. El Canal de Suez es una vía fluvial artificial de 119 millas de largo que ha estado sirviendo el comercio mundial durante el último año y medio siglo. El canal conecta el mar Mediterráneo con el Golfo de Suez proporcionar acceso para la navegación a los países asiáticos del Lejano Oriente.

Ilustración 25 Canal de Suez



Fuente: Ecured.

Hoy en día, aproximadamente el 50% del tráfico total del canal está cubierto

por los buques portacontenedores y el tonelaje LNG hace aproximadamente 6% de todo el volumen de tráfico. El Canal de Suez puede manejar hasta 25.000 barcos al año, y el tráfico actual es el promedio de 20000 barcos por año, lo cual es un 15 por ciento de todo el comercio marítimo (Weisbrod, 2011). La ruta marítima desde el oeste de la península de Kola, a través del estrecho de Bering en el este a lo largo de la costa de Siberia ha sido nombrado como La ruta del mar del Norte (Schøyen, Bråthen and Schøyen, 2010).

La ruta del mar del Norte no es una ruta específica o fija en lugar de envío se trata de una disposición de varias y diferentes rutas de navegación. El paso se extiende sobre alrededor de 2200 a 2900 millas náuticas de agua helada y atraviesa diferentes estrechos y mares como el Mar Kara, el Mar Laptev, el Mar de Siberia Oriental, y el Mar Chukchi (Østreng *et al.*, 2013). A lo largo de los archipiélagos del Norte de Rusia, el mar de hielo deshielo provocado por el calentamiento global ha abierto nuevas oportunidades para un entorno ruta comercial amable y bajo consumo de combustible entre Europa y Asia, cortando la distancia en un 50% en comparación con el real tradicional ruta de Suez Canal.

**Ilustración 26** Descripción general de la distancias de navegación



**Fuente: The Wall Street Journal.**

En la tabla 2 se presenta una visión general de la distancia a través de la ruta

del Mar del Norte y la ruta del Canal de Suez entre los puertos situados en Asia y Europa.

**Tabla 2: Comparación distancias rutas marítimas.**

<b>Rutas</b>	<b>Canal de Panama</b>	<b>North West Passage</b>	<b>Northern Sea Route</b>	<b>Canal de Suez</b>	<b>Cabo de Buena esperanza</b>
<b>North West Europe (London) to Far East (Yokohama)</b>	12.580 millas	8.600 millas	7.200 millas	11.400 millas	14.750 millas
<b>Distancia Relativa</b>	175%	119%	100%	158/%	205%

**Fuente:** IMO.

Hasta finales de la década de 1970, la Ruta del Mar del Norte se utiliza principalmente como un paso de transporte interno por Rusia desde su comienzo en 1935, y el volumen de carga más alta de alrededor de 7 millones de toneladas métricas se registró en 1987

Durante las últimas tres décadas se ha producido un descenso considerable en la cantidad, el área y espesor de la capa de hielo marino en el hemisferio Norte, lo que resulta en una temporada de navegación más largo de 129 días en 2006, que tenía sólo 84 días en 1979 . El patrón de disminución del hielo marino del verano va a conducir a un Mar Ártico sin hielo durante los meses de verano a finales de este siglo Algunos investigadores creen que el Ártico azul en verano podría aparecer incluso antes entre 2026 y 2046

Los cambios climáticos se indica en el Ártico pueden estimular la exploración sustancial y las actividades marítimas en la región. La viabilidad de NSR es evidente ya que en 2012 más de 45 embarcaciones atravesaron la NSR y este número refleja un aumento de diez veces en la ruta de tráfico desde 2010 Siendo un acceso directo entre Asia y Europa la NSR podría resultar un

ambiente agradable y bajo consumo de combustible pasaje comercial, como las más cortas distancias conducen al ahorro de combustible y reducir el CO<sub>2</sub> emisiones (Schøyen, Bråthen and Schøyen, 2010)

## 4.2. TRÁFICO ACTUAL DEL CANAL DE SUEZ

En este apartado, mostramos los datos actuales de los buques que utilizan el Canal de Suez actualmente.

**Ilustración 27** Estadísticas antes buques en tránsito en el Canal de Suez

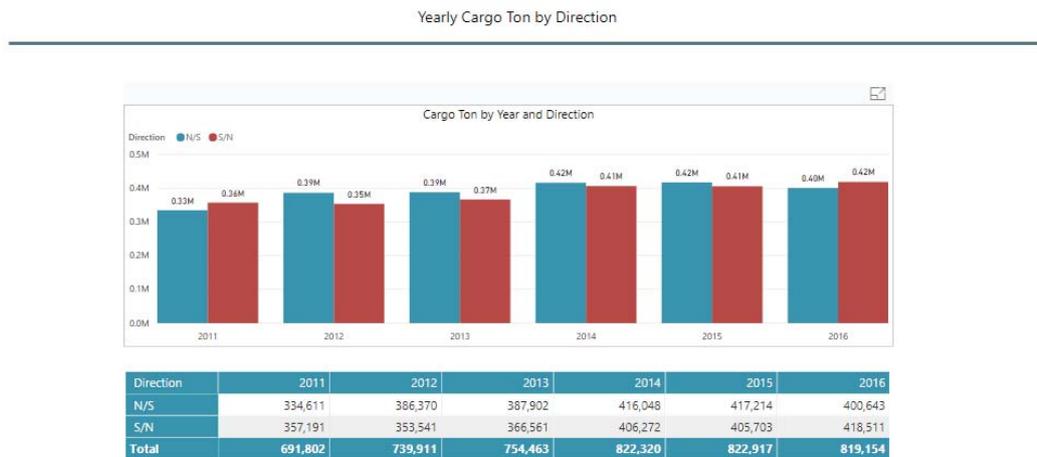


**Fuente: Suez Canal website.**

En las ilustraciones 28 y 29 podemos apreciar que en los últimos años no hay cambios significativamente en el número de buques que transitan el Canal de Suez. Esto es debido a que la ruta del Norte todavía no es una alternativa mundial para el tránsito marítimo.

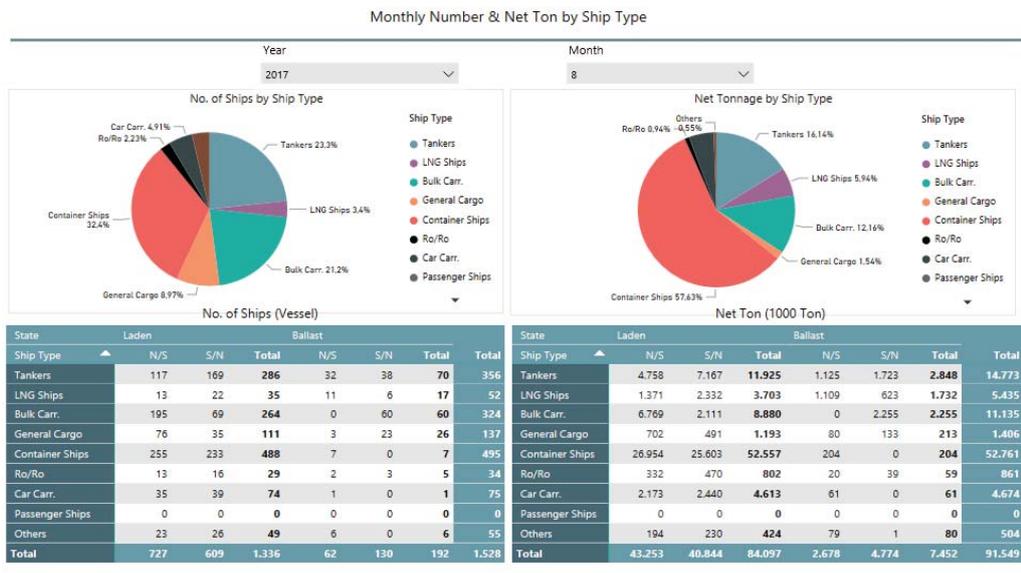
En la ilustración 29, podemos comprobar que el paso en el canal de Suez en fluyente en las dos direcciones, y se mantiene desde el 2011 al 2016.

**Ilustración 28:** Dirección de paso N/S y S/N.



Fuente: Suez Canal website.

**Ilustración 29** Tipos de buques en tránsito en el Canal de Suez



Fuente: Suez Canal website.

En la ilustración 30 podemos apreciar que los buques que más utilizan esta ruta son los buques contenedores, carga general y buques tanque. Estos buques navegan a HFO y diésel dependiendo de la zona de navegación. Si hablamos del medio ambiente y el calentamiento global, en 2011 se prohibió la entrada en aguas antárticas de con HFO pero en el Ártico todavía no se ha

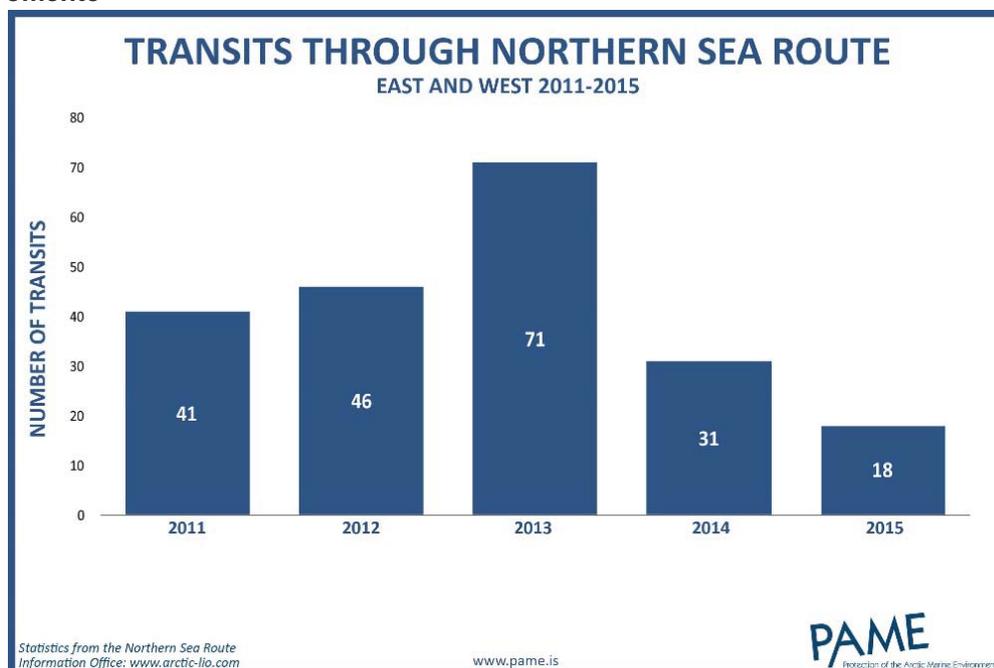
prohibido. En el 2015, el HFO fue el 60% del combustible más utilizado en los buques que transitan el Ártico.

Volviendo a las estadísticas del canal de Suez, si todos los buques se pasan por el canal pasarán por la ruta del Norte os gobiernos no podrían permitir el uso de HFO porque el uso de este combustible es unos de los mayores contaminantes. La acumulación acelera el derretimiento de la nieve, aumenta la temperatura de las aguas oceánicas y este ciclo empeoraría el calentamiento global.

#### 4.2.1. ESTADÍSTICAS TRAFICO ÁRTICO ÚLTIMOS AÑOS (2011-2015)

Como ya hemos comentado antes, el mar del Norte es muy variable y sus condiciones no son seguras la mayor parte el año. Así que solo serían transitables las rutas del Ártico durante los periodos de verano.

Ilustración 30: Transito NSR Fuente Protection of the Arctic Marine Enviromente

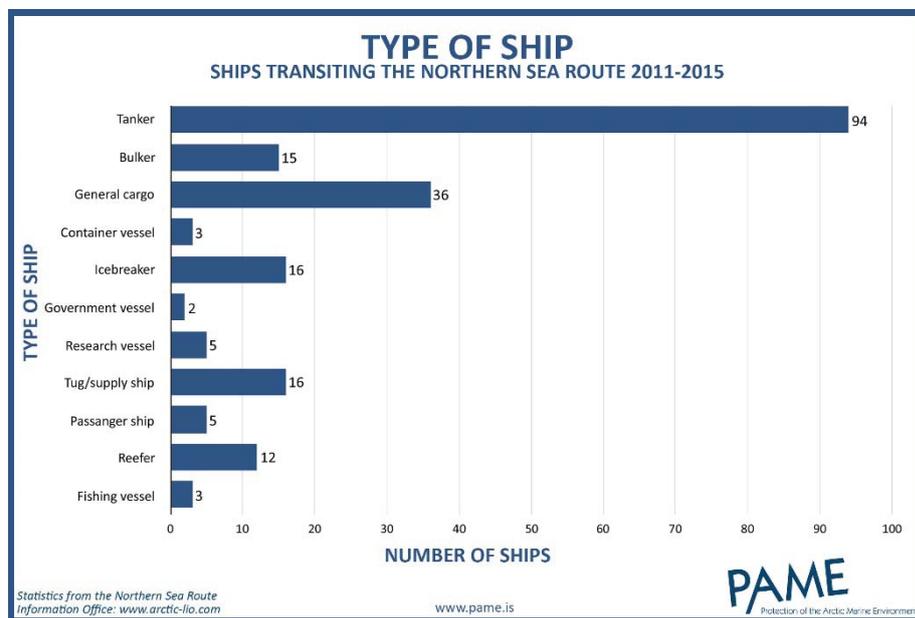


Fuente: PAME.

Las estadísticas de los últimos años que mostramos en la ilustración 31, nos muestran que la cantidad de buques que pasan por el Ártico es muy baja en comparación al tránsito del canal de Suez.

Podemos apreciar un pico alto en el 2013 pero ha bajado considerablemente estos últimos años. Esto nos demuestra que mucho que sea más corta la ruta del Norte y economía los buques todavía no la utilizan.

**Ilustración 32.** Tipo de buques en NSR.

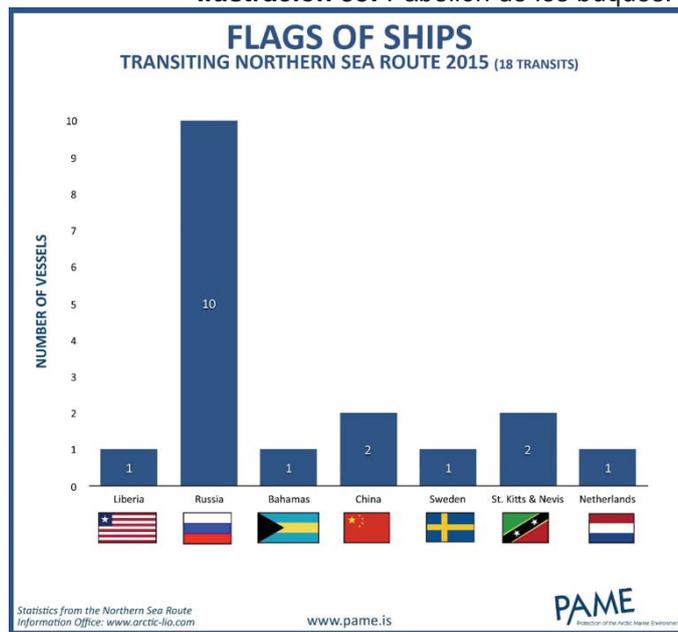


**Fuente:** Protection of the Artic Marine Enviromente

La ilustración 32 muestra los tipos de buques que pasaron por NSR desde el 2011 al 2015. Los buques que utilizan esta ruta son buques tanque, a diferencia del canal de Suez, que los buques que más utilizan el canal son los bulkcarriers, buques de contenedores y buques tanque.

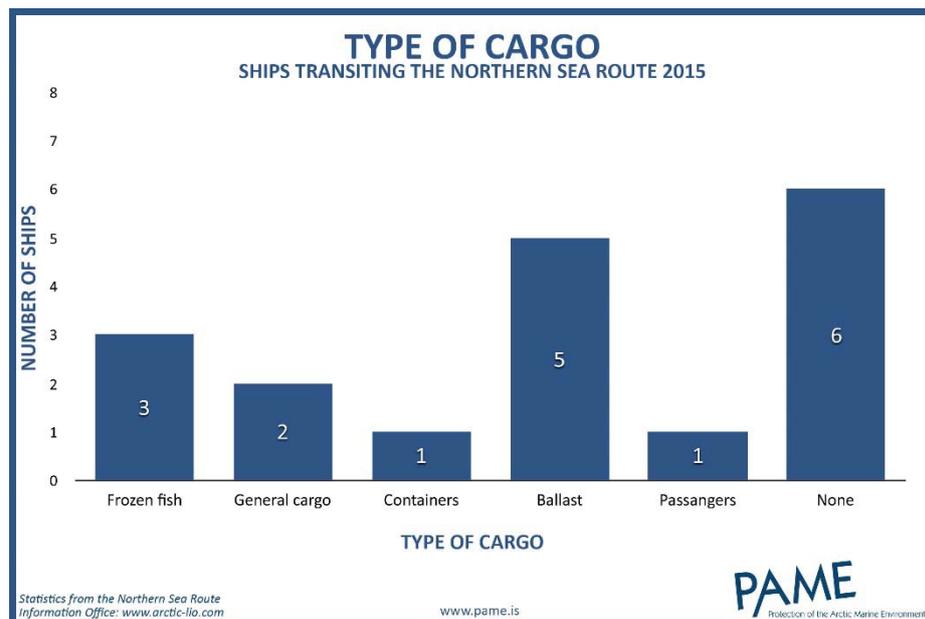
En las siguientes ilustraciones vamos a hablar de las banderas de los buques y tipo de buque que utilizaron las rutas en 2015.

Ilustración 33: Paellón de los buques.



Fuente: Protection of the Arctic Marine Environment.

Ilustración 34: Tipo de carga.



Fuente: Protection of the Arctic Marine Environment.

La ilustración 34, nos muestra los buques en tránsito en 2015, el tipo, carga y la bandera.

Según lo que vemos en estas imágenes los buques que más utilizan las rutas son de bandera rusa, buques tanque y sin carga. Las conclusiones que

podemos sacar de estas ilustraciones son que solo se utilizan las rutas del Norte para tránsito en el Norte, sabemos desde hace años que las condiciones meteorológicas están cambiando y que el hielo del Ártico está desapareciendo pero estas rutas que cada vez son más transitables todavía no se están utilizando. Esto es debido al desconocimiento de la navegación en el Ártico, los buques y tripulaciones más preparados para este tipo de navegación son rusos que actualmente son los que más utilizan estas rutas.

Los tipos de buques que más utilizan estas rutas son los buques tanque, así que mi interpretación es que los buques que actualmente podemos pensar que utilizan estas rutas son petroleros, quimiqueros y gaseros para tránsito entre aguas rusas. No se aprecia un tránsito de buques que estén cambiando la ruta de canal de Suez por la NSR.

#### **4.3 CAMBIOS EN LAS RUTAS FUTURAS**

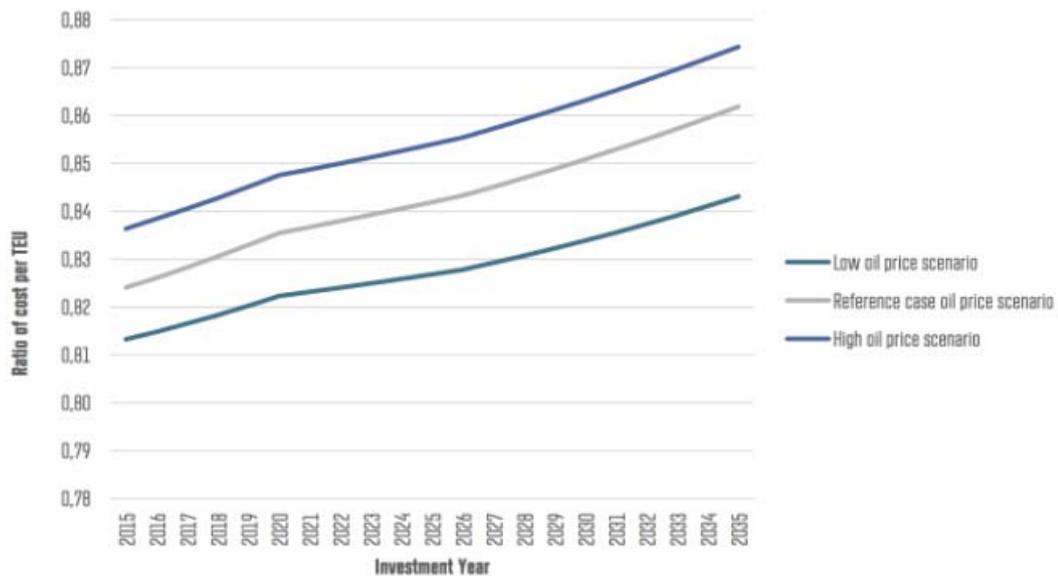
El cambio en la navegación por el canal de Suez como hemos podido apreciar de momento no está sucediendo, pero actualmente como vamos a ver a continuación hay estudios que sostienen el cambio de las rutas.

Los estudios de la Universidad de Negocios de Copenhagen dicen que estas rutas no serán económicamente viables hasta el 2035. Tiene en cuenta que hasta ese año los buques tienen que ser rompehielos y si no lo son deberían ir acompañados remolcadores. El objetivo del estudio era determinar si la inversión de un buque portacontenedores reforzado para el hielo sería más rentable que un buque convencional para la navegación por canal de Suez.

Los investigadores calcularon los costes con una docena de variables teniendo en cuenta: especificación y tamaño del buque, el tipo y la capacidad del motor, la velocidad y la distancia promedio, la temporada de navegación, los derechos de tránsito y los factores de carga.

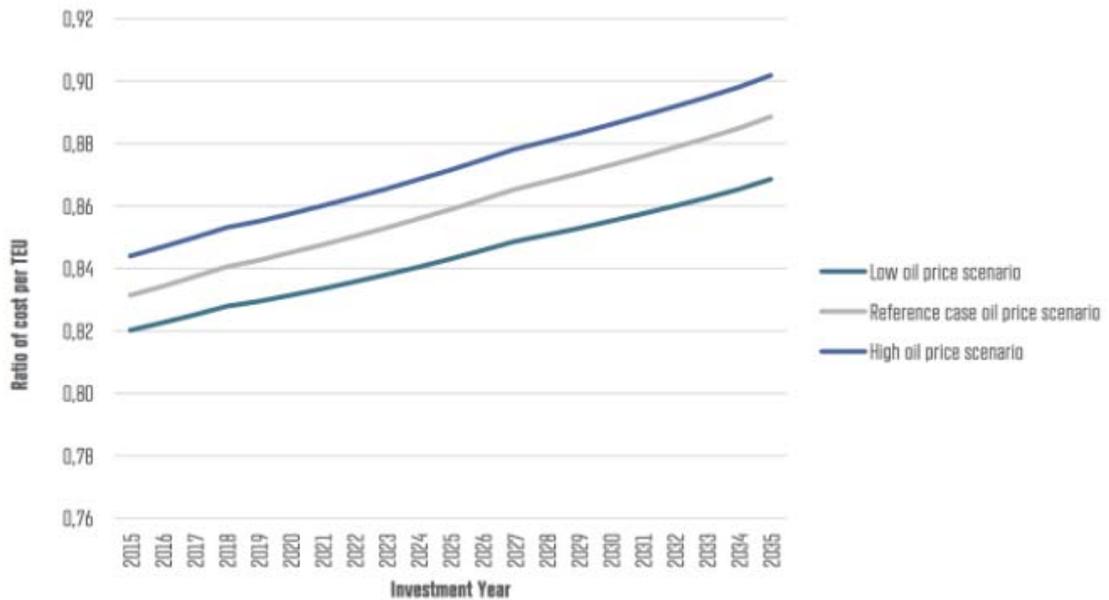
Además, en lugar de formular declaraciones determinísticas sobre el transporte marítimo del Ártico desde un solo punto en el tiempo, los métodos complejos aplicados permiten la creación de escenarios detallados para entender cómo diferentes factores y variables influyen en la viabilidad del uso de NSR para el transporte y cuando bajo un escenario dado puede producirse un punto de equilibrio. Por lo tanto, la herramienta permite una visión detallada de cómo, los precios más altos o más bajos del combustible afectan el cálculo económico del envío a través del Ártico.

**Ilustración 35** Costes 2015-2035.



**Fuente:** Universidad de Negocios de Copenhagen

La ilustración 35, muestra un gráfico la relación de costos para el período de 2015 hasta 2035 entre un buque de 8.000 TEU reforzado para navegación por hielo en comparación con un buque de 8.000 TEU de agua abierta. Una proporción que significaría que los costos son iguales, una proporción por debajo significa que el buque de aguas abiertas resulta en costos más bajos. El gráfico muestra cómo en un escenario de precios más altos del petróleo la NSR se vuelve más competitiva.

**Ilustración 36:** Costes 2015-2035.

**Fuente:** Universidad de Negocios de Copenhagen.

La ilustración 36, con el gráfico que muestra cómo baja una temporada de navegación más larga el NSR se vuelve más competitivo. Una vez más, el mayor escenario de precios del petróleo es el más preferible para el transporte marítimo del Ártico.

Según (Hansen *et al.*, 2016) investigador principal del estudio, "la temporada anual de navegación es demasiado corta para compensar el mayor consumo de combustible y los costos de capital de los buques reforzados con hielo en comparación con los buques Canal de Suez. Además, "la temporada de navegación sigue siendo inestable con el fin de mantener el horario estricto en el que se basa la mayoría de los servicios de línea.

El estudio analizó una serie de escenarios, incluyendo navegaciones con baja máquina, donde los buques navegan a velocidades más lentas para reducir los costos de combustible. Respecto a esto, Grønstedt concluye que "los operadores pueden lograr ahorros de costes adicionales utilizando la distancia

reducida de la NSR para operar a velocidades más bajas en comparación con la Ruta del Canal de Suez". "Sin embargo, la reciente caída de los precios del petróleo ha reducido el incentivo de utilizar el Rutas árticas a pesar de las reducidas distancias de navegación".

Si bien los resultados del estudio implican que el transporte marítimo de línea del Ártico puede ser económicamente factible alrededor de 2040 la posibilidad de tráfico regular a lo largo de la NSR descansa sobre varios supuestos cruciales que están todos sujetos a grandes incertidumbres.

Estas incertidumbres incluyen el tamaño de los buques, la disponibilidad de rompehielos, la disuasión de entrada como el tránsito y las tarifas del rompehielos, los precios de los combustibles, la disponibilidad del puerto y la futura disminución del hielo marino. Incluso si la temporada de navegación libre de hielo se expande rápidamente y el precio del combustible.

(Hansen *et al.*, 2016).

#### **4.4. REPRESENTACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIELO EN LAS RUTAS ARTICAS (RCP)**

Las proyecciones del primer siglo (2015-2029, Ilustración 37 a y b) muestran que los tránsitos de los buques en aguas abiertas del Ártico (OW) que son posibles para al menos el 30% de los meses de septiembre. Las rutas europeas tardan un mínimo de 18-19 días hasta Asia Oriental usando el NSR, con "tránsitos de conmutación" (es decir, cuando el NSR es bloqueado y el NWP se utiliza en su lugar), tomando 20-22 días. Los viajes en América del Norte que utilizan la ruta más rápida del NWP del Norte (a través del Estrecho de M'Clure,) toman un mínimo de 21 días, mientras que el más largo "NWP del Sur" (a través del Golfo de Amundsen) toma 22 días, a través de la NSR tomar 25 días.

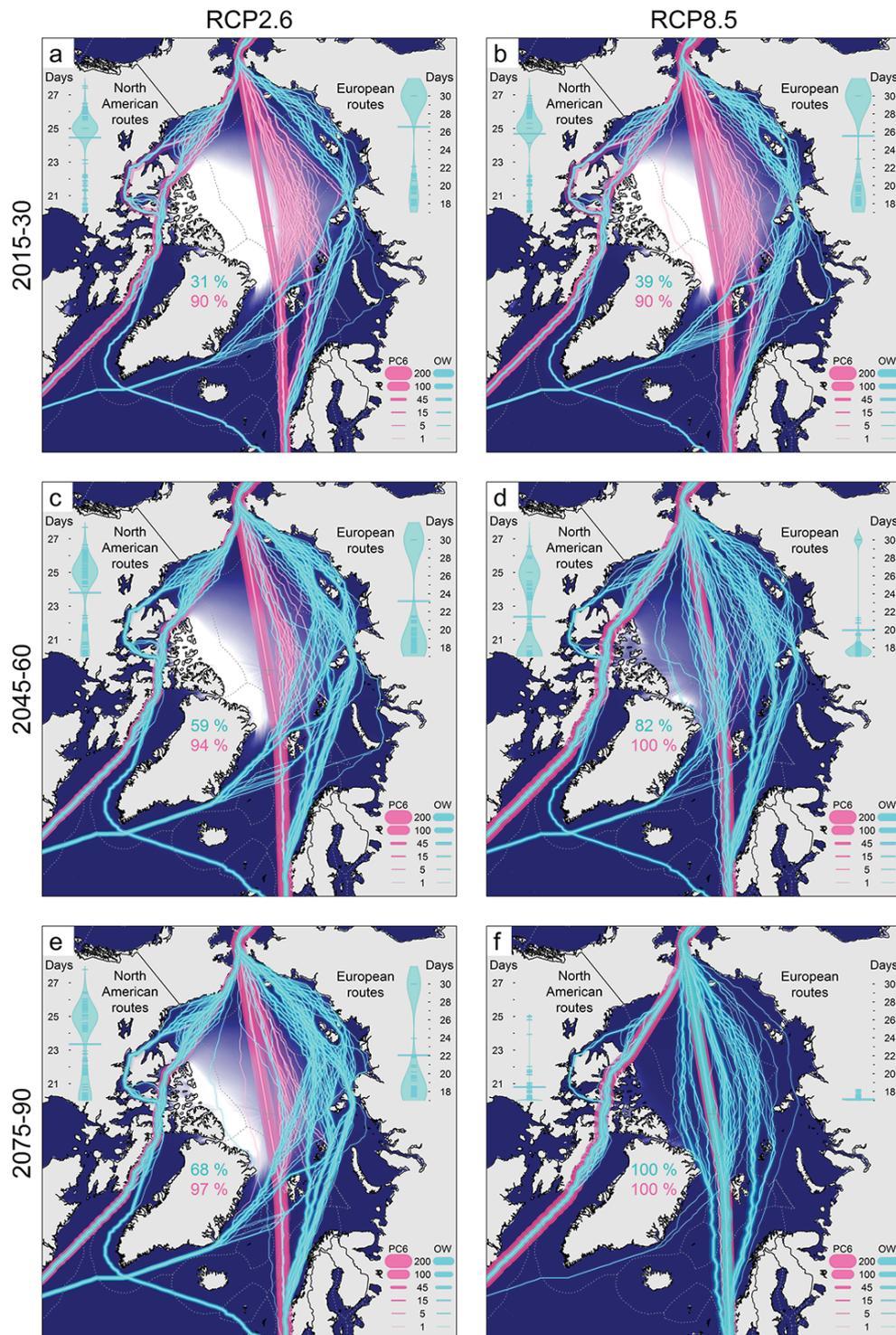
Los tránsitos de conmutación del primer siglo comprenden aproximadamente el

50% de las rutas trans-árticas, lo que ilustra la considerable variabilidad espacial en las condiciones del hielo que pueden existir a través de las rutas árticas. En septiembre más rápidas a partir de proyecciones multimodales. Las rutas para RCP2.6 (a, c y e) y RCP8.5 (b, d, y f) se dividen en tres períodos (filas), cada uno con 15 consecutivos setiembre, de cinco GCM cada uno con tres miembros del conjunto, igualando a 225 simulaciones por panel. Las líneas cian representan los recipientes de agua abierta (OW), y las líneas rosadas representan los buques de la Clase 6 Polar (PC6); los pesos de línea indican el número de tránsitos que utilizan la misma ruta. Las líneas grises en gris indican las zonas económicas exclusivas. Los porcentajes mostrados sobre Groenlandia (color) representan el potencial trans-Ártico para las dos clases de buques.

Las parcelas muestran la distribución total del tiempo de tránsito para rutas Norteamericanas y rutas europeas (se usan puntos finales de Nueva York, Rotterdam y Yokohama). Cuando se cierran las rutas del Ártico, se asume que las rutas a través de Panamá (25 días) y Suez (30 días), respectivamente, son de color rojo. Las líneas cortas indican viajes individuales, y las líneas largas muestran el tiempo medio de tránsito para todos los viajes, con la distribución del tiempo de la ruta indicada por la forma del sobre.

Las embarcaciones PC6 tienen un potencial de tránsito del 90% en los primeros años (2a y 2b), debido a su mayor umbral del grueso del hielo. También pueden aprovechar las rutas más cortas, intransitables para los buques OW, con la mayoría de los viajes europeos simulados utilizando variaciones de la Ruta Transpolar del Mar (TSR); la mayoría de los viajes de América del Norte utilizan el NWP más corto del Norte. Además de la frecuencia de disparo aumentada, el intervalo en tiempos de viaje PC6 Arctic es menos de 1 día, en comparación con un intervalo de 7 días para buques OW. Esta consistencia es ventajosa ya que los puertos y las compañías navieras operan horarios "just-in-time".

Ilustración 37. Evolución tránsito en las rutas del Norte



Fuente: Arctic shipping : commercial opportunities and challenges

Hacia mediados de siglo (2045-2059, 2c y 2d), independientemente del RCP, se prevé que el potencial de tránsito de OW en septiembre se duplique. El TSR está disponible por primera vez [Smith y Stephenson, 2013] y es 1-2 días más

rápido que el NSR. La ruta europea más común es una versión más corta del NSR, omitiendo el estrecho de Vilkitsky y de Sannikov (véase la figura 1a); esto es potencialmente ventajoso ya que el estrecho de Sannikov contiene restricciones de profundidad que impiden su uso para barcos más grandes. Las rutas Norteamericanas pueden preferir el NWP más corto del Norte sobre el NWP meridional, ahorrando un día. Además de una mayor utilización potencial, también hay una mayor diversidad en las opciones de enrutamiento con grandes franjas del Ártico ahora libres de hielo en septiembre. Desde mediados de siglo, los buques PC6 pueden favorecer las rutas más cortas a lo largo de la TSR (Europa, ~ 17 días) y la NWP Norte (Norteamérica, ~ 20 días) para prácticamente todos los meses de septiembre.

Las simulaciones del siglo (2075-2089) sugieren un tránsito garantizado de septiembre a través de un Ártico prácticamente libre de hielo para RCP8.5 (2f). Los viajes europeos favorecerían la TSR en tan sólo 17 días; Los viajes de América del Norte favorecen el NWP Norteño que toma solamente 20 días. En el marco de RCP2.6 (2e) las rutas europeas y Norteamericanas están abiertas el 68% del tiempo en septiembre, y toman un promedio de 18 y 21 días, respectivamente, con tránsitos de conmutación y todas las versiones del NWP y NSR que se necesitan regularmente.

Utilizando las rutas del Ártico mostradas en la Ilustración 37 cuando sea posible y utilizando las rutas tradicionales europeas a través de Suez (mínimo 30 días), el tiempo promedio de viaje a Asia Oriental puede ser drásticamente reducido. Los ahorros se consiguen a medida que las rutas del Ártico se vuelven más accesibles y más libres y libres de hielo durante todo el siglo. En el primer siglo, el promedio de tiempo mínimo de viaje para todos los viajes europeos (Ártico + Suez) con buques de agua abierta es de 26 días, que se convierte en 20 días a mediados de siglo y 17 días a finales de siglo en RCP8.5. Bajo RCP2.6 los tiempos de viaje son 23 días a mediados de siglo y 22 días para finales de siglo. Los ahorros son menos sorprendentes para Norteamérica porque la ruta a través de Panamá toma un mínimo de sólo 25 días. Navegar por el NWP de

Norteamérica a Asia Oriental toma 20-22 días dependiendo de la elección del canal y las condiciones del hielo, y cuando el NWP es intransitable, el uso de rutas alternativas del Ártico por el NSR o TSR toma al menos 24 días.

#### **4.5. LA POLITICA EN LA ZONA DEL OCEANO ARTICO**

La ubicación del NSR, en gran parte en las aguas territoriales rusas, lo hace políticamente desafiante debido a las actuales tensiones geopolíticas causadas por la crisis ucraniana. Las sanciones económicas impuestas a Rusia han provocado considerables obstáculos a la cooperación internacional.

Respectivamente, la NWP se encuentra en gran parte en aguas territoriales canadienses, aparentemente no constituye disputas políticas prominentes. Sin embargo, hay algunos aún sin reconciliar cuestiones relacionadas con el control de la NWP . En Estados Unidos no reconoce la soberanía de Canadá sobre el NWP debido a su diferente enfoque sobre la convención de las naciones unidas sobre el derecho del mar.

Esto significa que EE.UU. Considera al NWP una vía de navegación internacional, Canadá lo considera un archipiélago dentro de sus aguas nacionales.

La ubicación geográfica remota del TPP o Asociación Transpacífica lo ha mantenido alejado de la esfera de interés de cualquier acto político. Sin embargo, el significado político puede aumentar, si las reclamaciones de Rusia u otros Estados del Ártico sobre la extensión de su zona económica exclusiva son aceptados por el tribunal de las Naciones Unidas.

##### **4.5.1. PROBLEMA LEGALES**

El gobierno del Ártico se basa en gran medida en la jurisdicción nacional del Ártico Estados Unidos, al mismo tiempo que honra los tratados bilaterales,

regionales e internacionales. El dominio de las rutas del Mar Ártico depende de la interpretación de la convención UNCLOS. El control de Canadá sobre el NWP y el de Rusia sobre el NSR han sido discutidos por los Estados Unidos. A diferencia del NSR, el NWP no está definido en la legislación canadiense, una definición bastante amplia de sus fronteras. Controversias especialmente en lo que respecta a la posibilidad de aplicar el artículo 234 en gobernanza del transporte marítimo. No hay evidencia clara de la postura de estados no litorales con respecto a su interpretación, se argumenta que algunos países como China, Japón, Noruega, Corea del Sur y algunos países de la UE los Estados miembros pueden compartir la perspectiva de los Estados Unidos.

A pesar de las controversias, es poco probable que las reivindicaciones territoriales influyan en el desarrollo del transporte marítimo a lo largo de las rutas del Mar Ártico. En 2008, los cinco distritos litorales del Ártico confirmaron su compromiso con la UNCLOS firmando la declaración Ilulissat. Todavía hay algunos conflictos bilaterales: la frontera marítima entre Rusia y Estados Unidos en el mar de Bering; el mar de Beaufort entre Canadá y los Estados Unidos; Lincoln Sea entre Canadá y Dinamarca (Groenlandia); Isla de Hans entre Canadá y Dinamarca (Groenlandia).

El TPP se encuentra en el Mar Ártico en alta mar fuera de la jurisdicción nacional de los estados litorales del Mar Ártico. Por lo tanto, implica sólo unas pocas incertidumbres legales y controversias. Se rige por UNCLOS Artículo 87 afirman que las aguas situadas más allá de los límites de las ZEE forman parte libertad de navegación, sugirieron que los armadores dispuestos a probar las posibilidades de la TPP para evitar los problemas derivados jurisdicción nacional.

El Código Polar de la OMI es el principal instrumento para el Ártico seguridad marítima tan pronto como sea ratificada (véase IMO 2016).

**CONCLUSIONES**

**PRIMERA:**

Las estadísticas actuales del tráfico del Canal de Suez, no reflejan variación en los meses de verano, todavía no se reflejan en esta ruta las consecuencias del deshielo del Mar Ártico por el cambio climático y la apertura de las rutas polares por el Norte.

**SEGUNDA:**

El tráfico marítimo de las rutas árticas, no está aumentando estos últimos años a pesar de la viabilidad de su uso en los meses de verano. Los buques que actualmente usan estas rutas son buques de las costas Árticas (Rusia, Canadá, EE.UU). Estas potencias, son las que concentran la propiedad de la totalidad de los buques nucleares rompehielos.

**TERCERA:**

Las rutas marítimas por el Mar Ártico, como alternativa al Canal de Suez son 6.000 millas nautas más cortas. Esto supone un ahorro en tiempo, de doce días aproximadamente, un notable ahorro en combustible y costes con la utilización de estas nuevas rutas.

**CUARTA:**

Los estudios de la evolución del deshielo del Ártico, revelan que en el 2035, las rutas del Ártico ya serían potencialmente accesibles prácticamente todo el año y sin necesidad de utilizar un buque con categoría de rompehielos.

**QUINTA:**

Las disputas políticas en los gobiernos de la zona del Mar Ártico (Rusia, Canadá y EE.UU.) deberán llegar a un acuerdo de los derechos de las aguas del Mar Ártico, cuando las rutas empiecen a ser más transitadas para no generar problemas logísticos y legales al tráfico marítimo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Arctic Council Norwegian Chairmanship (2006) *Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report*. Available at: [http://library.arcticportal.org/1400/1/AMSA\\_2009\\_Report\\_2nd\\_print.pdf](http://library.arcticportal.org/1400/1/AMSA_2009_Report_2nd_print.pdf) (Accessed: 15 September 2017).
- Bhattacharya, S. (2012) 'The effectiveness of the ISM Code: a qualitative enquiry', *Marine Policy*. Elsevier, 36(2), pp. 528–535. doi: 10.1016/j.marpol.2011.09.004.
- Canada, M. of F. and O. (2012) *Ice Navigation in Canadian Waters*. Edited by M. of F. and O. Canada. Ottawa, Ontario: Icebreaking Program, Maritime Services Canadian Coast Guard Fisheries and Oceans Canada. Available at: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/notices-avis-eng.htm%0ANote> (Accessed: 16 September 2017).
- Deggim, H. (2009) 'International requirements for ships operating in polar waters', *International Maritime Organization, London*. Available at: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/PapersAndArticlesByIMOSTaff/Documents/International requirements for ships operating in polar waters - H. Deggim.pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/PapersAndArticlesByIMOSTaff/Documents/International_requirements_for_ships_operating_in_polar_waters_-_H._Deggim.pdf) (Accessed: 14 September 2017).
- El Deshielo Ártico Destroza su récord* (no date). Available at: <http://masivaecologica.com/articulo-el-deshielo-artico-destroza-su-record> (Accessed: 16 September 2017).
- Hansen, C. Ø., Grønsedt, P., Graversen, C. L. and Hendriksen, C. (2016) *Arctic shipping – commercial opportunities and challenges cbs maritime cross disciplinary problem-focused research and education in the maritime industry context*, *Copenhagen Business School*. Available at: [https://services-webdav.cbs.dk/doc/CBS.dk/Arctic Shipping - Commercial Opportunities and Challenges.pdf](https://services-webdav.cbs.dk/doc/CBS.dk/Arctic_Shipping_-_Commercial_Opportunities_and_Challenges.pdf) (Accessed: 15 September 2017).
- Humpert, M. and Raspotnik, A. (2012) *The Future and Arctic Shipping Along the Transpolars Sea Routes*, *Arctic Yearbook 2012*.

- International Maritime Organization (2010) *Ships Operating in Polar Waters*.
- Jensen, Ø. (2007) *The IMO Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-covered Waters: From Voluntary to Mandatory Tool for Navigation Safety and Environmental Protection, FNI-Report 2/2007*.
- Jiménez, S. D. (2009) *Técnicas de supervivencia personal*. Spain: escuela nacional de pesca.
- Kum, S. and Sahin, B. (2016) 'A survey on ice navigation research', *Transactions of navigation*, 1(1), pp. 23–28. Available at: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jintransnavi/1/1/1\\_23/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jintransnavi/1/1/1_23/_article/-char/ja/) (Accessed: 14 September 2017).
- Li, K., Yin, J. and Fan, L. (2014) 'Ship safety index', *Transportation research part A: policy and practice*. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856414001116> (Accessed: 15 April 2017).
- Mullai, A. and Paulsson, U. (2011) 'A grounded theory model for analysis of marine accidents', *Accident Analysis & Prevention*. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000145751100073X> (Accessed: 15 April 2017).
- National Ice Center. (no date) *Chapter 33 Ice Navigation*. Available at: [http://msi.nga.mil/MSISiteContent/StaticFiles/NAV\\_PUBS/APN/Chapt-34.pdf](http://msi.nga.mil/MSISiteContent/StaticFiles/NAV_PUBS/APN/Chapt-34.pdf) (Accessed: 15 September 2017).
- Oses, X. M. de (2010) *Meteorología Aplicada a la Navegación*.
- Østreng, W., Eger, K., Fløistad, B. and Jørgensen-Dahl, A. (2013) 'Shipping in Arctic waters: a comparison of the Northeast, Northwest and trans polar passages'. Available at: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=beU\\_AAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=GUIDELINES+FOR+SHIPS+OPERATING+IN+POLAR+WATERS&ots=Br1ouXxl0J&sig=ujsjBuKLVbm8E\\_qF0qbRbhMO4E0](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=beU_AAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=GUIDELINES+FOR+SHIPS+OPERATING+IN+POLAR+WATERS&ots=Br1ouXxl0J&sig=ujsjBuKLVbm8E_qF0qbRbhMO4E0)

(Accessed: 14 September 2017).

Ottawa, O. (2012) 'Ice Navigation in Canadian Waters', in, p. 153. Available at: <http://www.ccg-gcc.gc.ca/folios/00913/docs/ice-navigation-dans-les-galces-eng.pdf> (Accessed: 16 September 2017).

Polyak, L., Alley, R. B., Andrews, J. T., Brigham-Grette, J., Cronin, T. M., Darby, D. A., Dyke, A. S., Fitzpatrick, J. J., Funder, S., Holland, M., Jennings, A. E., Miller, G. H., O'Regan, M., Savelle, J., Serreze, M., St. John, K., White, J. W. C. and Wolff, E. (2010) 'History of sea ice in the Arctic', *Quaternary Science Reviews*. Pergamon, 29(15–16), pp. 1757–1778. doi: 10.1016/j.quascirev.2010.02.010.

Raza, Z. and Schøyen, H. (2014) 'a Comparative Study of the Northern Sea Route ( Nsr ) in Commercial and Environmental ...', (June).

Resolution IMO (2009) 4.1024 (26): *Guidelines for ships operating in Polar waters*.

Riska, K. (2011) 'Design of Ice Breaking Ships', pp. 1–66.

Schøyen, H., Bråthen, S. and Schøyen, H. (2010) 'Bulk shipping via the Northern Sea route versus via the Suez Canal: who will gain from a shorter transport route?', in *12th WCTR*,. Lisbon, Portugal, pp. 1–28. Available at: <http://www.wctrs.leeds.ac.uk/wp/wp-content/uploads/abstracts/lisbon/general/01720.pdf> (Accessed: 15 September 2017).

Scott, M. (2016) 'Sea Ice : Feature Articles'. NASA Earth Observatory.

Ship & Ocean Foundation (Tokyo, J. (2001) *The northern sea route: the shortest sea route linking East Asia and Europe*. Ship & Ocean Foundation.

Silva, L. De and Mudunkotuwa, D. (2016) 'Short-term sea ice prediction for ice navigation in the Arctic sea routes using TIGGE data', in *Final Symposium on GRENE-Arctic Climate Change Research Project*, pp.

- 3–4. Available at:  
[http://www.nipr.ac.jp/grene/20160303symposium/abstract/P07-098\\_Waruna.Arampath.pdf](http://www.nipr.ac.jp/grene/20160303symposium/abstract/P07-098_Waruna.Arampath.pdf) (Accessed: 14 September 2017).
- Sundstrom, E., De Meuse, K. P. and Futrell, D. (1990) 'Work teams: Applications and effectiveness.', *American Psychologist*, 45(2), pp. 120–133. doi: 10.1037/0003-066X.45.2.120.
- 'The Northern Sea Route versus the Suez Canal: cases from bulk shipping' (2011) *Journal of Transport Geography*. Pergamon, 19(4), pp. 977–983. doi: 10.1016/J.JTRANGE0.2011.03.003.
- 'The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe' (2010) *Journal of Transport Geography*. Pergamon, 18(3), pp. 434–444. doi: 10.1016/J.JTRANGE0.2009.08.004.
- UK Government (2010) *A strong Britain in an age of uncertainty: the national security strategy, Presented to Parliament by the Prime Minister by Command of Her Majesty October 2010*. doi: Cm 7953.
- UK Government (2014) *The UK National Strategy for Maritime Security, Presented to Parliament by the Secretary of State for Defence by Command of Her Majesty May 2014*. Available at: [http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/int/uk-strategy-for-maritime-security\\_2014.pdf](http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/int/uk-strategy-for-maritime-security_2014.pdf).
- Weisbrod, R. (2011) *The Geography of Transport Systems*, *Journal of Urban Technology*. doi: 10.1080/10630732.2011.603579.
- Wilkes, A. (2014) *Arctic and northern waters*.

## **AVISO DE RESPONSABILIDAD**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.