



**TRABAJO FINAL INTEGRADOR PARA EL  
CURSO DE CAPACITACIÓN EN  
METEOROLOGÍA**

Situaciones meteorológicas frecuentes que  
influyen en el desarrollo de la Campaña  
Peruana

AUTOR: Tte. 1° (A.P) Oswaldo GARCÍA Tello

TUTOR: CCCDEJ Álvaro Santiago Scardilli

Diciembre 2018

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

# ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	3
2.	INTRODUCCION.....	4
3.	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
4.	MARCO TEÓRICO.....	8
4.1	BUQUE OCEANOGRÁFICO POLAR BAP CARRASCO.....	8
4.2	ESTACIÓN ANTÁRTICA MACHU PICCHU.....	10
4.3	HERRAMIENTAS PARA LA PREVISIÓN DEL TIEMPO A BORDO.....	11
4.4	CLIMATOLOGÍA ANTÁRTICA.....	12
4.5	SITUACIONES METEOROLÓGICAS MAS FRECUENTES EN LA PENÍNSULA ANTÁRTICA .....	13
4.6	CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LA ISLA REY JORGE .....	27
5.	ANÁLISIS DE SITUACIONES METEOROLÓGICAS .....	30
6.	CONCLUSIONES .....	48
7.	BIBLIOGRAFIA.....	51

# 1. RESUMEN

El presente trabajo busca dar a conocer las posibles situaciones meteorológicas durante el tránsito del Bap “Carrasco” teniendo conocimiento de la derrota durante la campaña antártica peruana, desde el zarpe del puerto del Callao – Perú, Hasta el arribo a la ensenada Mackellar en donde se encuentra ubicada la estación peruana “Machu Picchu”, en la Isla Rey Jorge (25 de mayo), islas Shetland del Sur, península Antártica , y así mismo el retorno hasta el Puerto del Callao – Perú, brindando la información necesaria para asesorar al comandante sobre el momento de zarpe e ingreso a los diferentes puertos y bahías durante la campaña, quizás adelantando o retrasando las diversas operaciones, tratando de prevenir cualquier peligro a la navegación y preservar la seguridad de cada uno de los tripulantes a bordo como pilar y prioridad.

## 2. INTRODUCCIÓN

La República del Perú se adhirió al Tratado Antártico el 10 de abril de 1981, durante la XI Reunión Consultiva de Buenos Aires. En esa oportunidad reconoció al Tratado como el único instrumento jurídico válido y creador de derecho internacional sobre la Antártida. El Perú, al adherirse al Tratado, hizo una reserva de sus derechos de territorio amparándose en el principio de frontación e influencia antártica en su clima, ecología y biología marina, aduciendo, además continuidad geológica y vínculos históricos.

La Política Nacional Antártica Peruana, se aprobó el 7 de octubre de 1987, reiterando la necesidad de afirmar la presencia del Perú en la Región Antártica, con el fin de cautelar los intereses del Perú en dicha región.

Perú es reconocido como Miembro Consultivo del Tratado Antártico al haber realizado su Primera Expedición Científica en el verano austral de 1988 y al haber instalado la Estación Científica Antártica "Machu Picchu" en Punta Crépin, Ensenada Mac Kellar de la Bahía Almirantazgo, en la Isla Rey Jorge o 25 de mayo, pertenecientes a las Islas Shetland del Sur. Sus coordenadas geográficas son: 62° 05.5 de latitud sur y 58°28.5 de longitud oeste.

Dicho reconocimiento se realiza en la Reunión Consultiva Del Tratado Antártico en 1989 realizada en París, Francia.

Perú, mediante su nueva Política Nacional Antártica abraza con esperanza y optimismo una presencia permanente en la Antártida, en tal sentido la visión futura de unión iberoamericana se cristalizará en la medida que los gobiernos incrementen las relaciones de cooperación internacional mediante los acuerdos y convenios en materia antártica

Desde el reconocimiento en 1989, se han realizado 25 expediciones científicas a la Antártida entre 1988 y el presente año, de las cuales 13 de estas campañas fueron realizadas a bordo del B.I.C Humboldt, utilizado como plataforma logística y científica. Esta unidad pertenece al Instituto del Mar del Perú, Ministerio de la Producción, pero dotado mediante un convenio por personal de la Armada.

La última Campaña realizada este año, la cual finalizó a mediados del mes de marzo, se utilizó como plataforma logística y científica al BAP Carrasco, unidad científica

perteneciente a la Marina de Guerra del Perú, Ministerio de Defensa, la cual fue entregada al gobierno peruano a principios del año 2016.

El BAP Carrasco (BOP-171), es un buque oceanográfico polar de la Marina de Guerra del Perú, adscrito a la Dirección de Hidrografía y Navegación, construido en los astilleros P. Freire Shipyard de España, cuenta con una capacidad para albergar 110 personas entre tripulantes y personal científico, y tiene por finalidad realizar cruceros de investigación oceanográfica en el dominio marítimo peruano y en la Antártida, como fue el código y nombre que se le asignó para el proyecto de inversión pública, lo mencionamos en forma especial debido justamente a la razón de ser del proyecto de inversión para la construcción, Investigación en la Antártida.

En estas expediciones científicas hasta la fecha, se han realizado diversos tipos de investigaciones, abarcando el ámbito costero y marítimo, se puede encontrar los siguientes programas: Hidrografía, Medioambiente Costero Antártico, Oceanografía, Biología Marina Oceanografía Física, Geodesia, Cartografía y Meteorología.

Desde la primera campaña realizada en el año 1988, se incluyó el programa de Meteorología, para poder conocer las condiciones meteorológicas del Estrecho de Bransfield, y así sucesivamente en las demás campañas científicas, casi en su totalidad con responsabilidad del desarrollo por parte de personal de la Fuerza Aérea del Perú, en ellas incluyen todas las variables meteorológicas observadas, medidas y calculadas posibles en la Zona de tránsito de la plataforma y de la responsabilidad Científica en continente.

Hasta hace algunas décadas o años los conocimientos de la previsión meteorológica se transmitían de generación en generación, se iban adquiriendo con la experiencia. Hoy en día se dispone de gran cantidad de información, a la que podemos acceder a través de páginas web y de aplicaciones vía Internet Satelital, a pesar de ello, el clima cambiante del continente blanco obliga a replanificar todo y tomar decisiones en función de lo que la naturaleza permite.

El presente Trabajo recopila los temas más importantes e influyentes de los diferentes trabajos de investigación, incidiendo preferentemente en cuales fueron las condiciones meteorológicas adversas predominantes en su travesía, considerando desde el zarpe del Puerto del Callao, Perú, Puerto de Ancud, Chile, tránsito por los canales interiores del sur de Chile, Estrecho de Magallanes, El pasaje de Drake y la bahía Almirantazgo.

Esta información servirá para conocer los lugares más frecuentes con anomalías meteorológicas, de esta manera el pronóstico del tiempo podrá ser elaborado previo al zarpe y actualizado periódicamente, una de las variables principales de asesoramiento para el comandante, gracias a esa interpretación y pronóstico se podrá determinar el mejor posible para continuar con la derrota, lo cual permitirá cumplir la misión y, al mismo tiempo, resguardar a la unidad y a todos sus tripulantes.

### **3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

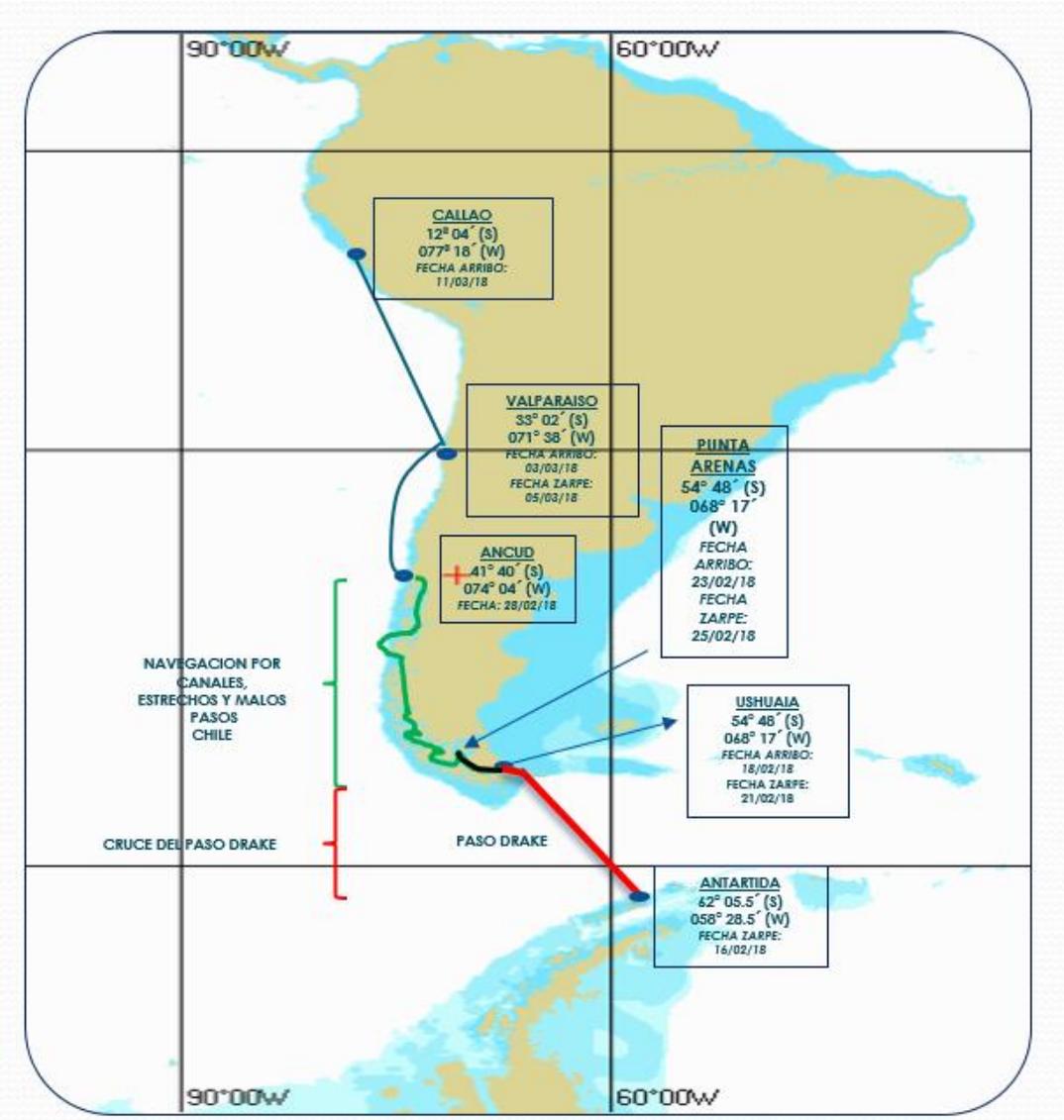
Con la finalidad de conocer en detalle las posibles situaciones climatológicas y meteorológicas que podrían afectar el desarrollo del tránsito del Bap “Carrasco” hacia la Antártida, en el presente trabajo se planteará la derrota futura propuesta de la campaña antártica peruana, dando de esta manera un mayor acierto sobre las consideraciones del tiempo meteorológico en el ámbito de operación teniendo en cuenta la situación espacio y tiempo durante la navegación.

Por lo tanto se planteará un futuro zarpe del Bap “Carrasco” en el verano austral, considerando ya las condiciones climatológicas en el año, a partir de los meses de noviembre hasta principios del mes de marzo, época adecuada para realizar la campaña, otro motivo primordial para tener en consideración, es la configuración de la estación antártica peruana de nombre “Machu Picchu”, que por el nombre de estación podemos inferir que los meses antes mencionados son los únicos posibles para el desarrollo de la campaña.

En el mes de noviembre se estima el zarpe desde el puerto del Callao-Perú con destino al puerto Valparaíso-Chile arribando el mes consignado anteriormente, siguiendo el itinerario hacia la bahía de Ancud y de ahí a través de los canales, estrecho y malos pasos, hasta el puerto de Punta Arenas-Chile, para el respectivo reabastecimiento, la derrota continuaría atravesando el paso Drake hasta llegar en primera instancia a la Base Chilena de Frei, y continuar hacia la Estación peruana Machu Picchu, así mismo se tiene considerado hacer dos reabastecimientos más en Punta Arenas y una visita protocolar en el Puerto argentino de Ushuaia, y como parte final de la campaña se ha considerado como última parte del itinerario el puerto de Punta Arenas-Chile y Valparaíso – Chile en el mes de febrero, culminando la campaña ANTAR XXVI en ese mismo mes en el Puerto del Callao-Perú.

La situaciones meteorológicas que se plantearán a través de la derrota nos darán la información necesaria para asesorar al comandante sobre el momento de zarpe e ingreso a los diferentes puertos y bahías durante la campaña, quizás adelantando o retrasando las diversas operaciones, puesto que como consigna permanente tenemos que la seguridad del personal y material priman ante cualquier otra consideración, en especial la vida humana, preservar la seguridad de cada uno de los tripulantes.

.DERROTA PROPUESTA EN FORMA GRÁFICA



## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 BUQUE OCEANOGRÁFICO POLAR BAP CARRASCO

La construcción del BAP Carrasco obedeció a la necesidad del gobierno peruano de contar con una nave que le permita mejorar las operaciones de investigación científica oceanográfica en el dominio marítimo y sobre todo en la Antártida, actividades que hasta la fecha había venido desarrollando el BIC Humboldt construido en 1978.

El 7 de mayo de 2016 se llevó a cabo en Vigo (España) la ceremonia de botadura del BAP Carrasco en presencia del Presidente de la República Ollanta Humala, el Ministro de Defensa Jakke Valakivi y otras autoridades peruanas.

El 22 de marzo de 2017 el astillero Freire hizo entrega formal del BAP Carrasco a la Marina de Guerra del Perú en el muelle comercial de Vigo, España. Para el efecto, se llevó a cabo la respectiva ceremonia de izamiento de la bandera peruana en el navío, contándose con la presencia del vicealmirante James Thornberry Schiantarelli, Director General de Material de la Marina de Guerra del Perú, entre otras autoridades.

El 3 de mayo de 2017 el Carrasco arribó al Puerto del Callao y fue formalmente incorporado a la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, en una ceremonia que contó con la presencia del Presidente Pedro Pablo Kuczynski.

El 14 de diciembre de 2017 la nave zarpó hacia su primera misión a la Antártida, en el marco de la expedición ANTAR XXV, la cual se desarrolló por un periodo de noventa días calendario, considerando trabajos científicos, pruebas polares, mantenimiento de la estación antártica peruana Machu Picchu, visitas protocolares e intercambio cultural con las bases antárticas extranjeras, retornando al Callao el 14 de marzo de 2018.

#### Características Principales

Desplazamiento	5000 t	DOS (2) Propulsores azimutales
Eslora • Máxima:	95,3 m	Rolls Royce
Manga	18 m	Velocidad Máxima 16,50 nudos
Puntal	9,20 m	Velocidad Crucero 12 nudos
Calado	5,95 m	Autonomía 51 días
Propulsión:		Capacidad:
CUATRO (4) Máquinas Diésel-eléctricas Carterpillar/GE		Tripulación 50
		Científicos 60

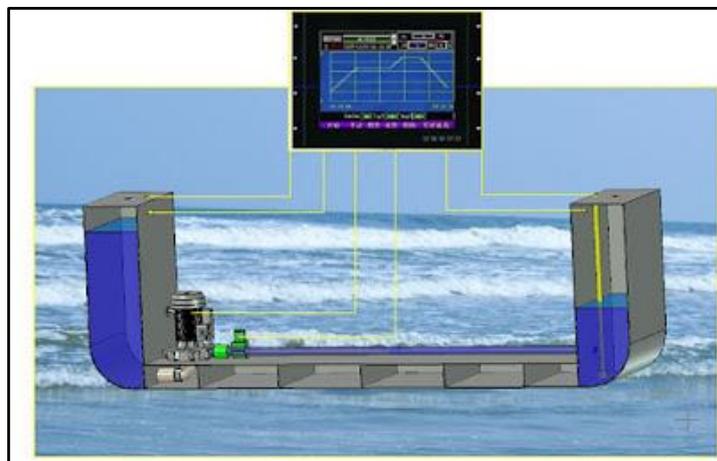
## Capacidad polar

Su capacidad de navegación en aguas polares, le permite romper hielos de hasta 1 metro de espesor conforme a su notación de Clase Polar PC7, le permite extender su permanencia en la Antártida por periodos mayores, facilitando de esta manera la ejecución de proyectos de investigación de largo aliento y mayor envergadura en el continente blanco, así como brindar una cobertura logística más amplia a la Base Científica Machu Picchu.

## Sistema Anti Rolling

Los tanques pasivos estabilizadores están basados en el principio de que un fluido en un tanque parcialmente lleno, dentro del buque, se moverá de un lado a otro a través del tanque cuando el buque se mueva en sentido del balance. La diferencia de peso entre producido por el desplazamiento del fluido generará un momento de balance en el buque, el cual puede ser ajustado en contraposición con el balance natural del buque en el mar, sirviendo para amortiguar y disminuir la amplitud en el movimiento de balance del buque.

Los tanques pasivos estabilizadores están basados en el principio de que un fluido en un tanque parcialmente lleno, dentro del buque, se moverá de un lado a otro a través del tanque cuando el buque se mueva en sentido del balance. La diferencia de peso entre producido por el desplazamiento del fluido generará un momento de balance en el buque, el cual puede ser ajustado en contraposición con el balance natural del buque en el mar, sirviendo para amortiguar y disminuir la amplitud en el movimiento de balance del buque.



Con los tanques pasivos se puede conseguir una importante disminución del movimiento de balance de los buques empleando una masa de agua no superior al 10% del desplazamiento del buque, especialmente en condiciones de oleaje regular. Por el contrario su eficacia se reduce con mar agitado, debido a la diversidad de frecuencias de las olas que lo forman, en este caso es importante contar con el sistema de estabilizadores pasivos controlados.

## **Sistema de posicionamiento Dinámico 2**

Dynamic Positioning 2 (DP2), Posicionamiento Dinámico en Español es hoy en día una herramienta altamente desarrollada y muy bien establecida en el mundo el negocio marítimo especializado y particularmente en el “offshore”.

La definición técnica es la de sistema de a bordo cuya función es controlar automáticamente la posición y el rumbo del barco, exclusivamente con el uso de propulsión activa, recibiendo para ello la información de los sistemas que analizan las circunstancias externas en las que el buque está actuando.

## **4.2 ESTACIÓN ANTÁRTICA MACHU PICCHU**

La Estación Científica Antártica “Machu Picchu” (ECAMP), está ubicada en la Ensenada Mackellar de la Isla Rey Jorge, una de las Islas Shetland del Sur ubicadas en el extremo norte de la Península Antártica, compartiendo la Isla con las Estaciones de Ferraz de Brasil, Arctowski de Polonia, Carlini de Argentina, King Sejong de Corea, Artigas de Uruguay, Bellingshausen de Rusia, Frei de Chile y la Gran Muralla de China. Coordenadas de ubicación geográfica, 62° 05.5' latitud Sur y 58°28.5' longitud oeste.

La Estación Científica Antártica Machu Picchu está constituida por once (11) módulos: 1 y 2 de habitabilidad, 3 de cocina, 4 para proveeduría, 5 de laboratorios, 6 casa fuerza, 7 y 8 de mantenimiento y almacén de vehículos, 9 de desechos, Actualmente la Estación Peruana es operada únicamente durante el verano austral y puede albergar a 43 personas cómodamente instaladas. 10 como refugio y 11 una nueva casa de fuerza.

En noviembre de 2005, cumpliendo el Protocolo de Madrid, se llevó a cabo un estudio ambiental y de mejoramiento operativo de la base Machu Picchu, instalándose un incinerador y una máquina compactadora para los residuos sólidos generados. Esto, además de la instalación del laboratorio y de la ampliación del módulo de vivienda, la realizó personal de la Compañía de Operaciones Antárticas (Unidad del Ejército de Perú, encargada de la parte logística y administrativa en la Estación Antártica Peruana), durante el verano austral 2005-2006.

#### **4.3 HERRAMIENTAS PARA LA PREVISIÓN DEL TIEMPO A BORDO**

El Bap Carrasco cuenta con diferentes medios para obtener información meteorológica necesaria para las operaciones, de suma importancia para realizar el planeamiento y ejecución de estas, de las cuales podemos mencionar las siguientes:

NAVTEX: El sistema NAVTEX es un servicio internacional de telegrafía de impresión directa para la difusión a los buques de avisos náuticos, boletines meteorológicos y de información urgente de seguridad marítima relativa a las aguas costeras hasta 400 millas de la costa., en el caso del equipo a bordo, recibe información de las estaciones meteorológicas de Perú, Chile y Argentina.

INMARSAT C: Inmarsat-C es un servicio de paquetes de datos bidireccionales operado por la empresa de telecomunicaciones Inmarsat que opera entre estaciones terrenas móviles y estaciones terrenas terrestres.

El servicio funciona con un método de almacenamiento y reenvío que permite la interfaz con la transferencia de la red de datos, incluyendo; correo electrónico; SMS; télex; monitoreo remoto; seguimiento (reporte de posición); gráficos y actualizaciones del clima; información de seguridad marítima (MSI); seguridad Marítima; GMDSS; mensajería bidireccional; informes de datos y sondeos; Seguridad / alerta de emergencia, en el caso del equipo a bordo, recibe información de las estaciones meteorológicas de Perú, Chile y Argentina.

MARINE FAX: Es un receptor de fax marino diseñado para recibir e imprimir avisos a los navegantes, como los boletines que se transmiten desde estaciones terrestres ubicadas en Argentina y Chile.

SISTEMA DE MENSAJERÍA CHASQUI: Es un sistema de mensajería a través de ondas de radio que utiliza la Armada Peruana para las comunicaciones desde tierra hacia las unidades y viceversa, en forma de texto, La dirección de Hidrografía y Navegación de Perú a través de este sistema envía la información meteorológica requerida por la unidad.

DARTCOM GVAR: El sistema adquiere datos de todos los satélites GOES en tiempo real, proporcionando visualización completa y facilidades de procesamiento para las imágenes de diferentes longitudes de onda en el espectro electromagnético, como son el infrarrojo resultante, Imágenes visibles y vapor de agua.

#### **4.4 CLIMATOLOGÍA ANTÁRTICA**

Se puede caracterizar a la Antártida por un vórtice de aire muy frío sobre el continente que permanece prácticamente aislado del aire del resto del planeta por un fuerte cinturón de vientos del oeste en la tropósfera y estratósfera inferior. La salida del aire de este vórtice tiene lugar por el descenso del mismo hacia la superficie del continente, anticiclón polar y su divergencia por los bordes del mismo, así como por la rotura, en los meses de verano, del cinturón de viento que lo rodea.

En la superficie tenemos un cinturón polar de bajas presiones que se mueve durante todo el año siguiendo al mar de hielo entre los 50 y 70° de latitud Sur, teniendo su máxima actividad al final de la primavera y expandiéndose hacia el norte durante los meses de invierno. Normalmente, la ciclo génesis alcanza su máxima intensidad al sur de los 50° con bajas presiones moviéndose hacia el E y SE a una velocidad de unos 20 nudos.

Según el SMN de Chile, las condiciones meteorológicas se ven afectadas por tres tipos de ciclones: los procedentes del NW, los que tienen su centro en el Paso de Drake y los situados al sur de Península Antártica, en el mar de Bellinhausen, y que la atraviesan hacia el mar de Weddell. Los primeros y terceros son fundamentales en la meteorología del lado oeste de la península, mientras que el segundo afecta especialmente a las islas Shetland. Sólo la presencia de un anticiclón de bloqueo al Sur o SW de las Islas Malvinas provoca periodos de buen tiempo en las Shetland.

## 4.5 SITUACIONES METEOROLÓGICAS MÁS FRECUENTES EN LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

Al igual que sucede en otras partes del planeta, en la Península Antártica (PA), las condiciones meteorológicas se repiten con alguna regularidad; estas condiciones y su evolución, pueden relacionarse con las trayectorias que siguen las depresiones que afectan la zona, sus sistemas frontales asociados y los centros de alta presión. El presente trabajo es el resultado del análisis diario de cartas meteorológicas circumpolares y regionales de superficie entre 1979 y 1994. Estos análisis fueron hechos por el equipo de pronosticadores que el Servicio Meteorológico Nacional Argentino asignó a la Sección Meteorología Antártica (más tarde transformada en el Centro Meteorológico Antártico Buenos Aires), a través de imágenes VIS/IR obtenidas de satélites meteorológicos de las series NOAA y METEOR.

La experiencia a través de este período ha permitido detectar al menos 4 trayectorias típicas de los centros de baja presión. En cuanto a los anticiclones se pueden diferenciar dos casos. Cada una de estas situaciones, generan condiciones de tiempo distintas en las diferentes porciones de la PA y sus mares adyacentes.

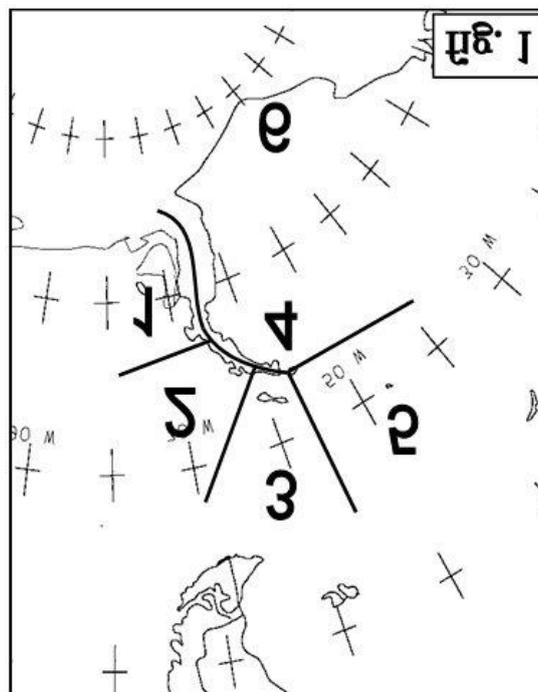


Figura 1. Zonas referenciadas en el texto para realizar el estudio.

Para facilitar las descripciones, se han definido 6 zonas (Ver figura 1):

Zona 1: Mar de Bellingshausen Sur y Costa Oeste (porción sur) de la PA. (San Martín, Rotería Point, Fossil Bluff).

Zona 2: Mar de Bellingshausen Norte y Costa Oeste (porción norte) de la PA (Faraday, Palmer).

Zona 3: Archipiélago de las Shetland del Sur, Mar de la Flota y Sur del Pasaje de Drake (Jubany, Artigas, Arktowski, Frei, Pratt, Bellingshausen, Great Wall, King Sejong, Juan Carlos I, O'Higgins).

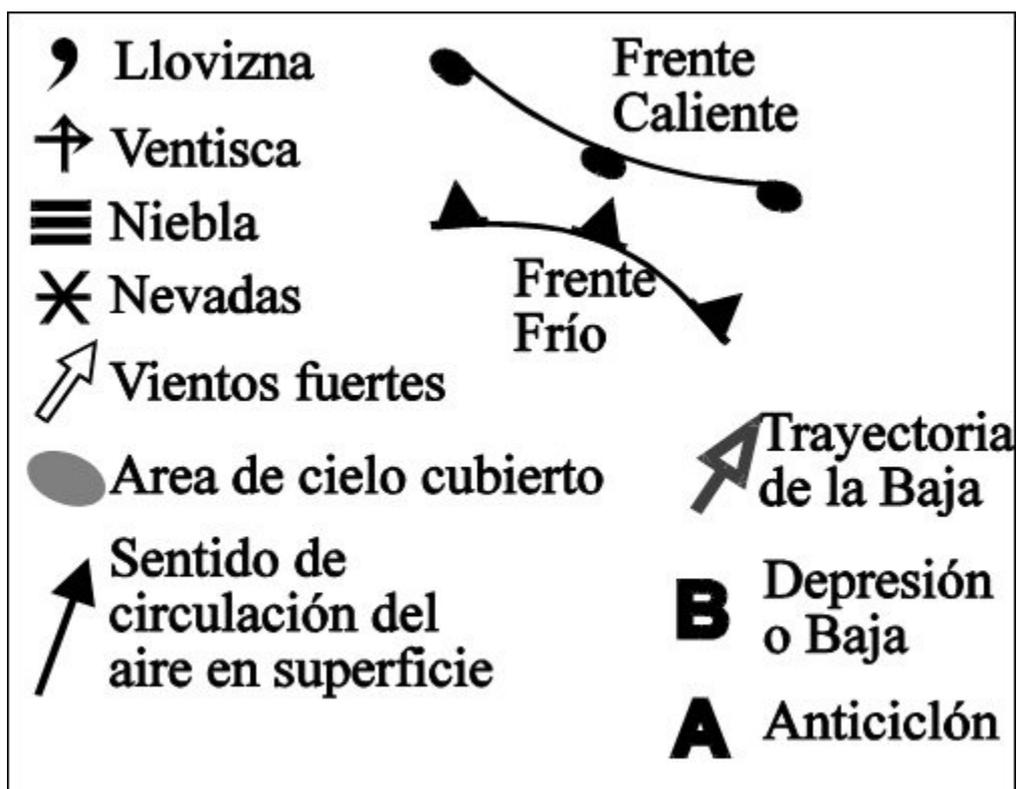
Zona 4: Noreste del Mar de Weddell y Costa Este (porción norte) de la PA (Esperanza, Marambio).

Zona 5: Norte del Mar de Weddell (Orcadas, Signy Is.)

Zona 6: Mar de Weddell Sur, Barrera de Hielos de Filchner (Belgrano, Halley Bay)

## 1. Iconografía

En los gráficos se utilizaron los siguientes íconos, para representar con esquemas sencillos, la evolución de cada situación.



## **2. Consideraciones iniciales: borrascas**

El aire del Weddell, es normalmente más frío que el aire del Bellingshausen, del Pasaje de Drake y del Atlántico Sur. Es habitual observar fuertes gradientes térmicos entre la zona 4 (dentro del aire frío) y las zonas vecinas 2 y 3. Con frecuentes diferencias de 15, 20°C y aún más. También se pueden encontrar grandes diferencias de temperatura con la zona 5, la que alternativamente puede encontrarse dominada por el aire “cálido” o por el aire frío.

En la Zona 4, según la situación que domine la región; pueden producirse bruscos calentamientos, con vientos del N, mientras que, cuando el viento rota al SW, se producen fuertes descensos de la temperatura (10 o 15°C, a veces más, en 3 ó 6h) con el retorno del aire frío. En algunas situaciones en las que el viento del SW es muy fuerte (más de 40kt), el enfriamiento se repite algo más tarde en la zona 3, aunque con menor intensidad.

Trayectoria “a”

Condiciones favorables: Anticiclones extensos sobre ambos océanos, o bien otras depresiones moviéndose hacia el E sobre el Drake. Al acercarse la depresión a la PA, resulta afectada la zona 1, con nevadas y ventiscas. La circulación del N que precede a la depresión puede transportar aire “caliente” (a veces con temperaturas próximas o ligeramente superiores a 0°) sobre el norte de la PA, pudiendo registrarse lluvias o lloviznas en las zonas 2 y 3. Generalmente en la zona 4 todavía no se registran fenómenos, pero, si la depresión es intensa, puede generar vientos muy fuertes del NW asociados con un efecto Zonda (o Foehn), es decir un calentamiento del aire al descender a sotavento de la Cordillera Antártica (Ver figura 2).

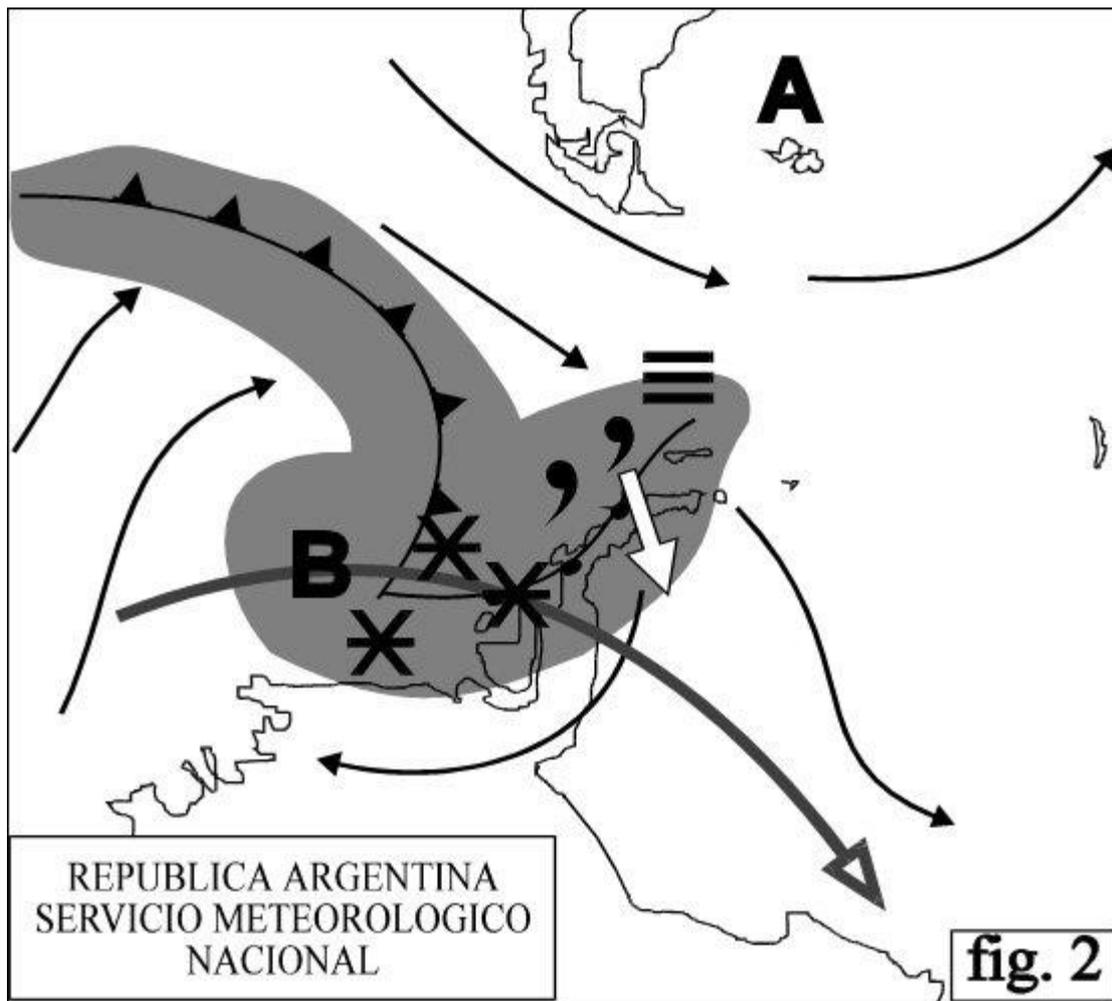


Figura 2. Borrascas y trayectorias de tipo "a".

Cuando la Baja se traslada hacia el Weddell, el tiempo mejora en las Zonas 1, 2 y 3, y tiende a desmejorar en la zona 6 (nevadas y ventiscas); los vientos, en un principio del sector N, rotan al E incrementándose (con velocidades que pueden llegar a 30 ó 40kt).

También desmejora en la zona 5, con fenómenos similares a los de la zona 3. En la Zona 4, el viento rota al SW, a veces intenso (30, 40kt o más) acompañado de nevadas, ventiscas y un descenso de la temperatura (Ver figura 3).

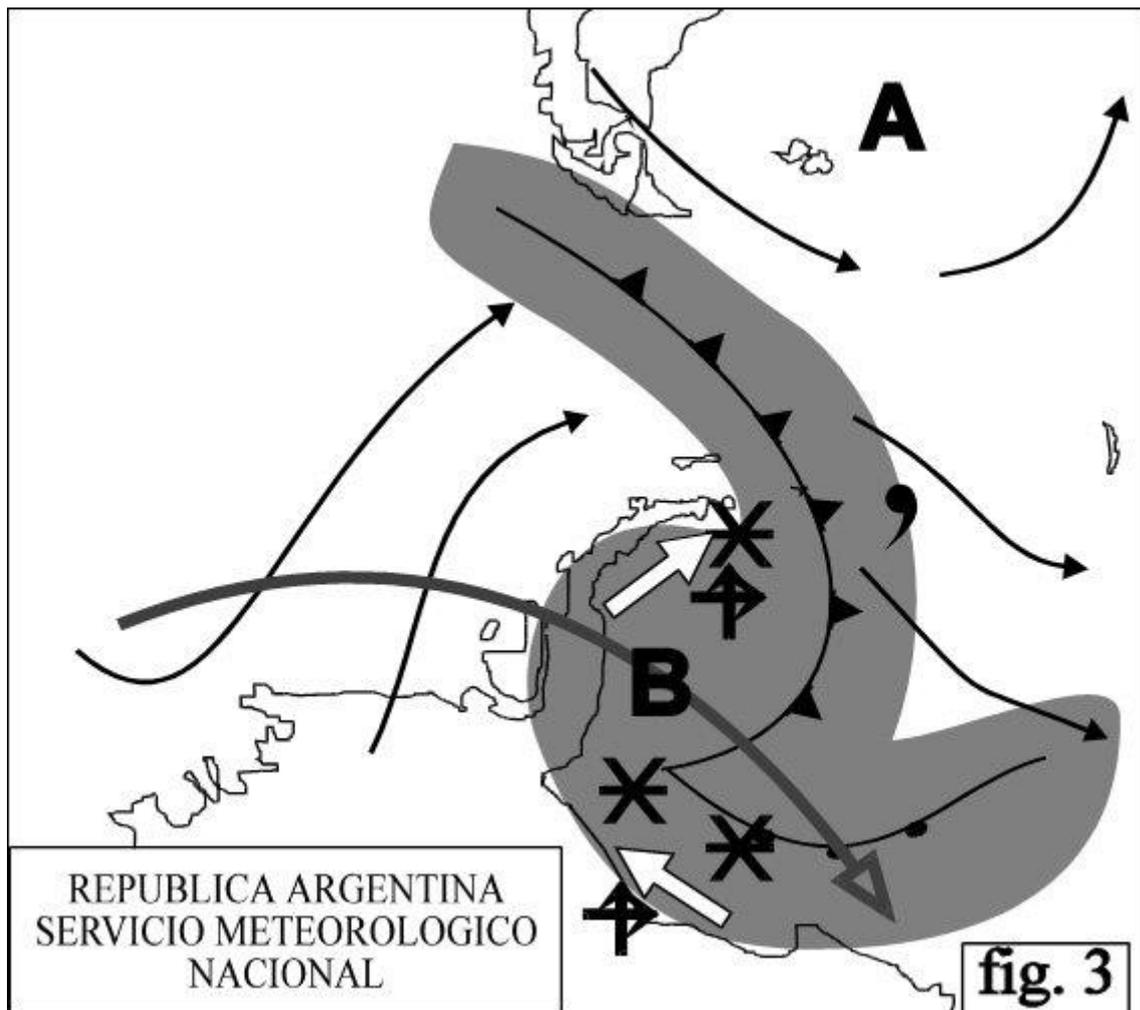


Figura 3. Borrascas y trayectorias de tipo "a".

Más tarde, con la depresión alejándose hacia el E, el tiempo mejora en las zonas 4, 5 y 6.

#### Trayectoria "b"

Condiciones favorables: Sobre los mares de Bellingshausen Sur y Weddell Sur, predomina el Anticiclón polar u otras depresiones. (En este último caso, sobre las zonas 1 y 6, reinan condiciones de mal tiempo (nevadas y ventiscas).

Al acercarse la depresión y su sistema frontal, a las zonas 2 y 3, es probable la formación de bancos de niebla, y más tarde la ocurrencia de precipitaciones (generalmente nevadas, aunque en ocasiones se producen lluvias y lloviznas); los vientos prevalecen del sector N.

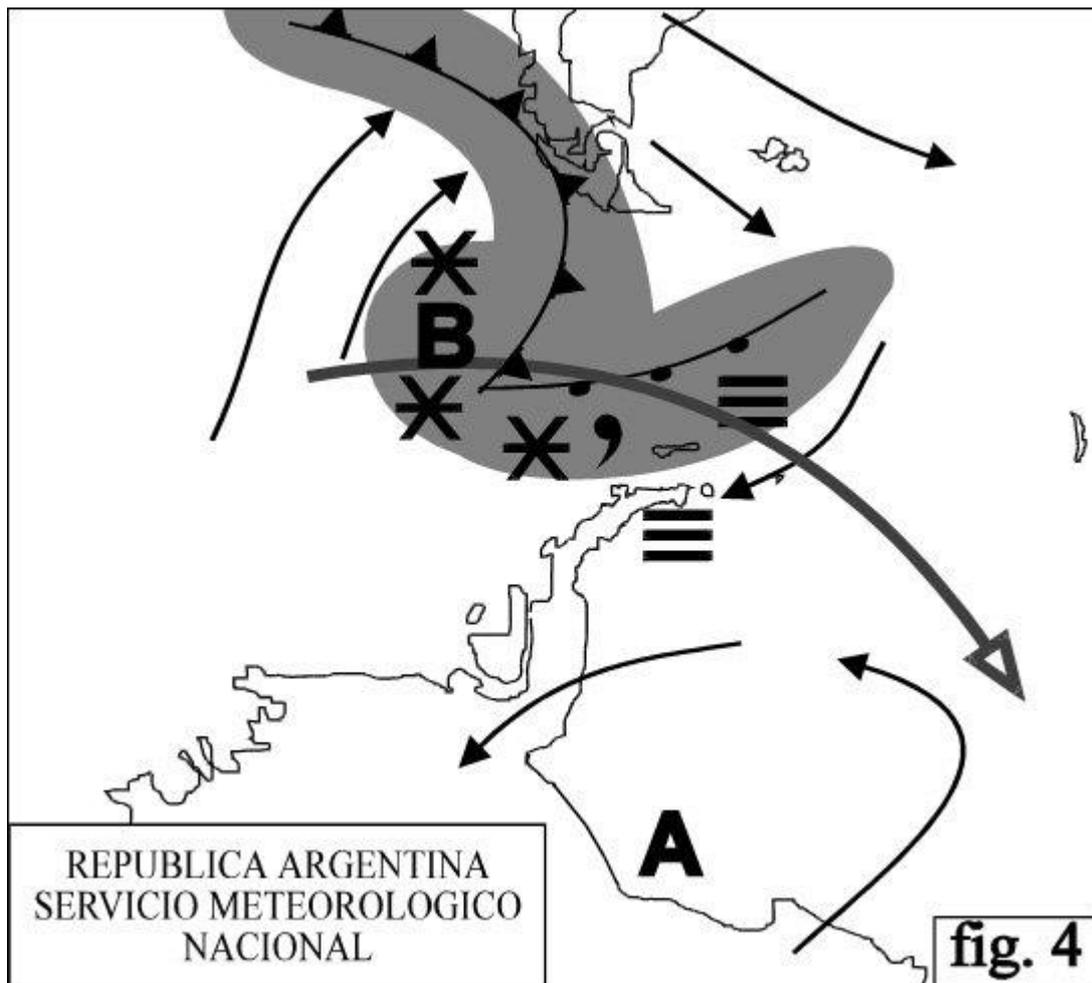


Figura 4. Borrascas y trayectorias de tipo "b".

En la zona 4, también es probable la formación de bancos de niebla o neblinas, especialmente cuando los vientos soplan del NE. Luego, comienzan las nevadas (Ver figura 4).

Cuando la depresión se ubica en el norte de la PA, continúa empeorando en la zona 3 (nevadas más intensas y continuas), y en menor medida en la zona 2. Los vientos rotan al E incrementándose (20, 30kt o más). En la zona 4, rápidamente el viento cambia al SW, aumentando de velocidad (30, 40, 60kt o más) acompañado de un rápido descenso de temperatura, el que se repite más tarde en la zona 3. En la zona 4 continúan las nevadas y las ventiscas. En estos momentos también desmejora en la zona 5 (probables bancos de niebla, luego nevadas (o lluvias)) (Ver figura 5).

Finalmente la depresión se aleja hacia el E y lentamente las condiciones mejoran en las zonas 2 y 3, luego en la zona 4 y finalmente en la 5.

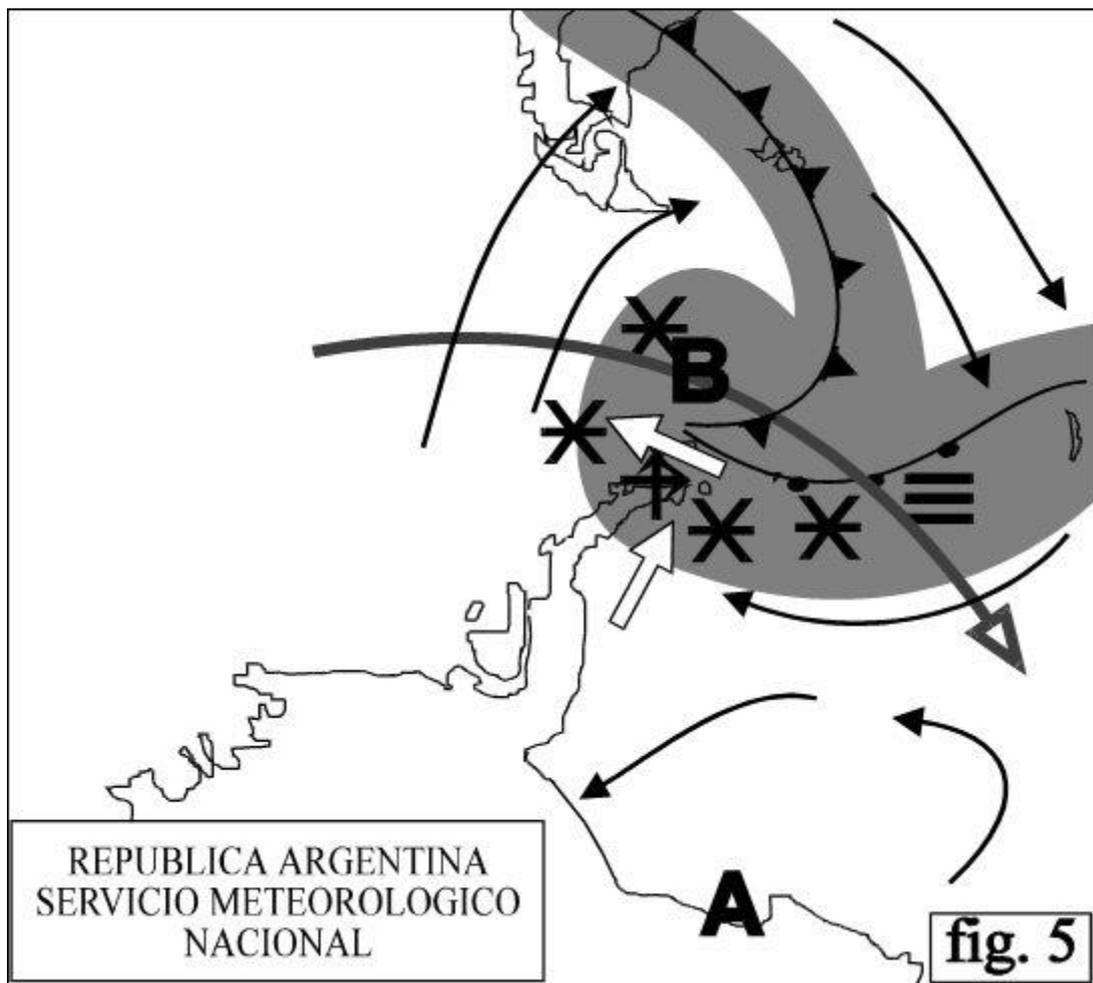


Figura 5. Borrascas y trayectorias de tipo "b".

### Trayectoria "c"

Condiciones favorables: Un centro de alta presión de bloqueo ubicado alrededor de 30 ó 40°W dominando el Atlántico Sur. Inicialmente la depresión, que sobre el Pacífico Sur, se mueve aproximadamente a lo largo del paralelo 50°S, al llegar al continente, se desvía hacia el S. Las estaciones de las zonas 1, 2 y 6, pueden estar dominadas por el anticiclón polar o por otras depresiones menores.

Cuando la Baja, se acerca a la PA, en la zona 3, los vientos se afirman del sector E y aumentan (30 a 40kt), comienzan las precipitaciones (nevadas; en ocasiones lluvias o lloviznas). En la zona 4, los vientos soplan del NE y son frecuentes las nieblas. De manera similar comienza a desmejorar en la zona 5. (Ver figura 6)

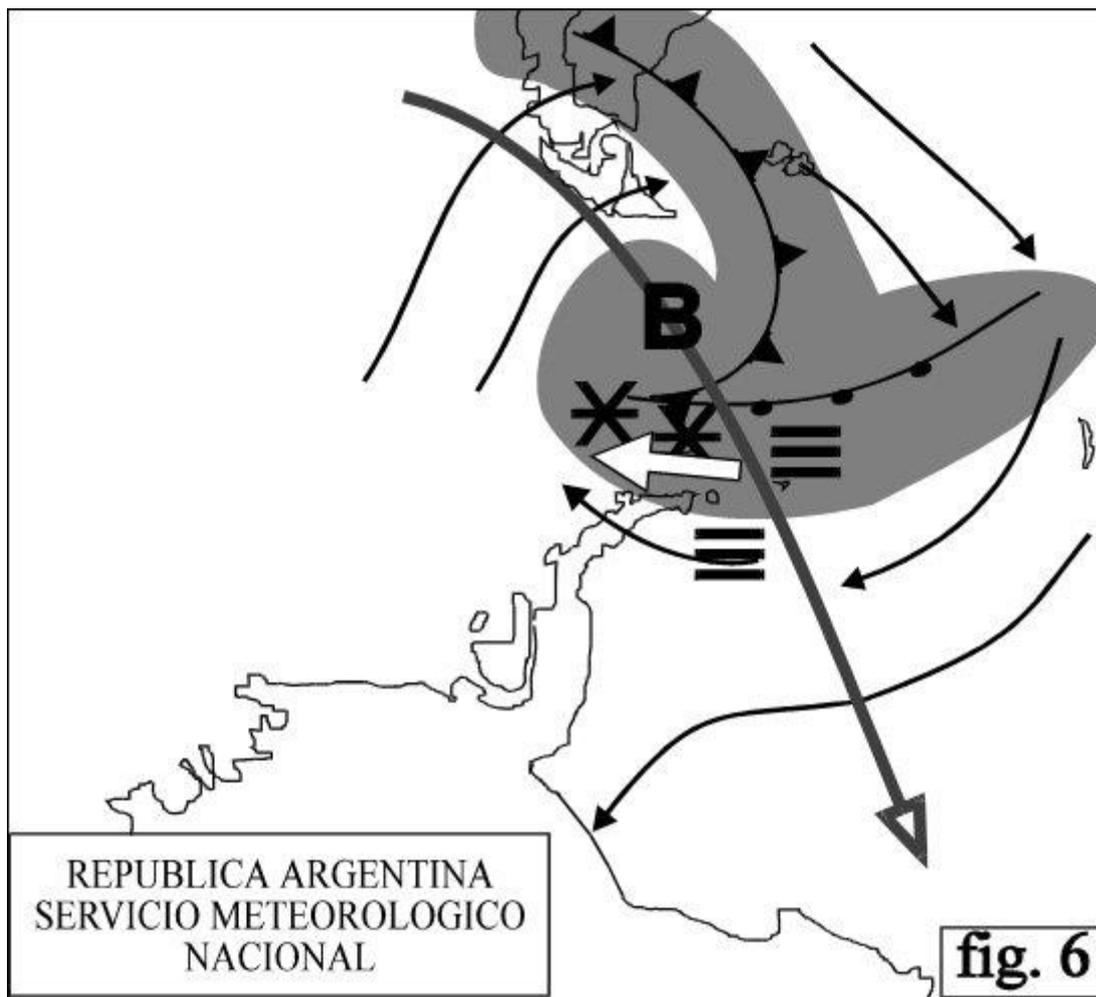


Figura 6. Borrascas y trayectorias de tipo "c".

La Baja continúa moviéndose al SE y generalmente se profundiza. Cuando se ubica alrededor de los 65°S, en la zona 4, ya ocurren nevadas, el viento cambia al SW y se incrementa rápidamente (40, 50, 60kt o más), la temperatura cae. En la zona 3, aún continúa el viento del E relativamente intenso; la temperatura también cae. En la zona 5, persiste el mal tiempo con vientos generalmente del norte. La baja finalmente alcanza el Weddell Sur. Mientras tanto mejora lentamente en la zona 3. En la Zona 6, el viento se afirma del E y aumenta (20 ó 30kt) comienzan las nevadas y ventiscas (Ver figura 7).

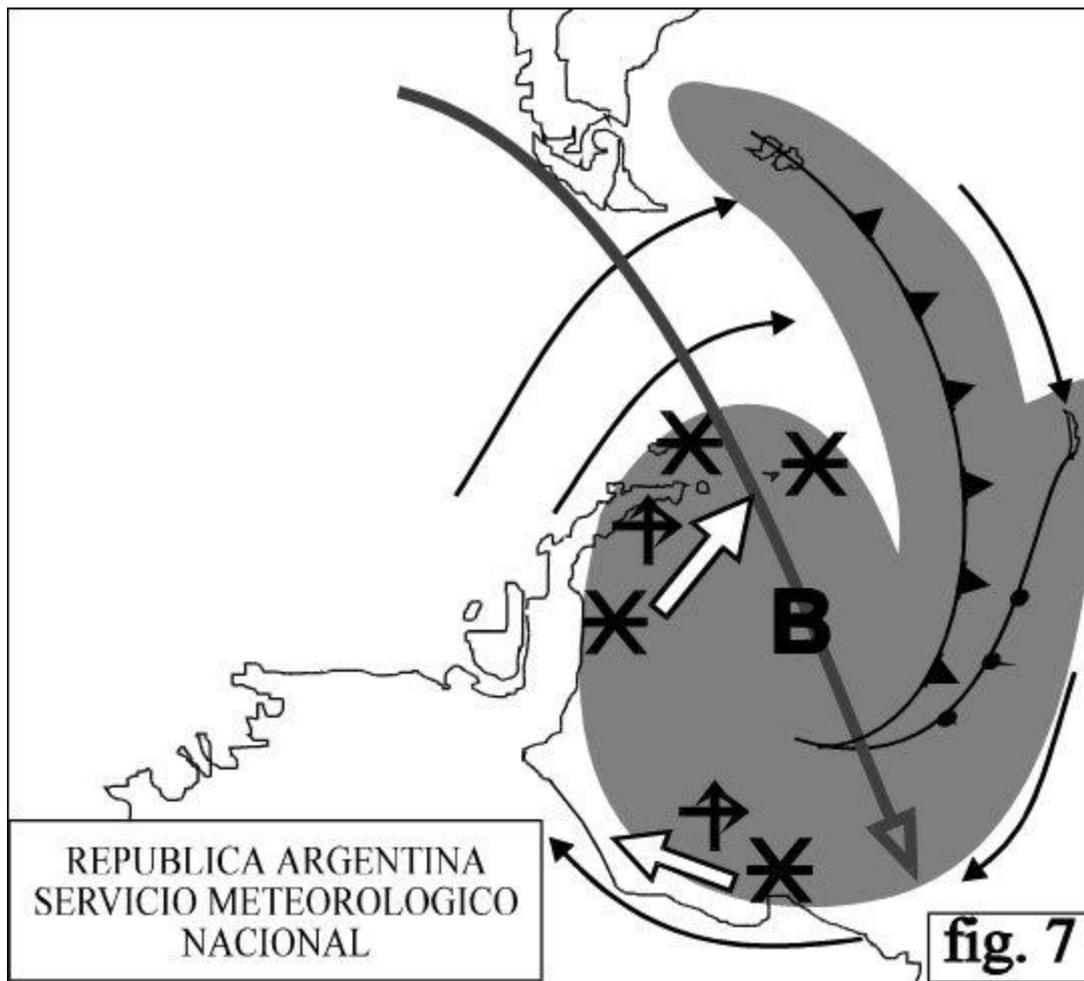


Figura 7. Borrascas y trayectorias de tipo "c".

La Baja, puede permanecer un largo período en el Weddell (2, 3 o más días) durante el cual continúa el mal tiempo en las zonas 4 y 6 (vientos fuertes, muy bajas temperaturas, nevadas y ventiscas). También la zona 5 resulta afectada, aunque en menor medida.

#### Trayectoria "d"

Condiciones favorables: Anticiclón de bloqueo sobre 90 ó 100°W dominando el Pacífico Sur; el Weddell ocupado por una cuña del anticiclón polar o bien una Baja (como el estado final de la trayectoria "c").

El bloqueo, bifurca la circulación del W en dos ramas: una de ellas aproximadamente a lo largo del paralelo 40°S; la otra rama por el sur con sistemas siguiendo la trayectoria "d". La curva que siguen las Bajas al llegar a la PA, está determinada en

parte por esta barrera orográfica y por la conducente generada entre el anticiclón de bloqueo y el sistema que pudiera haber en el Weddell. Una de las características más importantes de estas Bajas, es su velocidad de desplazamiento (entre 25 y 45kt). Es común que se formen “trenes” de pequeñas bajas, siguiendo esta trayectoria. Normalmente, estos sistemas aparecen muy desfigurados en las imágenes de satélite y cuesta seguir su movimiento por ese medio. En primer término, es afectada la zona 1, donde aumenta la nubosidad y pueden registrarse algunas precipitaciones; los vientos que en general son del sector N o NE, se incrementan temporariamente (Ver figura 8).

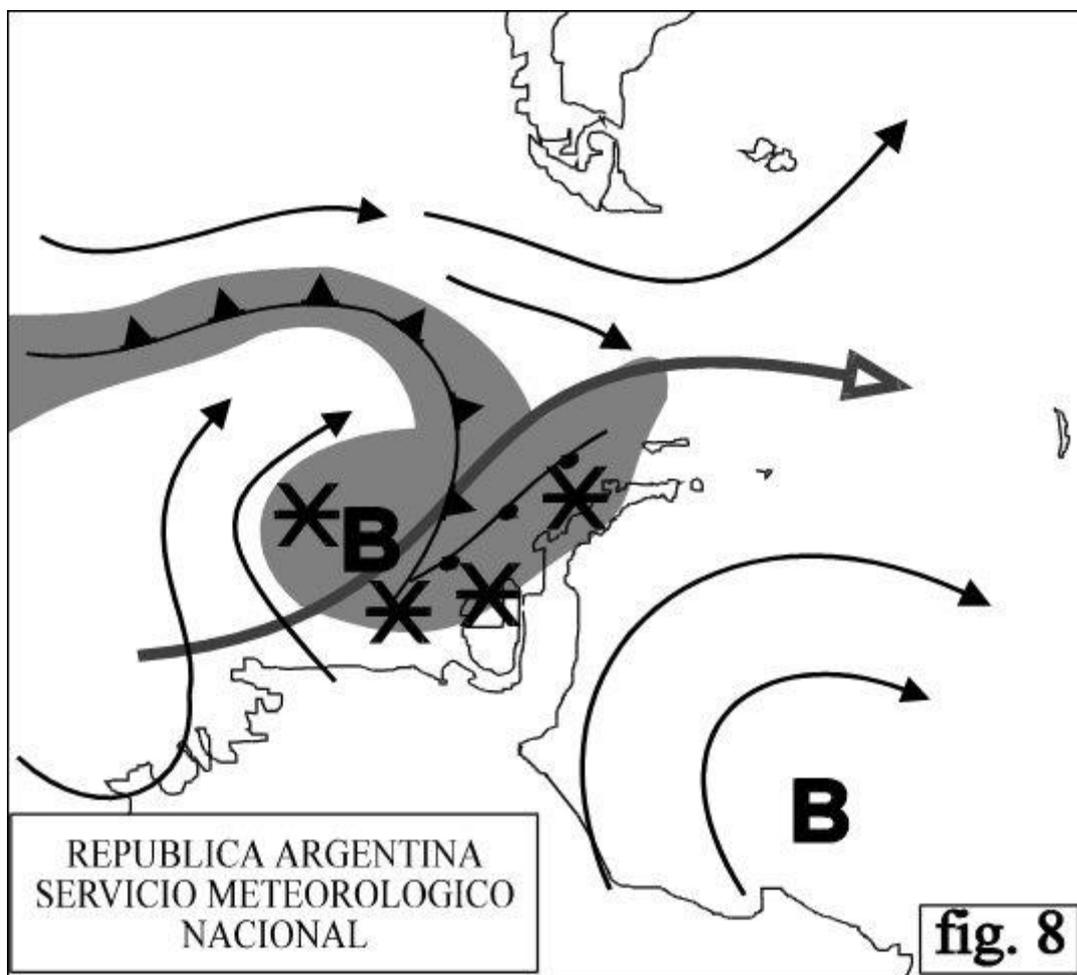


Figura 8. Borrascas y trayectorias de tipo “d”.

Cuando la baja se traslada hacia el NE, las condiciones mejoran y el viento rota al W o al S. Si se trata de un “tren” de bajas, pueden permanecer del sector N. Condiciones similares se repiten en la zona 2.

Cuando la Baja pasa sobre la zona 3, ocurren algunas nevadas; los vientos iniciales del sector N, cambian al E, alcanzando velocidades de 25 ó 30kt, intensidad que se mantiene luego, cuando cambian al SW. (Ver figura 9).

Las zonas 4 y 5, dependiendo de qué sistema se encuentre dominando el Weddell pueden ser afectadas o no por estas depresiones, mientras que la zona 6 no resulta afectada por estas bajas.

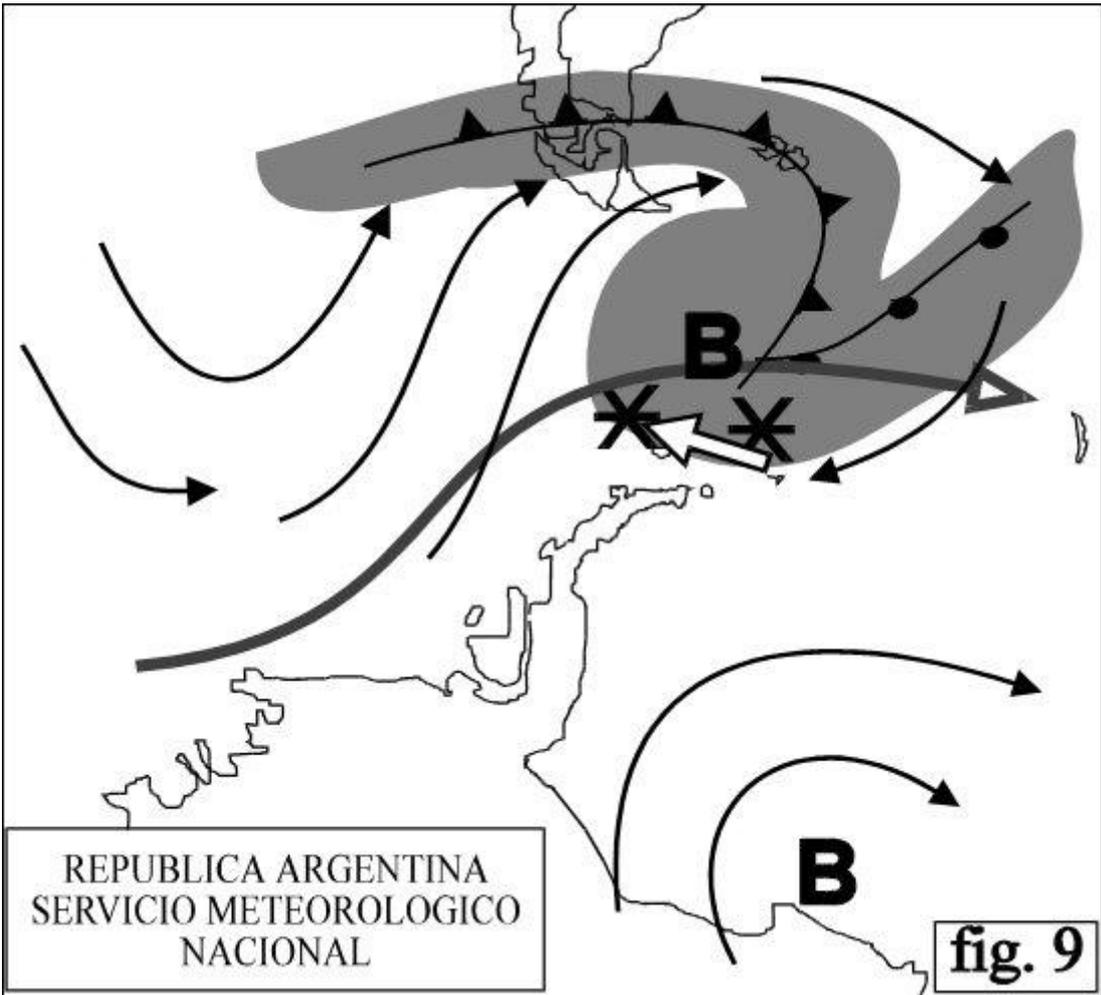


Figura 9. Borrascas y trayectorias de tipo "d".

### 3. Anticiclones

#### Situación 1

Esta situación está determinada por la presencia de un eje de cuña desde el norte sobre el Pasaje de Drake, y un eje de cuña del anticiclón polar, dominando todo el Weddell. Suele presentarse en el verano. Su duración es muy variable: desde uno a varios días.

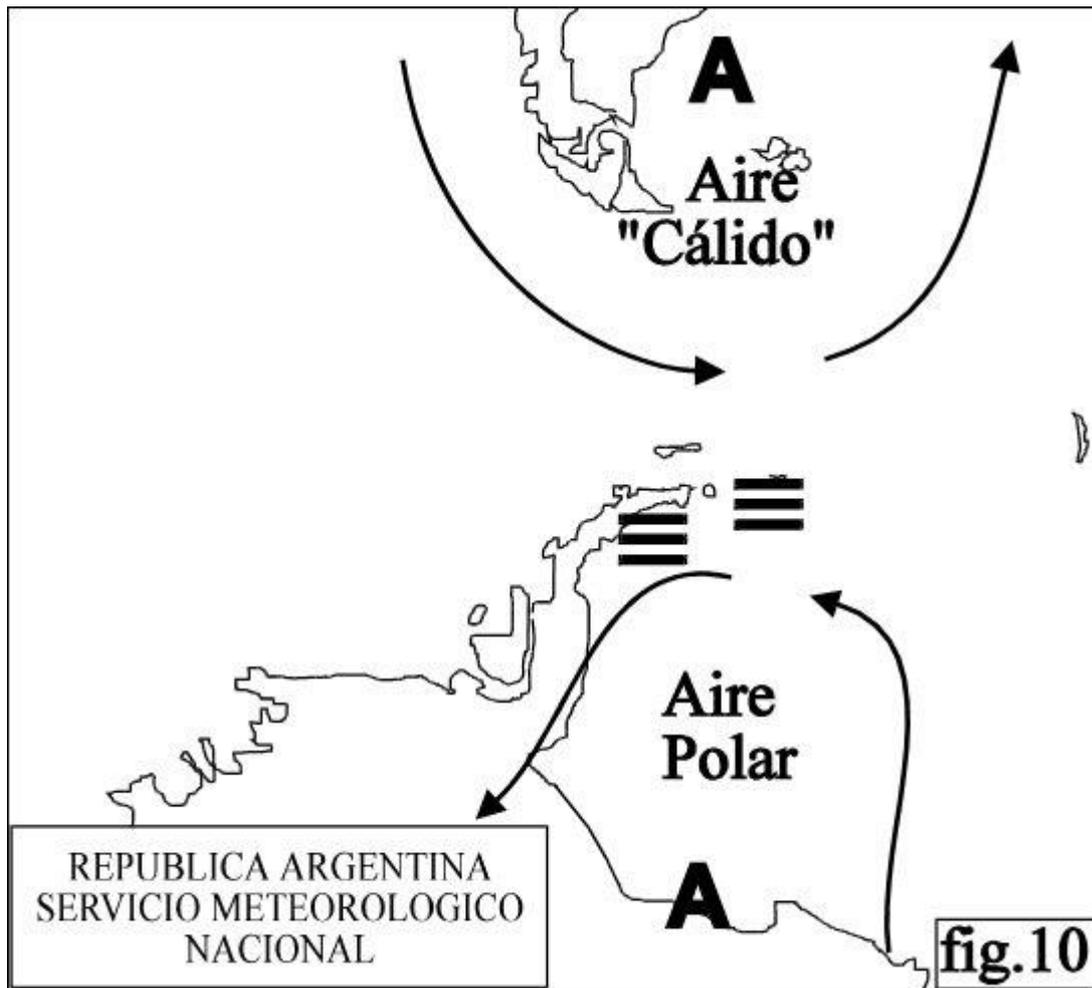


Figura 10. Anticiclones y situaciones de tipo "1".

Es destacable el fuerte contraste térmico entre el aire del Drake, del Bellingshausen ("cálido") y el aire del Weddell (frío); ello se ve reflejado en un frente semiestacionario que oscila levemente hacia el norte o hacia el sur. En muchas ocasiones no presenta nubosidad y sólo se detecta en el cambio de los vientos y de las bruscas variaciones de la temperatura. Si presenta nubosidad, en general es de tipo estratiforme y baja. Son frecuentes las neblinas y bancos de niebla en las zonas 5 y 4 (especialmente en

Marambio, debido a la circulación del NE: aire con trayectoria marítima que se ve forzado a ascender sobre la isla). En las demás zonas, generalmente reinan condiciones de tiempo bueno.

#### Situación 2

Eje de cuña, desde el norte sobre el Pasaje de Drake y el Mar de Weddell. Este caso se diferencia del anterior en que el aire "cálido" ingresa muy al sur. Suele estar relacionado con bloqueos sobre el Atlántico Sur.

En las zonas 2, 3, y 4 los vientos generalmente son del norte o del noroeste, con tiempo bueno (la temperatura puede hallarse varios grados sobre cero). En la zona 5, también reina tiempo bueno, aunque los vientos soplan del W o del S. Las zonas 1 y 6 pueden verse afectadas con algunas precipitaciones producidas por depresiones, generalmente débiles. (Ver fig 11)

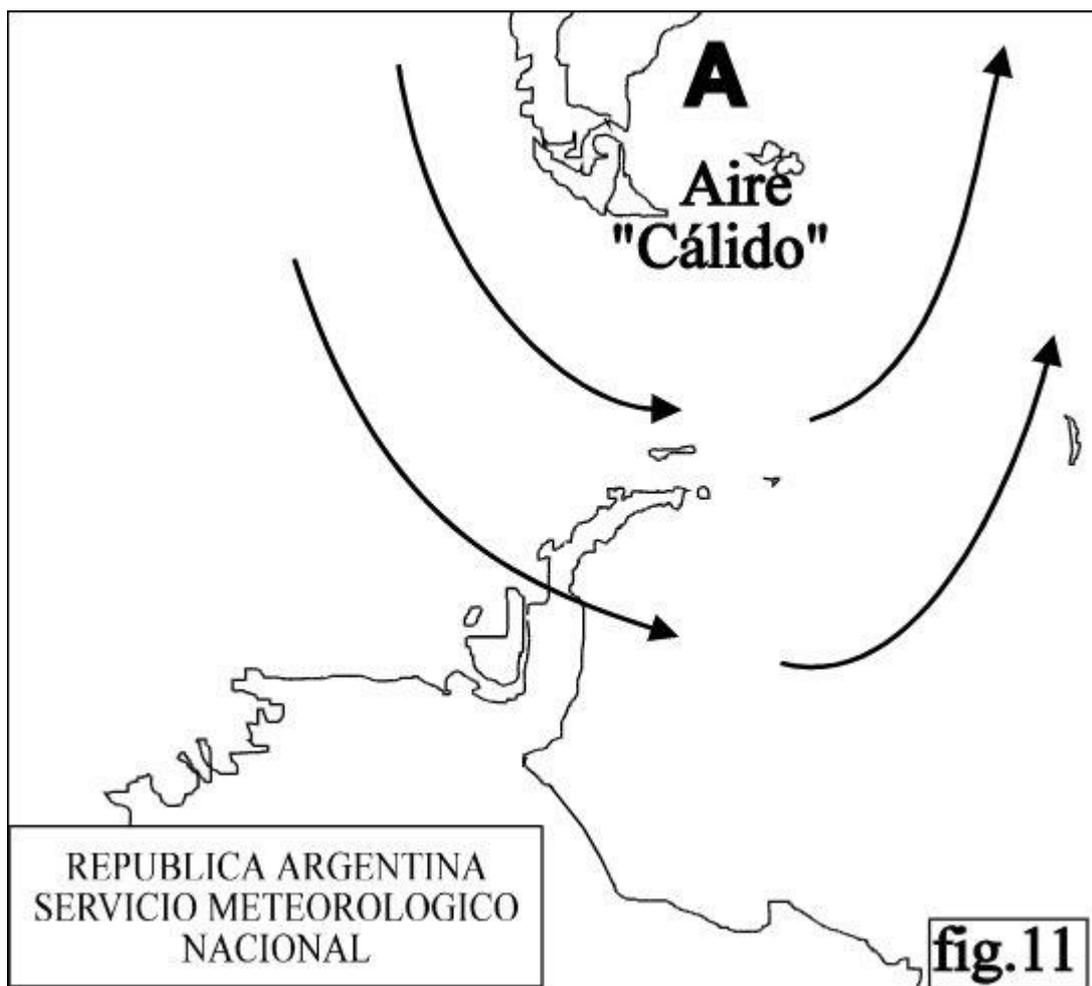


Figura 11. Anticiclones y situaciones de tipo "2".

#### 4. Una situación particular

En ocasiones en que se registran vientos muy fuertes del SW en Marambio, suele producirse un repentino aumento del viento en San Martín, que también llega a registrarse en Rothera. La dirección de estos vientos es del NE, y puede alcanzar velocidades de 50, 60kt o más. Los factores que se conjugan son:

1. Una depresión que afecta el norte de la PA y el norte del Mar de Weddell.
2. Una cuña del anticiclón polar sobre el Weddell Sur.

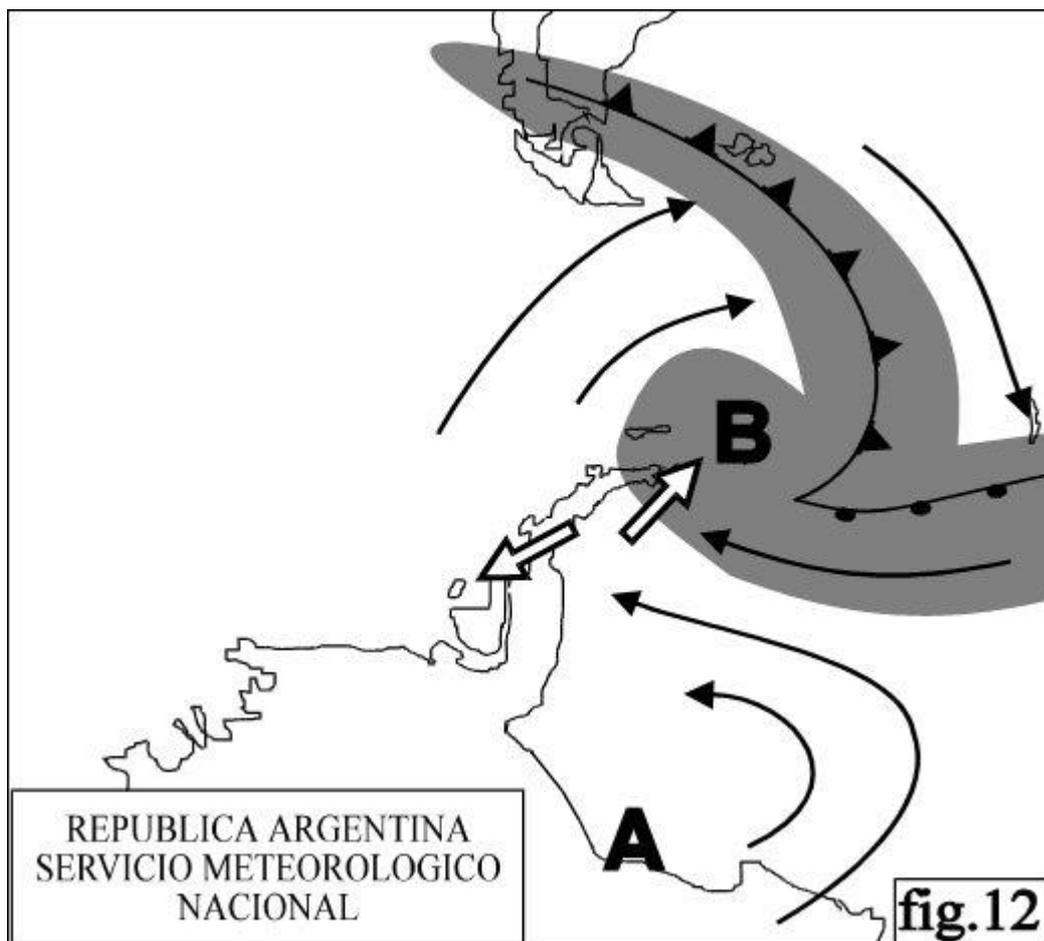


Figura 12. Anticiclones en situaciones especiales.

La acción combinada de estos dos sistemas, produce vientos del sector E en el centro del Weddell, posiblemente fuertes (no hay datos que lo confirmen, pero se induce del análisis de las cartas del tiempo); el aire de origen polar, al llegar a la PA se desvía hacia el N (vientos fuertes del SW informados por Marambio y Esperanza). (Ver figura 12). Es posible que el repentino aumento del viento en San Martín y Rothera, se deba a que, a veces, el flujo del sector E sobre el Weddell, sea tan intenso que no todo el

aire polar resulte desviado hacia el N, sino que parte de él, acumulado contra la Cordillera Antártica, se vuelque hacia el Bellingshausen Sur.

#### **4.6 CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN ISLA REY JORGE**

Las condiciones meteorológicas de esta zona (Isla Rey Jorge) están reguladas por la circulación atmosférica en estas latitudes (cinturón de bajas presiones) y por la orografía de la zona, dando como resultado, micro-climas. Las temperaturas no son tan extremas, debido a que el mar actúa como un regulador de la energía.

La temperatura media anual es de  $-2.5^{\circ}\text{C}$ . Los valores muestran un intervalo que varía entre una máxima absoluta de  $8.2^{\circ}\text{C}$  en marzo de 1987, a una mínima absoluta de  $-27.2^{\circ}\text{C}$  en agosto de 1991. Teniendo estadísticamente las siguientes variables

Presión:

En la Isla Rey Jorge de ha llegado a registrar 1017 y 959 hPa., en verano y entre 1034 y 939 hPa., en invierno.

Un fenómeno que aparece con mucha frecuencia en toda la Antártida en la presencia de bruscos descensos de presión, en ocasiones de más de 40 hPa.

Temperatura:

En toda la zona, los valores medios de temperatura del aire están por encima de los  $0^{\circ}\text{C}$ , con valores máximos absolutos que pueden llegar y superar los  $10^{\circ}\text{C}$  y mínimos absolutos entre  $-5$  y  $-10^{\circ}\text{C}$ . Durante el resto del año las temperaturas son inferiores a los  $0^{\circ}\text{C}$ , con valores medios anuales de unos  $-3^{\circ}\text{C}$ , descendiendo este valor suavemente conforme nos acercamos hacia el sur. Las mínimas absolutas bajan, durante los meses de invierno, hasta los  $-30$  y  $-35^{\circ}\text{C}$ , siendo algo más frío la costa E de la península por la influencia del mar de Weddell y encontrarse en sotavento de los viento más cálidos y húmedos del Oeste, procedentes de los Océanos Antártico y Pacífico.

#### Humedad:

Los valores medios de temperatura del aire están por encima de los 0°C, con valores máximos absolutos que pueden llegar y superar los 10°C y mínimos absolutos entre -5 y -10°C. Durante el resto del año las temperaturas son inferiores a los 0°C, con valores medios anuales de unos -3°C, descendiendo este valor suavemente conforme nos acercamos hacia el sur. Las mínimas absolutas bajan, durante los meses de invierno, hasta los -30 y -35°C, siendo algo más fría la costa E de la península por la influencia del mar de Weddell y encontrarse a sotavento de los vientos cálidos y húmedos del Oeste, procedentes de los océanos Antártico y Pacífico.

#### Nubosidad:

En alta mar no es elevada, sin embargo la influencia de las montañas existentes en la península e islas y el ascenso forzado del aire húmedo hace que en los puntos en que se encuentran enclavadas las bases la nubosidad sea elevada, especialmente de nubes bajas de tipo estrato. A ello se le une el paso continuo de bajas presiones. En la mayor parte de las estaciones se tienen registros que indican valores medios del orden de 7/8 de cielo cubierto.

#### Precipitación:

La forma de precipitación, sólida en toda la Antártida durante todo el año, en la zona de estudio pasa a ser líquida durante el verano, registrándose lluvias y sobre todo, llovizna la mayor parte de los días, aunque no está exenta la presencia de nieve. La precipitación es mucho más abundante en la costa Oeste de la península, al estar enfrentada a los vientos dominantes de esa dirección, con gran recorrido marítimo. Así se registran 1.100 mm anuales en Melchior (64° de latitud) y de 500 a 600 mm en Decepción y Teniente Cámara.

En la Antártida es más fiable hablar de días de precipitación que de cantidades precipitadas, debido a la dificultad de la medición de la precipitación sólida. En la Isla Rey Jorge se alcanzan los 290 días de precipitación al año.

#### Viento:

La importancia de esta variable meteorológica es grande, pues de su conocimiento depende en muchas ocasiones la posibilidad de realizar expediciones y trabajos exteriores a las Bases.

El viento en la zona está gobernado por la circulación general atmosférica, que impulsa los sistemas de bajas presiones continuamente en dirección E o SE, exceptuando los casos citados de ciclones que pasan del mar de Bellinhausen al de Weddell o a través de la Península Antártica. Esto hace que predominen los vientos de componente Norte durante todo el año. También da lugar a rápidos cambios en las condiciones meteorológicas, pasando de vientos flojos a fuertes y viceversa, lo cual altera las condiciones del mar y provoca fuertes ventiscas en toda la región.

#### Visibilidad:

Suele ser buena, sólo disminuida por la presencia de lluvia, llovizna o nieve. No obstante es abundante la presencia de neblinas. Esporádicamente aparecen de forma rápida e intensa, nieblas de advección al presentarse vientos flojos, húmedos y más cálidos que el agua de mar, aunque en alta mar estas nieblas pueden durar algunas horas, en tierra son de escasa duración, al menos en verano. Es frecuente también la fuerte reducción de visibilidad durante el invierno, por la nieve levantada por fuertes ventiscas.

## **5. ANÁLISIS DE SITUACIONES METEOROLÓGICAS**

### **GOLFO DE PENAS**

El golfo de Penas está situado en el océano Pacífico en la región austral de Chile entre el cabo Tres Montes por el norte y el cabo Mogotes por el sur; este ingreso tiene un ancho de 50 Mn. Se interna en el continente en dirección general NE por 60 Mn.

Sus características principales son los continuos y violentos temporales que en él se experimentan, la mar gruesa que provocan los vientos reinantes y la existencia de una fuerte corriente procedente del oeste.

Durante todo el año prevalecen las malas condiciones generales del tiempo. Solo hay dos estaciones, verano e invierno. El verano comienza en septiembre, el viento reinante en invierno desde el NW comienza a rolar hacia el SW, los días comienzan a alargarse y aparece el sol. Desde octubre hasta febrero, el viento sopla del SW a veces con gran intensidad, llueve frecuentemente aunque sin la intensidad del invierno. En marzo comienza el invierno y el viento rota al 4° cuadrante (270°-360°) y las lluvias son torrenciales acompañadas de granizadas que oscurecen el cielo produciéndose cerrazones muy peligrosas para el navegante.

La corriente oceánica va de oeste a este sobre el paralelo 50°S; al encontrar el continente se divide en dos, una se dirige hacia el norte recorriendo las costas de Chile y Perú, es la que se conoce como corriente de Humboldt; la otra se dirige hacia el SE siguiendo las costas de los archipiélagos que van desde el Madre de Dios hacia el sur y llega hasta el océano Atlántico. Cerca del golfo de Penas, la primera rama de la corriente oceánica tira con mucha fuerza hacia la costa; entre el golfo y el paralelo 50°S se experimenta una corriente hacia el este que los navegantes deben tener muy en cuenta.

El viento es el fenómeno atmosférico que más influye sobre las mareas y las corrientes. Las mareas afectan principalmente en los archipiélagos patagónicos. Se ha observado que en la región patagónica la amplitud de la marea es mayor en las nocturnas que en las diurnas.

En el golfo de Penas la menor profundidad encontrada ha sido de 75 metros. En el sector norte la profundidad media es de 150 metros y en la parte sur es de 70 metros, excepto en la bahía Tarn en que alcanza los 200 metros. En la región no se encuentran a menudo bajos fondos de arena, casi siempre son de roca y todos ellos señalizados por sargazos. Como regla para el navegante no deberá pasar jamás en medio de sargazos.

## **PASAJE DRAKE**

El pasaje de Drake, paso Drake o mar de Hoces es el tramo de mar que separa América del Sur de la Antártida, entre el cabo de Hornos (Chile) y las islas Shetland del Sur (Antártida). Este paso marítimo, a veces denominado impropriamente estrecho, es la más meridional de las rutas de comunicación entre el océano Pacífico y el océano Atlántico. Por el sur forma parte del indefinido océano Antártico y al este limita con el mar del Scotia. Su anchura mínima es de 800 a 950 km y sus aguas son tradicionalmente consideradas por los navegantes como las más tormentosas del planeta.

El pasaje es el cruce más corto existente entre la Antártida y el resto de las tierras emergidas del planeta. El límite entre el Atlántico y el Pacífico es considerado, a veces, como una línea entre el cabo de Hornos y las islas Shetland del Sur. También se señala como límite natural entre ambos océanos la curva formada por las Antillas del Sur, o Arco de Scotia, que penetra hacia el este. Aunque el límite convencional más recurrido es el meridiano del cabo de Hornos, hasta tocar el paralelo 60° Sur, donde para muchos países comienza el océano Antártico.

El paso es mar abierto, excepto por las pequeñas islas Diego Ramírez a unos 100 km al suroeste del cabo de Hornos. No hay ninguna masa de tierra significativa alrededor del mundo a las latitudes del paso Drake, lo que permite el libre desplazamiento de la corriente circumpolar antártica que lleva un enorme volumen de agua (alrededor de 600 veces el flujo del río Amazonas) a través del pasaje y alrededor de la Antártida.

Las aguas del paso son famosas por lo tormentosas, con olas de más de 10 metros, no poco frecuentes. Localizado entre los 56° y (aproximadamente) los 60° de latitud sur.

De acuerdo a esta definición el pasaje de Drake tiene los siguientes límites: desde la isla Waterman una línea recta hasta el cabo de Hornos, luego en línea recta hasta el cabo San Bartolomé en la isla de los Estados, recorriendo la costa sur de esta isla hasta el cabo San Juan. Desde este punto una línea recta hasta el cabo Lloyd de la isla Clarence, recorriendo la costa sur de esta isla hasta la punta Craggy del cabo Bowles, desde donde sigue en línea recta hasta el promontorio Norte de la isla Rey Jorge. Continuando por la costa norte de esta isla y luego por la de las islas Nelson, Robert, Greenwich, Livingston, Rugged y Nevada, hasta alcanzar el cabo Smith en la isla Smith. Recorre la costa norte de esta isla hasta el cabo James, desde donde una línea recta alcanza la isla Waterman.

El ancho mínimo del pasaje de Drake, es decir, la longitud total de la línea imaginaria que une la punta más austral de la isla Hornos (el cabo de Hornos) con el sector terrestre más próximo de las islas Shetland del Sur es de 808,17 km.<sup>8</sup>

Partiendo desde este cabo chileno, los primeros 47,6 km discurren sobre aguas jurisdiccionales de Chile (el 5,88%). Continuando hacia la Antártida, la línea recorre durante 240,54 km por aguas jurisdiccionales de Argentina (29,76%), hasta alcanzar aguas internacionales, las que recorrerá en los siguientes 209,16 km (25,88%), para cruzar el paralelo 60° S, es decir, penetrar en aguas comprendidas en la zona bajo el Tratado Antártico, por las que transitará los últimos 310,9 km (38,47%) para, finalmente, tocar las primeras costas antárticas.

# SITUACIONES SINÓPTICAS PARA EL INGRESO AL GOLFO DE PENAS, PASAJE DRAKE Y ESTRECHO DE BRANSFIELD

Imagen 1.

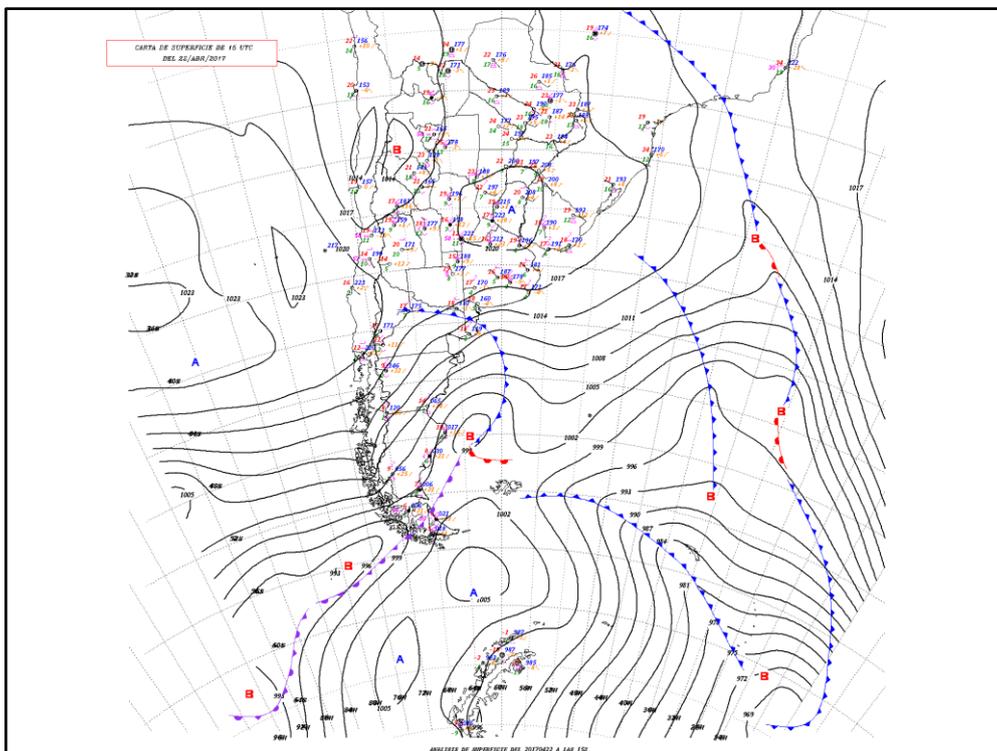


Imagen 2.

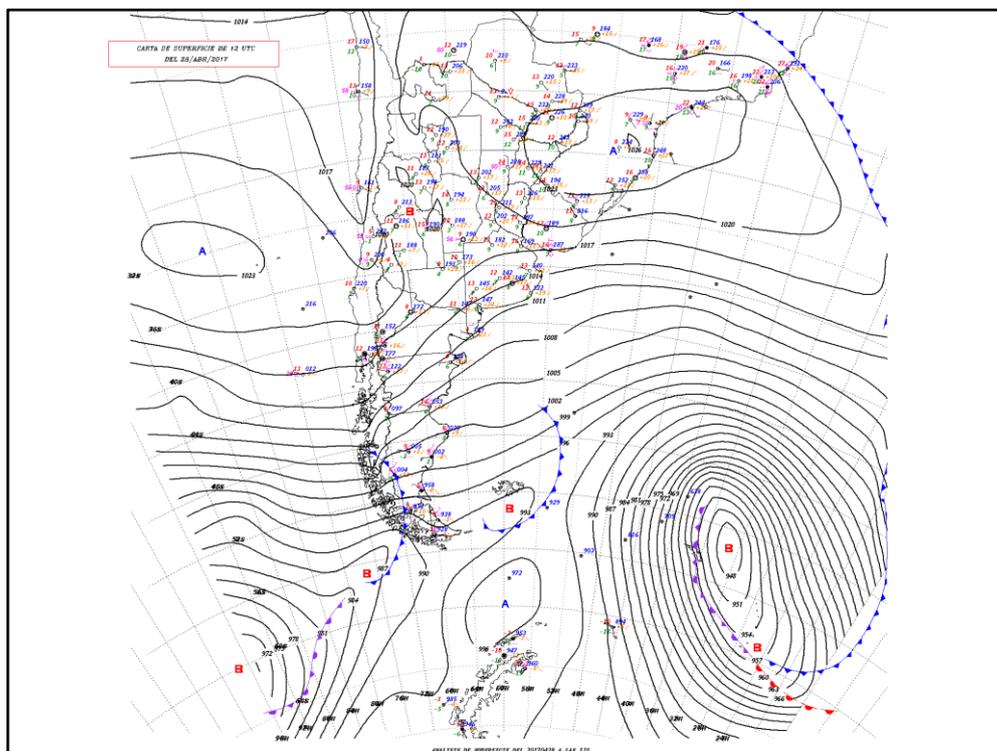


Imagen 3.

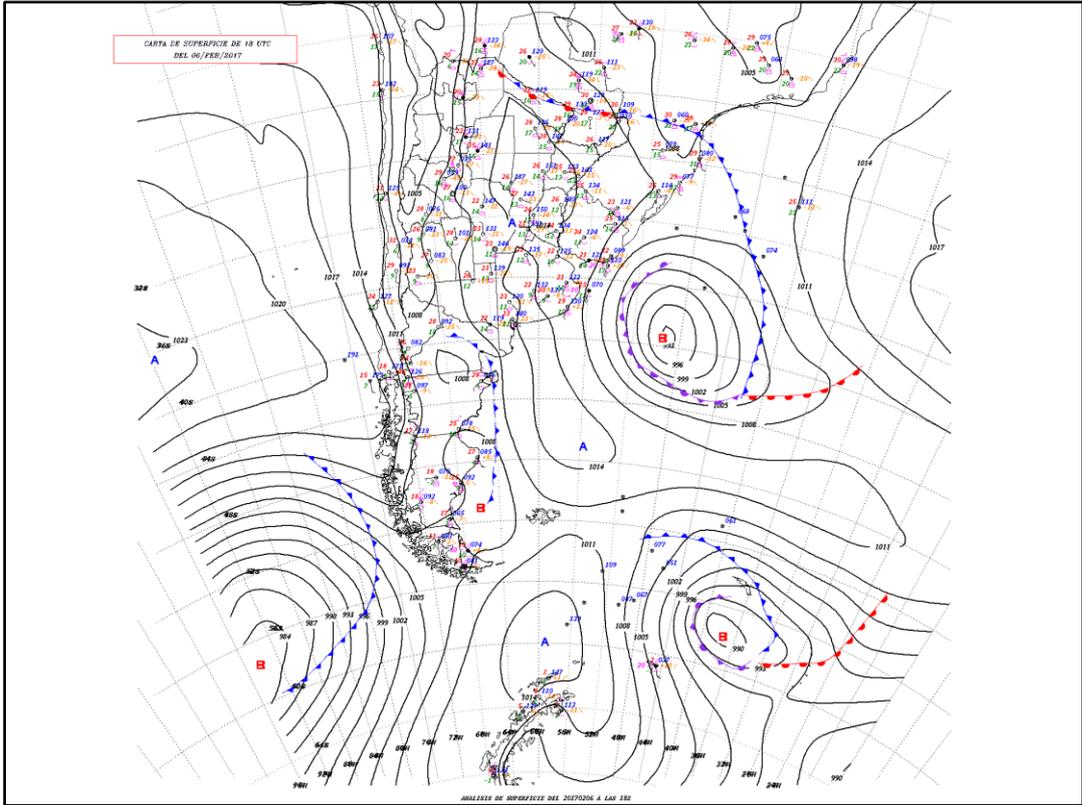
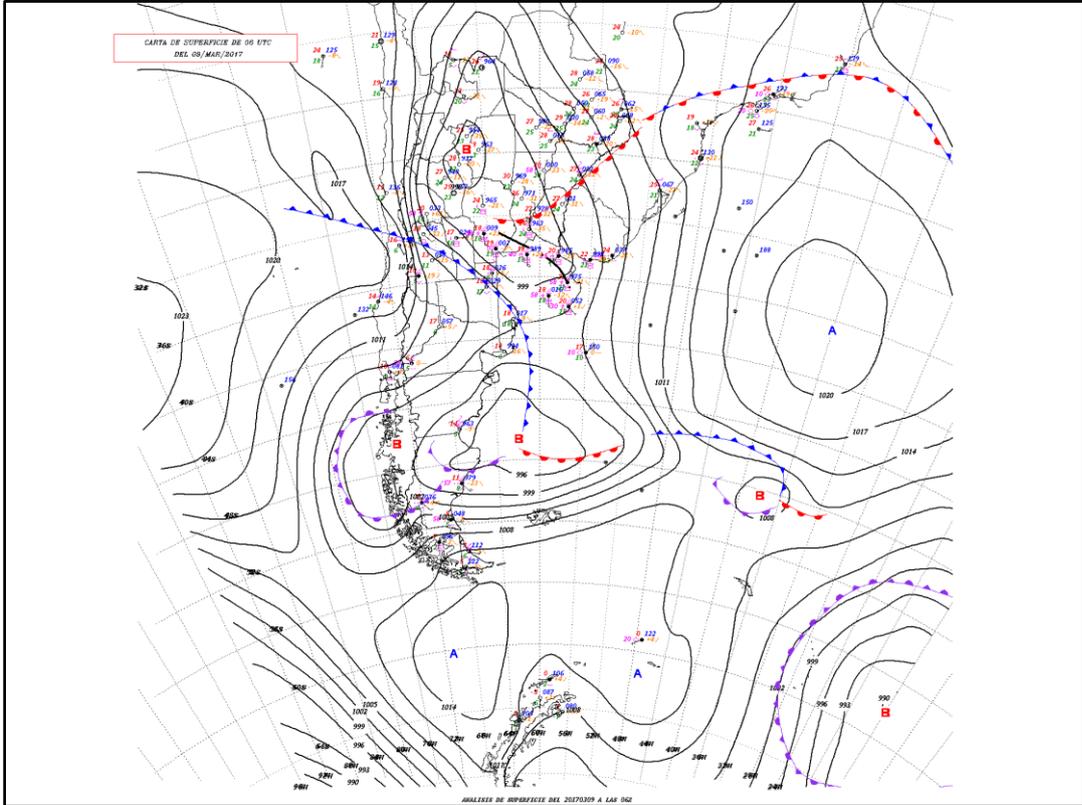


Imagen 4.



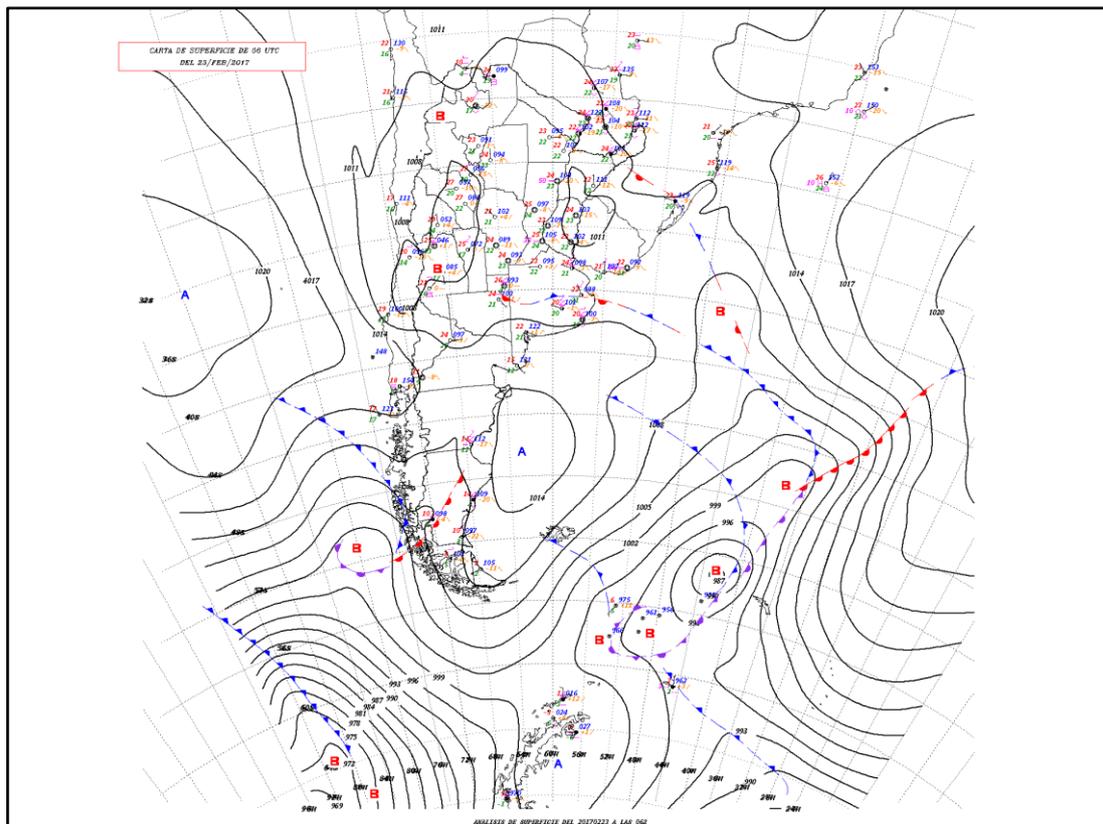
Las imágenes 1, 2, 3, y 4 muestran situaciones óptimas e ideales para el cruce del Pasaje de ambos sentidos, tanto desde Ushuaia hacia la Península Antártica y viceversa, se observa una célula anticiclónica sobre la zona de navegación, con lento desplazamiento del nor-noreste, vientos leves y mar calmo, lo que permite sin ningún problema cruzar el pasaje y el Mar en estado calmo, con olas de menos de 1 metro.

Sin embargo para ingresar al Golfo de Penas, y continuar la derrota hacia los Canales Chilenos, en la Imagen 2 se observa un sistema de bajas presiones en la parte Sur de Chile con un eje de vaguada sobre la zona del Golfo de Penas y los Canales Chilenos, lo cual indicaría fuerte inestabilidad, actividad convectiva, vientos fuertes y olas de gran altura, el Estado del mar sería de Mar gruesa.

En la Imagen 3, Se observa un sistema de bajas presiones con un gradiente bórico muy intenso en el Suroeste de Chile, lo cual traería vientos del noroeste de fuerte intensidad y olas de mar de altura considerable.

En la Imagen 4, Se observa un sistema de bajas presiones sobre la Zona del Golfo de Penas y los Canales Chilenos, en esta Zona habría una situación de calma por algunas horas, sin embargo para Ingresar al Golfo, con la derrota antes mencionada, desde el Golfo de Ancud, el viento tendría orientación Suroeste con fuerte intensidad y olas con altura considerable, sin embargo este caso sería por algunas horas, lo cual no dificultaría el ingreso de la Unidad al Golfo de Penas.

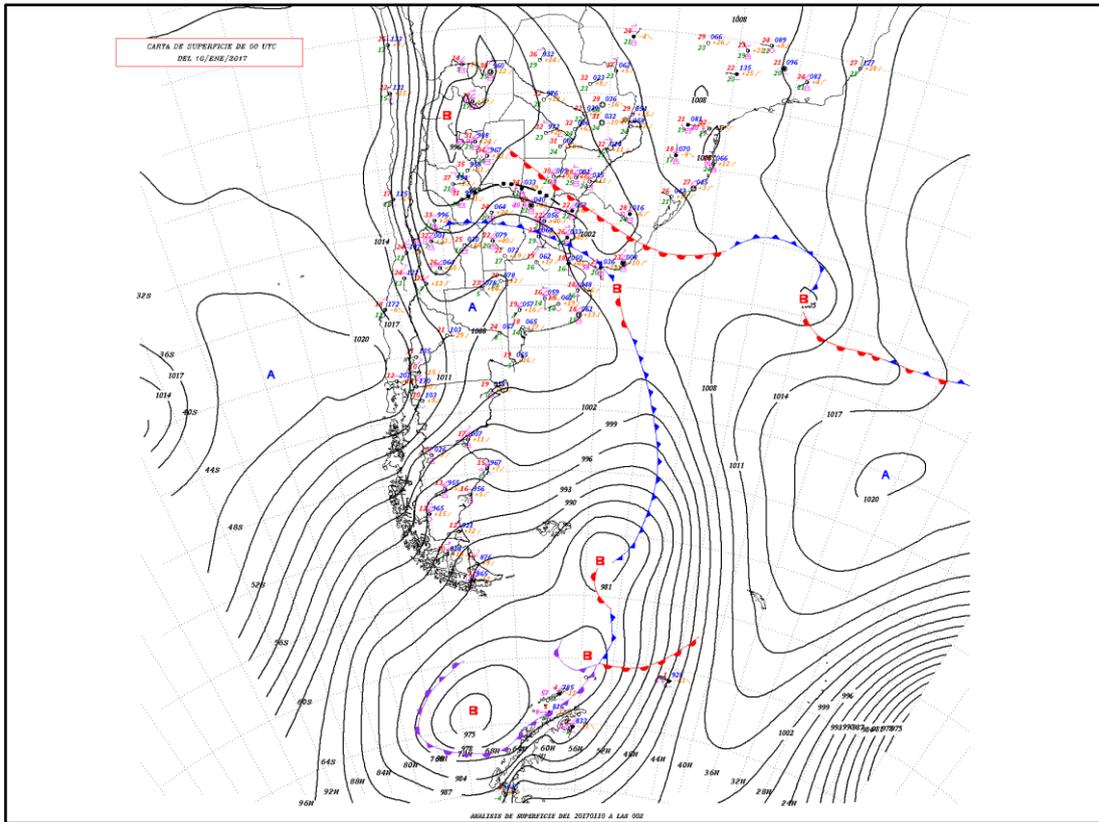
Imagen 5.



En la imagen 5 se observa una célula anticiclónica al este de la Patagonia y un eje de cuña sobre el pasaje, el viento tiene dirección oeste y rotando al noreste, de leve intensidad el estado de mar se prevé con olas de hasta 2 metros, lo que según las características de la embarcación podría cruzar sin ningún problema desde Ushuaia hacia la Península Antártica, y en sentido contrario.

En el lado sur de Chile, en la zona del Golfo de Penas se observa un eje de vaguada con gradiente bórico moderado, el viento tiene dirección noreste, se prevé actividad convectiva, vientos de moderada intensidad y olas de altura moderada, siendo el estado de la mar gruesa.

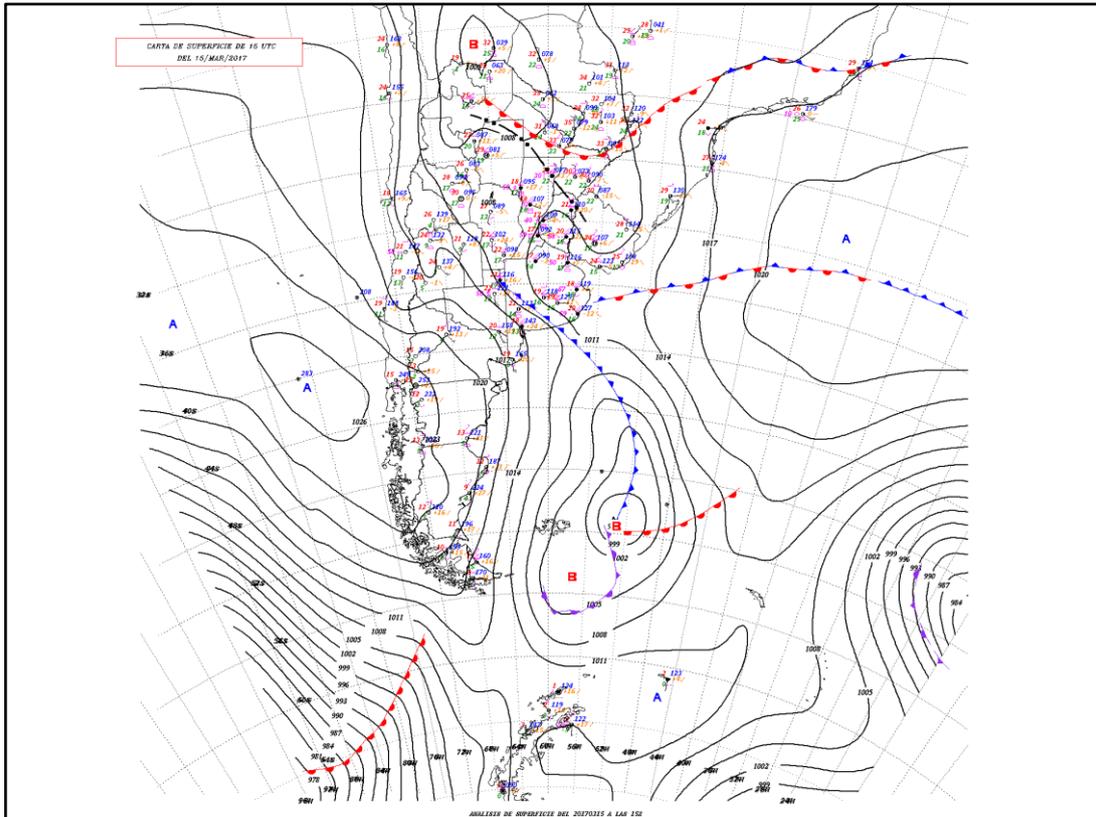
Imagen 6.



En la Imagen 6 se observa el pasaje de un sistema de bajas presiones poco profundo, a lo largo del pasaje se producen rotaciones del viento sin afectar significativamente el estado del mar, por el desplazamiento de las ondas hacia el oeste, horas después, se tendría un eje de cuña sobre el pasaje, a veces ingresan sistemas de bajas sin cuña, pero es frecuente el eje de cuña, lo cual indica que habría vientos leves y que no habría mar de fondo, el mar tendría un estado de fuerte marejada, lo que implica olas de altura de 1.25 a 2.5 metros.

Sobre la zona del Golfo de Penas y los canales Chilenos se observa un eje de cuña que se desplazaría al oeste, pero con gradiente bórico débil, lo que implica vientos leves y el estado del mar de fuerte marejadilla, esta situación favorecería el ingreso al Golfo y el tránsito sobre los Canales.

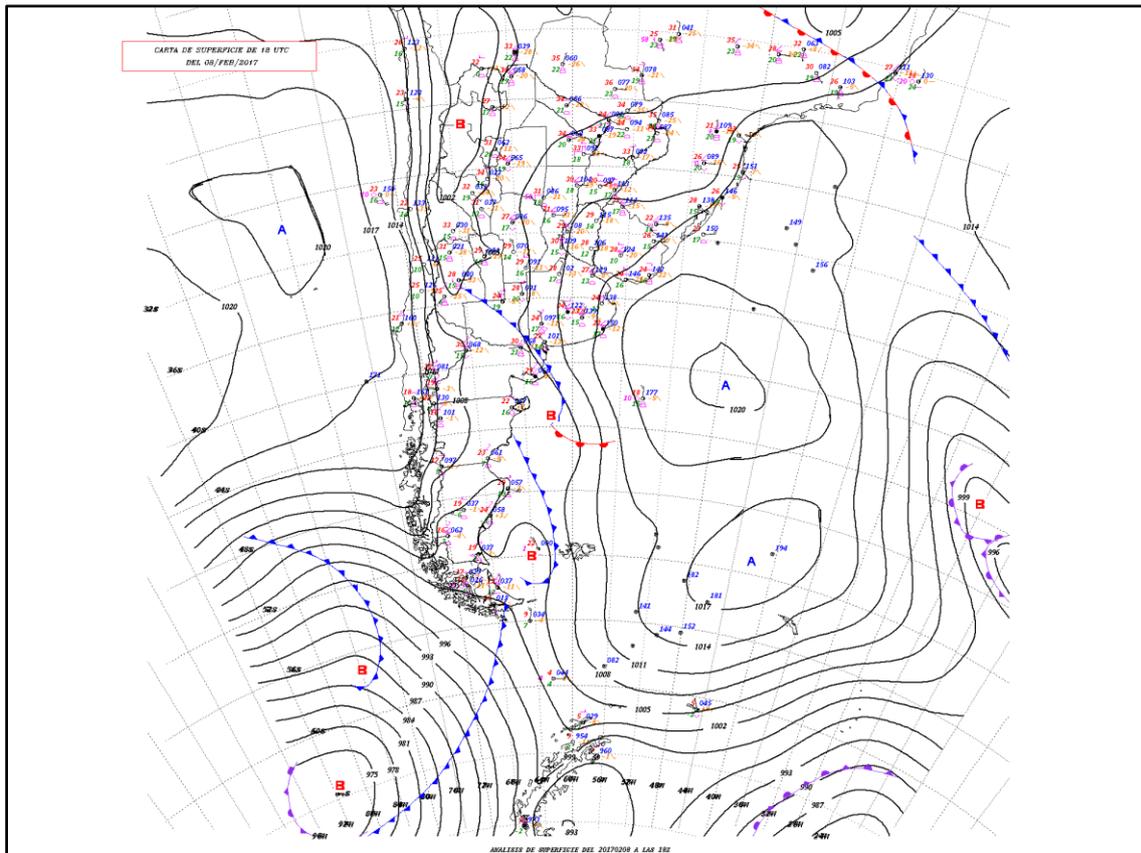
Imagen 7.



En la imagen 7 se observa parte delantera de eje de vaguada en superficie que se encuentra ingresando sobre el pasaje Drake, lo que implica vientos débiles a lo largo del cruce del pasaje, con dirección noroeste, el estado del mar marejada, es decir de 0.5 1.5 metros de altura esta situación favorece el cruce desde Ushuaia hacia la península Antártica.

Sobre el área del Golfo de Penas y los canales chilenos se observa una célula anticiclónica, lo cual implicaría vientos muy leves, con dirección sur y estado del mar calmo, lo que sería una situación ideal para el ingreso al golfo y a los canales.

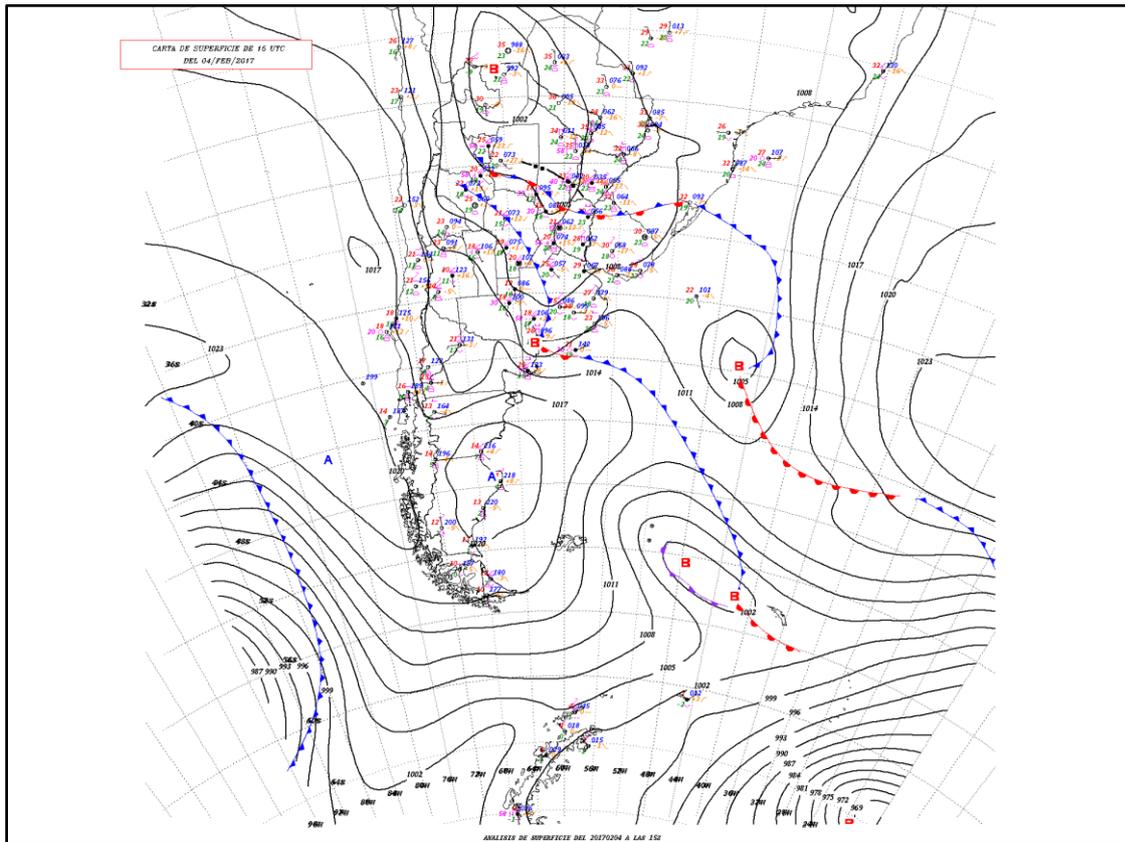
## Imagen 8.



En la Imagen 8 se observa un sistema de bajas presiones muy intenso y extenso en el suroeste de Chile, cerca al continente antártico, el apretamiento de las isóbaras implica viento intenso del noroeste, sobre el pasaje la orientación del viento es norte lo cual si el tránsito de la unidad es de Ushuaia hacia la Península Antártica, la favorecería, el estado del mar sería de mar gruesa, es decir alturas de ola de 2.5 a 4 metros, el tren de olas ingresaría por la popa de la ubicación incrementando la velocidad del tránsito desde Ushuaia hacia la península Antártica, y en dirección contraria el viento y las olas llegarían por la proa y/o amura de la embarcación, sin embargo es de suma importancia seguir la evolución y pronóstico de la depresión, esta se podría intensificar mucho y ser contraproducente.

En el oeste de Chile se observa onda con flujo del oeste de intenso gradiente bórico, lo que implicaría viento muy intenso con dirección noroeste, y el estado de mar sería gruesa, el ingreso de la unidad sería posible pero tomando las precauciones necesarias.

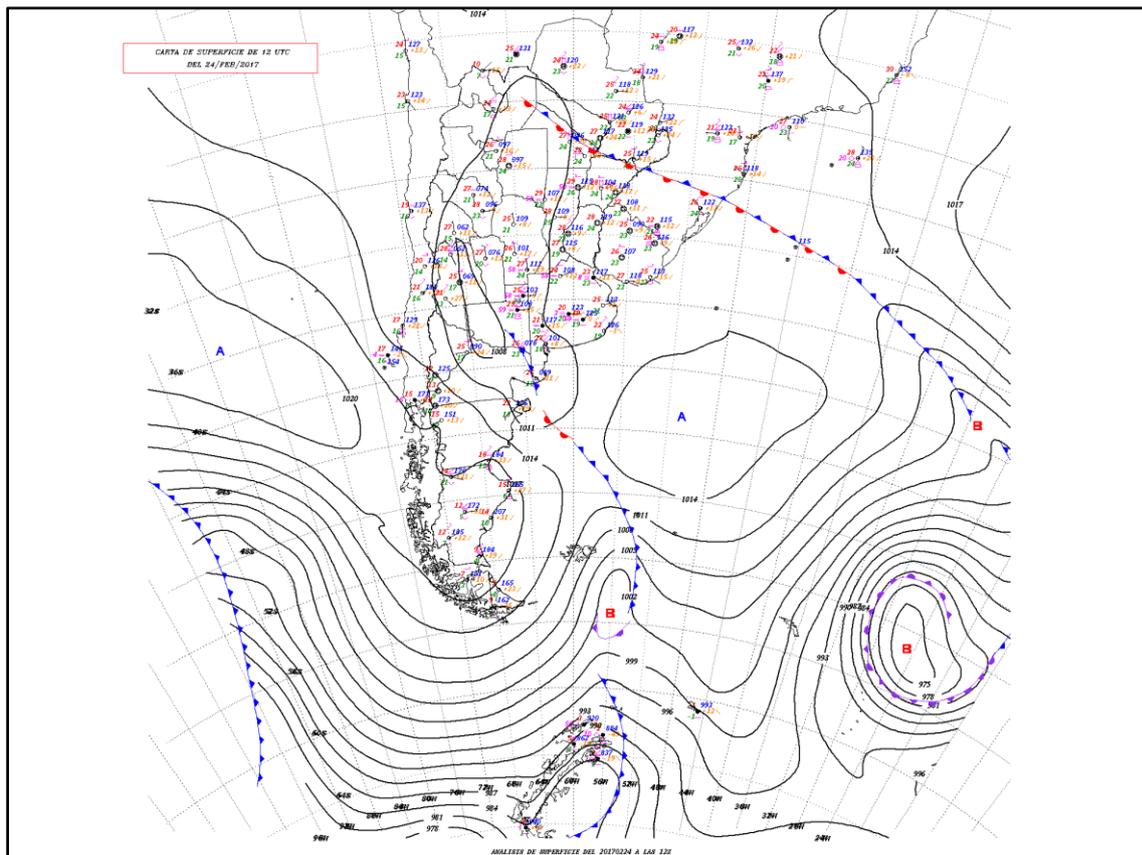
Imagen 9.



En la Imagen 9 se observa flujo de onda hacia el oeste, situación más frecuente el pasaje Drake, las ondas de la imagen tienen gradiente bórico de moderada intensidad, el viento tiene orientación noroeste de moderada intensidad, y el estado de mar de fuerte marejada, es decir altura de ola de 1.25 a 2.5 metros, lo que favorecería el tránsito del pasaje en ambos sentidos. Sin embargo se debe considerar también, en este caso, es que si el sistema de altas presiones se mantiene sobre Patagonia, es decir produce un bloqueo, el sistema de baja presión en vez de ir al noreste, irá derecho al pasaje Drake y probablemente con mucho gradiente bórico, lo cual incrementaría los vientos y la altura de la ola significativa.

En la zona del Golfo de Penas y canales chilenos se observa una célula anticiclónica, lo cual implica buen tiempo, con vientos débiles y mar calmo, situación ideal para el ingreso al golfo y los canales

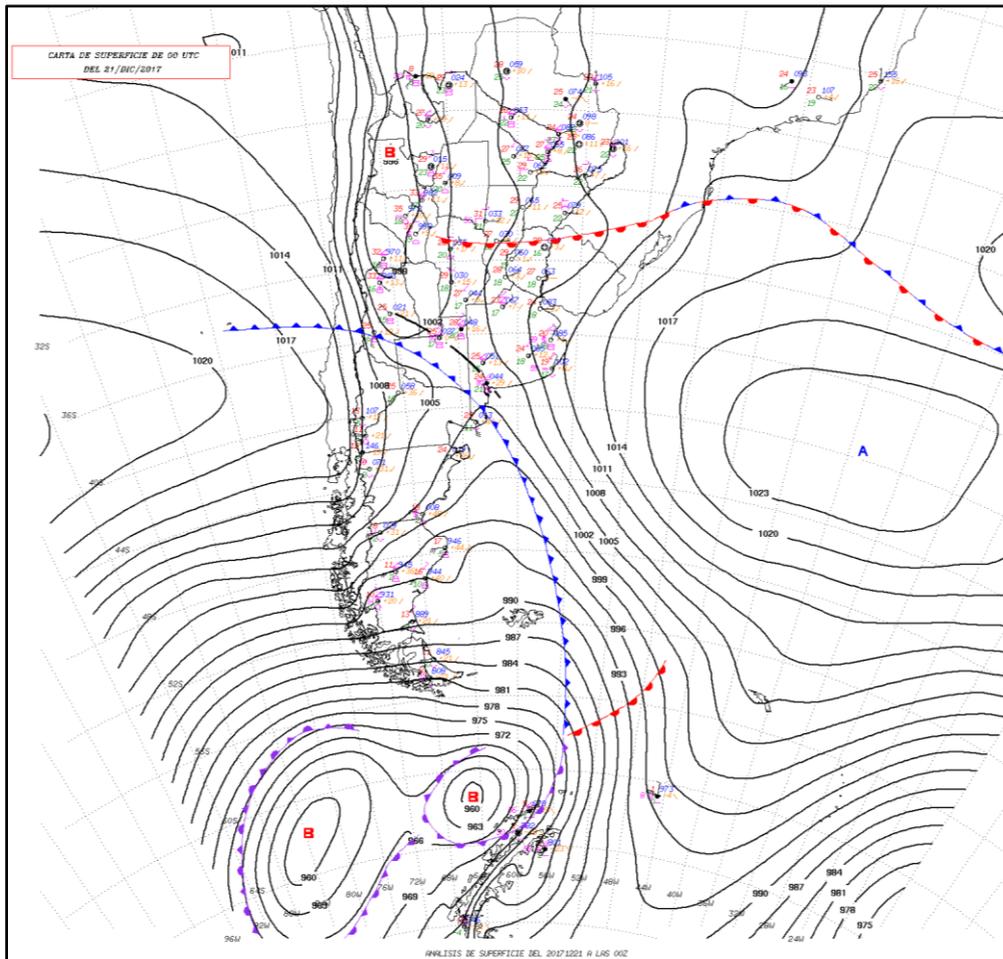
Imagen 10.



En la imagen 10 se observa la parte delantera de eje de vaguada sobre el pasaje Drake, lo cual implica vientos leves con dirección suroeste con fuerte intensidad debido al apretamiento de las isóbaras, las olas llegarían por la amura de estribor de la unidad, considerando el tránsito desde Ushuaia hacia la Península Antártica, disminuyendo la velocidad ordenada, sin embargo si el tránsito fuera desde la península hacia continente americano, favorecería la velocidad del buque, el tránsito debe ser antes del desplazamiento del sistema de bajas presiones que se encuentra al oeste del sur de Chile.

En la zona del Golfo de Penas y los canales chilenos se observa una célula anticiclónica, lo que implicaría buen tiempo, con vientos débiles y olas de poca consideración.

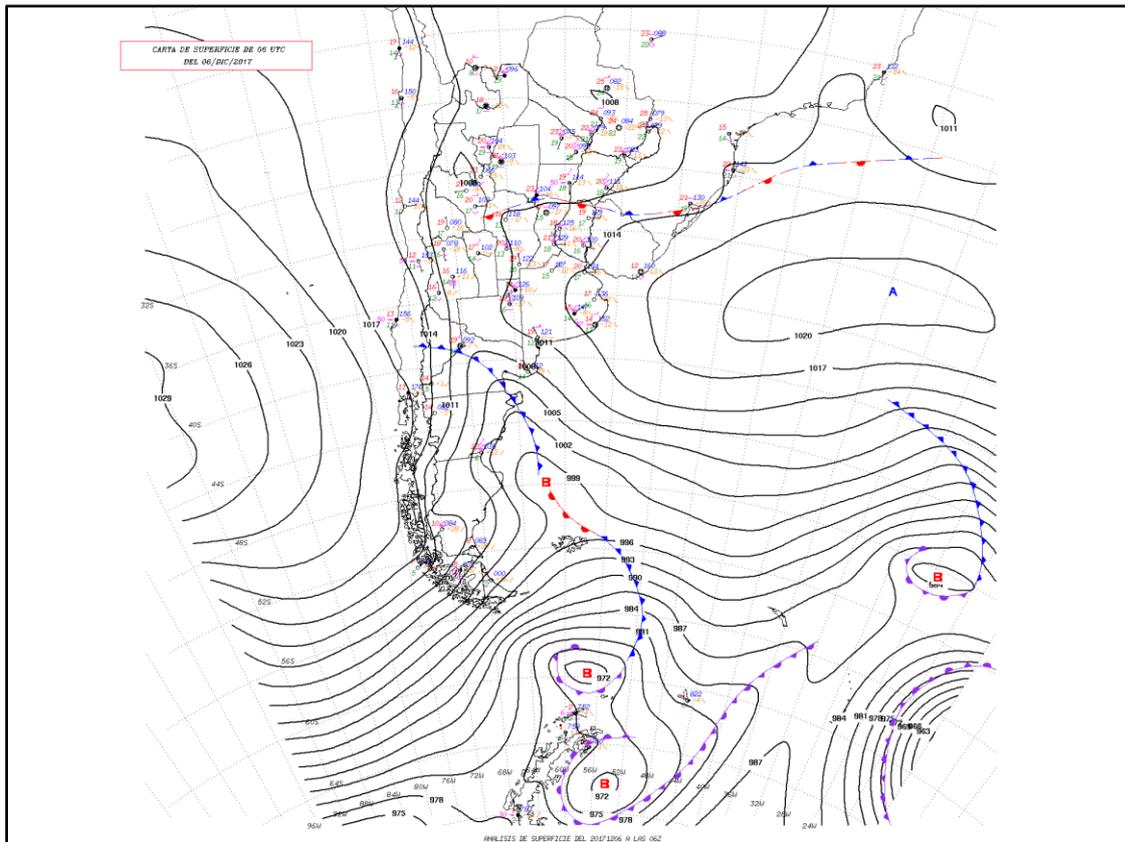
Imagen 11.



En la imagen 11 se observa un sistema de bajas presiones muy profundo, es decir, con gradiente isobárico intenso, menores a 980 hPa., en el centro del pasaje Drake, este sistema genera vientos intensos con rápida rotación en diferentes sentidos en 24 a 48 horas, y oleaje de gran altura, esta situación sería favorable o desfavorable para el cruce, dependiendo del momento de zarpada de la embarcación, desde donde, sea Ushuaia o península Antártica, y la posición del sistema de bajas presiones.

En la zona contigua al Golfo de Penas y canales chilenos se observa flujo del oeste, isobaras paralelas con mucho gradiente isobárico, lo que indicaría vientos intensos y estado de mar gruesa, con altura de olas de 3 a 4 metros.

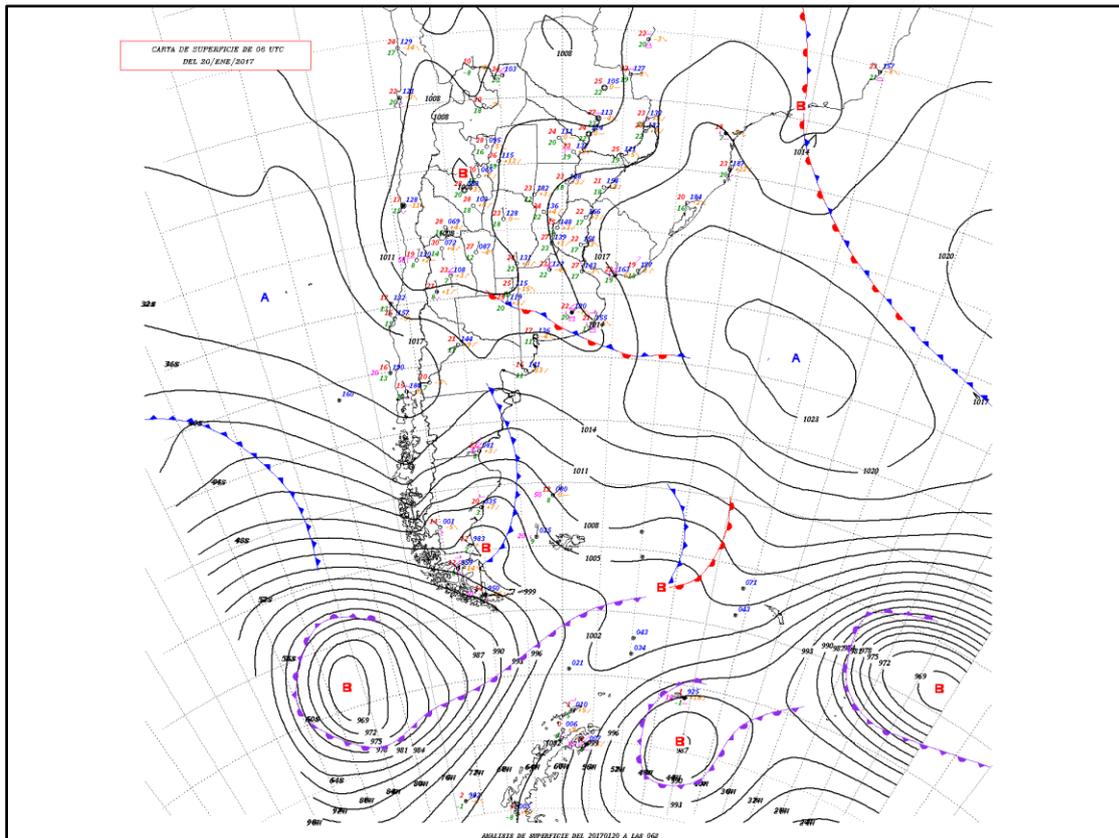
## Imagen 12.



En la imagen 12 se observa un fuerte gradiente bórico sobre el pasaje Drake, un sistema de bajas presiones se encuentra posicionado sobre las islas Shetland y la península Antártica; y un eje de vaguada ingresando al pasaje, lo que nos dice que habría intenso viento del oeste y del suroeste, arribando las olas por la amura y la proa de la embarcación, y estado de mar gruesa, con altura de ola de 2.5 a 4 metros, esta situación no es favorable para el cruce desde Ushuaia hacia la península antártica, y favorable en sentido contrario después del paso de este bórico de bajas presiones, esperando a la cuña que se desplaza hacia el pasaje.

En la zona contigua al Golfo de Penas y canales chilenos se observa flujo del oeste, isóbaras paralelas con mucho gradiente isobárico, lo que indicaría vientos intensos y estado de mar gruesa, con altura de olas de 3 a 4 metros.

## Imagen 13



En la imagen 13 se observa un sistema de bajas presiones muy profundo ingresando por el suroeste de Chile hacia el pasaje Drake, el cual tiene intenso gradiente bórico, vientos intensos rotando en diferentes direcciones y estado de mar gruesa, si la embarcación deseara cruzar el pasaje de cualquiera de las direcciones, debería hacerlo 24 a 48 horas antes, debido a que en esa posición los vientos son calmos.

Ese mismo sistema de bajas presiones, el cual es muy extenso, afectaría también la zona del Golfo de Penas y los canales chilenos, provocando vientos de intensidad fuertes a muy fuertes, elevando considerablemente la altura de ola al ingreso del golfo.

## ESTRECHO DE BRANSFIELD

El estrecho Bransfield, de Bransfield o mar de la Flota es la parte del océano Antártico (o del océano Atlántico) que se encuentra entre las islas Shetland del Sur, al norte, y la península Antártica y el archipiélago de Joinville al sur. Tiene unos 120 km de anchura media y una dirección general noreste-suroeste. Se abre por el oriente entre la isla Joinville y según distintas fuentes el cabo Melville de la isla Rey Jorge (370 km

de extensión), o el cabo Bowles de la isla Clarence (450 km de extensión). Por el occidente se abre entre las islas Smith y Brabante (del archipiélago Palmer).

Las condiciones meteorológicas de esta zona están reguladas por la circulación atmosférica en estas latitudes (cinturón de bajas presiones) y por la orografía de la zona, dando como resultado, micro-climas. Las temperaturas no son tan extremas, debido a que el mar actúa como un regulador de la energía.

La temperatura media anual es de  $-2.5^{\circ}\text{C}$ . Los valores muestran un intervalo que varía entre una máxima absoluta de  $8.2^{\circ}\text{C}$  en marzo de 1987, a una mínima absoluta de  $-27.2^{\circ}\text{C}$  en agosto de 1991.

La presión atmosférica se mantiene relativamente alta, con un valor de 986.8 hPa, el viento del sector NE a 10 nudos, buena visibilidad (superior a 16 km), el estado del cielo normalmente se encuentra cubierto de nubosidad media, del tipo altocúmulos, sin ningún fenómeno significativo.

Sin embargo las condiciones pueden cambiar considerablemente, la presión puede descender bruscamente, la dirección del viento rotar al SE y aumentar su intensidad, con valores de 20 nudos y la temperatura descender a  $-0.2^{\circ}\text{C}$ .

La intensidad del viento puede seguir aumentando conforme pasan las horas, considerando vientos superiores a 50 km/h, con rachas de 70 km/h, y comenzar a precipitar en forma sólida (copos de nieve y nieve granulada) reduciendo la visibilidad a menos de 1000 m. La combinación de la precipitación con el viento, forman condiciones aptas para una ventisca moderada alta, el cielo queda invisible y no puede clasificarse las nubes por falta de visibilidad vertical. La temperatura puede descender hasta los  $-0.8^{\circ}\text{C}$ . a  $-2^{\circ}\text{C}$ .

La responsable de todas estas variaciones, son sistemas de baja presión (borrasca o en inglés LOW), la cual pueden encontrarse a unos cientos de kilómetros al noroeste del archipiélago Shetland del Sur, estas bajas presiones pueden llegar a 968 hPa en el centro del sistema, como se observa en las imágenes 5, 10 y 11.

Debido a la circulación ciclónica del sistema, la dirección del viento tiene una componente sureste sobre el archipiélago, con intensidades superiores a 45 km/h. y así mismo, por esta circulación hay advección húmeda, incrementando la humedad

relativa considerablemente hasta el punto de rocío, por lo que se puede generar nubosidad estratiforme, en general la zona más afectada era la parte occidental del archipiélago.

En las figuras a continuación pueden distinguirse dos rotaciones en direcciones opuestas, una del sector SW que magnifica y mantiene la velocidad de rotación, y la otra del NE que compensa a la dirección anteriormente mencionada.

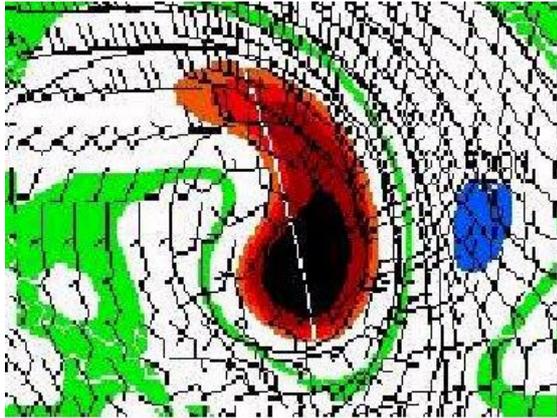


Figura 1



Figura 2

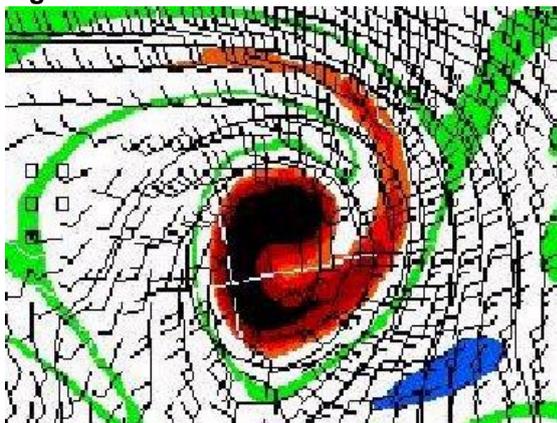


Figura 3

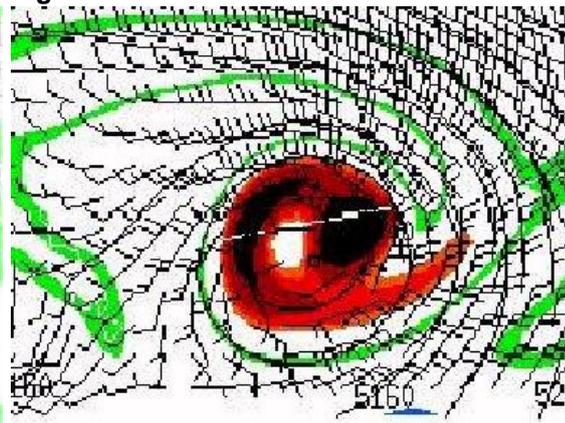


Figura 4

Se puede apreciar el ingreso de aire frío y seco, que comienza a envolver a la baja, lo cual promueve la profundización de la misma. Figura 2. El centro de la baja es de tan solo unos 100 km, por lo tanto su giro, es muy violento, al tener un pequeño radio de rotación.

Tanto el desplazamiento como la profundización del sistema generaban vientos del sector SE permanentemente sobre la isla; esto a su vez provoca, una ventisca moderada a fuerte durante un período de unas horas.

Así mismo, en ese estrecho se observan icebergs y témpanos a la deriva la ocurrencia del hielo en el mar es de particular importancia por los problemas que encierra para la navegación y para el aprovechamiento de ciertas rutas marítimas y puertos, en las regiones polares y sub-polares.

La distribución del hielo en el mar está íntimamente vinculada al clima de una región y a las corrientes oceánicas.

La unidad debe estar en total vigilia durante la navegación, especialmente en la noche ya que visualmente no se puede, pero con el uso de los radares se puede detectar, ya que estos son de gran tamaño, aproximadamente el 30% de la masa se encuentra expuesta en superficie, las embarcaciones deben ordenar maniobras para alejarse a una distancia prudente para no tener ningún tipo de problemas.

## 6. CONCLUSIONES

- Como consecuencia de la investigación del presente trabajo, se pudo determinar las zonas en la cual se debe tomar mayor precaución para la navegación en tránsito y trabajos científicos de la unidad, estos son el Golfo de Penas, al sur de Chile, el pasaje de Drake, que se encuentra entre el límite sur del continente americano y el archipiélago de las islas Shetland, y el estrecho de Bransfield, ubicado a lo largo del límite entre el archipiélago de las islas Shetland y la península antártica, fueron considerados debido a que por circulación general del océano y de la atmósfera, y la derrota propuesta del Bap Carrasco, es en esos lugares donde los fenómenos océano-meteorológicos se produce, y podrían influir en la Campaña Antártica Peruana.
- Se debe tener en cuenta las características principales y equipamiento de la embarcación para el planeamiento y ejecución de las diferentes operaciones, y como estas características afectan o favorecen a la unidad ante las condiciones océano-meteorológicas, en el caso del Bap Carrasco, como características principales a tener en cuenta son la eslora, el desplazamiento y la velocidad, la eslora y desplazamiento influyen en forma positiva para afrontar las condiciones de mal tiempo en el mar, la eslora de 95 metros y desplazamiento de 5000 toneladas le da estabilidad y resistencia para mantener el rumbo, influenciando en la estabilidad en los movimientos verticales y horizontales en diferentes direcciones, como son el rolido, balance y guiñada.

Otra característica antes mencionada es la velocidad, que beneficia al desarrollo de las operaciones, considerando la distancia que se debe recorrer, y la velocidad, se obtiene el tiempo para llegar a la siguiente recalada el cual resulta menor, es decir en términos generales, menos días de navegación, esto significa que los pronósticos podrían ser estimados con mayor exactitud, con un máximo de dos días los cuales serían de mucha fiabilidad y seguridad.

Así mismo, el equipamiento que posee la unidad es muy importante, tanto en la estabilización de la unidad como para las comunicaciones, el Bap Carrasco posee

equipos de ingeniería y operaciones que le permiten mejorar la estabilidad, como son los antes descritos, los tanques anti Rolling y el sistema de posicionamiento dinámico, estos equipos sumados con el desplazamiento, velocidad y la eslora de la unidad permiten una gran estabilidad de la unidad, pudiendo mantener el rumbo de navegación en condiciones de mar muy gruesa, es decir altura de olas significativa de hasta 6 metros, esto confirmado según el último reporte emitido por el Jefe de la última Campaña Antártica Peruana realizada en el Bap Carrasco.

Por otro lado, se sabe que hay posibilidad de encontrar témpanos y/o icebergs durante el trayecto, cuando se encuentren más allá de las latitudes de 60°, estos con los equipos electrónicos de a bordo, deberían ser esquivados, sin embargo, para los escombros de esos hielos en el mar, el Bap Carrasco tiene la clasificación PC7, que según la clasificación de la OMM, considera la navegación en verano u otoño en hielo delgado del primer año que puede incluir trozos de hielo viejo.

- Es importante considerar el horario de zarpada, y de acuerdo a las condiciones iniciales del mar y la atmósfera, demorar o adelantarla maniobra.

Se debe conocer también, cuáles son las actividades previstas y en qué zona se realizarán, de esa manera ubicar las distancias, prever las condiciones océano-meteorológicas de la zona de operación y en qué medida podrá ser afectada la operación, o si se podrá continuar sin afectar el trabajo a realizar.

En ese sentido, los horarios de las operaciones a realizar son también importantes, el tiempo en la antártica varía en unas cuantas horas; y los medios a emplear, es decir las operaciones con embarcaciones menores y aeronaves.

Se debe conocer en detalle la orografía de la zona de operaciones, la configuración del relieve terrestre influye directamente en forma local a la circulación del viento y corrientes marinas, por lo que al estar realizado estudios científicos cerca de una zona en la cual el viento se comporta como un embudo y las velocidades aumentan notablemente, podría afectar las operaciones.

Se debe tener en cuenta las condiciones de mar y viento iniciales, de esa manera se podrá determinar cómo se comportará la circulación de los sistemas, las diferentes rotaciones, y las variables que determinan la intensidad de los fenómenos océano-meteorológicos.

Considerar que los pronósticos tienen una fiabilidad de máximo tres días, y en el caso de la Antártida, de máximo 24 horas, por lo que se debe estar actualizando el pronóstico de acuerdo a la posición de la unidad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Decreto Supremo\_014-2014-Relaciones Exteriores POLITICA NACIONAL ANTARTICA PERUANA.
- Informes de Jefe de Campaña Antártica Peruana, Campañas IX, XXI, XXII
- Xavier Gabarró I Raurich, Escuela Técnica Superior de Náutica, Universidad de Cantabria; Octubre 2013, Expediciones Antárticas, aspectos, meteorológicos, oceanográficos, Glaciológicos y de la navegación entre hielos.
- Manuel Bañón García, Instituto Nacional de Meteorología de España Marzo 1994 El Clima en la zona de influencia de la Base Antártica Española, Págs. 27-47
- Antonio F. Gil, Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, diciembre 2007 Situaciones meteorológicas más frecuentes en la Península Antártica.
- C de C. Lic. Álvaro Scardilli, Servicio de Hidrografía Naval de la Armada Argentina, 2017, Actividades Operativas y de I+D en el Departamento Meteorología.
- Fernando Torena, Meteorólogo e investigador de tormentas severas (Uruguay), enero 2005, La Isla rey Jorge y el corredor de depresiones en la Antártida.
- Isabel Águila Müller, Universidad de Magallanes, Chile, agosto 2015, Variación del clima Antártico.
- <http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>
- [http://meteoarmada.directemar.cl/prontus\\_meteo/site/edic/base/port/inicio.html](http://meteoarmada.directemar.cl/prontus_meteo/site/edic/base/port/inicio.html)
- <https://www.smn.gob.ar/argentina>
- <https://aemetblog.es/2017/05/03/aemet-en-la-antartida-2>
- [https://www.researchgate.net/publication/314410466\\_la\\_antartida\\_un\\_continente\\_conectado\\_al\\_mundo](https://www.researchgate.net/publication/314410466_la_antartida_un_continente_conectado_al_mundo)
- <https://www.tiempo.com/ram/138/situaciones-meteorologicas-mas-frecuentes-en-la-peninsula-antartica/>
- <https://www.wikipedia.org/>

