

MASAS DE AIRE Y FRENTE



MASAS DE AIRE Y FRENTE

MASAS DE AIRE

El concepto de masas de aire fue introducido por Bergeron en 1929 (escuela de Noruega), quién las definió como **“una porción de la atmósfera cuyas propiedades físicas son más o menos uniformes en la horizontal y con cambio abrupto en los bordes”**.

En la actualidad, para el análisis del tiempo es necesaria la identificación de las distintas masas de aire, sus propiedades y sus desplazamientos.

Una masa de aire se caracteriza por su gran extensión horizontal de 500 Km a 5000 Km (en la vertical de 0,5 Km a 20 Km), y su homogeneidad horizontal en lo referente a la temperatura y al contenido de vapor de agua.

La identificación de las masas de aire se efectúa mediante la observación meteorológica. El hombre suele acusar la presencia de las mismas, asociándolas con determinadas reacciones de su organismo. Todos sufrimos el calor agobiante de las olas de calor del verano y también nos damos cuenta del final del período de tiempo cálido y húmedo, cuando, luego de una gran tormenta nos encontramos ante una ola de aire frío y seco. Lo que ha ocurrido, en este caso, fue un cambio de masa de aire.

ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DE LAS MASAS DE AIRE

Una de las principales preocupaciones de los pronosticadores es determinar las condiciones del tiempo dentro de cada masa de aire, la dirección de su desplazamiento y los cambios que experimentan sus propiedades durante el desplazamiento. Las propiedades resultantes serán las características del tiempo que se darán a lo

largo de su desplazamiento. Las propiedades resultantes serán las características del tiempo que se darán a lo largo de su desplazamiento.

Las masas de aire adquieren sus propiedades en contacto con la superficie sobre las que se forman. Dada la poca conductividad calorífica del aire, los grandes volúmenes deben circular lentamente sobre las zonas denominadas **regiones fuentes**, para poder adquirir una distribución homogénea de temperatura y humedad.

Según las regiones donde adquieren sus propiedades básicas (clasificación absoluta) las podemos clasificar en:

- **Aire Ártico o Antártico (A):** se genera en la región cubierta de nieve y hielo, con circulación preferentemente anticiclónica. Es fría, seca y estable.

- **Aire Polar Continental (Pc):** se genera en la región continental subpolar. Es fría y húmeda.

- **Aire Polar Marítimo (Pm):** se genera en la zona subpolar ártica. Es fría y húmeda.

- **Aire Tropical Continental (Tc):** se genera en la zona subtropical de altas presiones. Es cálida y seca.

- **Aire Tropical Marítimo (Tm):** se genera en los anticiclones subtropicales, sobre los océanos. Es cálida y húmeda.

- **Aire Ecuatorial (E):** se genera en los mares tropicales y ecuatoriales. Es caliente y muy húmeda.

Según su comportamiento termodinámico se las puede dividir en masa de aire:

- **Fría (K):** se la denomina de esta forma cuando es más fría que las masas de aire próximas o que la superficie sobre la cual se desplaza.

- **Cálida (W):** se la denomina de esta forma cuando es más caliente que las masas de aire próximas o que la superficie sobre la cual se desplaza.



CARACTERÍSTICAS

Las condiciones del tiempo dentro de una masa de aire en movimiento están ligadas a la temperatura existente en la superficie subyacente.

Las masas de aire cálido, en la mayoría de los casos, son de origen tropical y se mueven hacia latitudes más altas. También puede darse el caso de aire marítimo cálido que se desplaza sobre suelo más frío o aire cálido continental que se desplaza sobre aguas que están más frías. En estos casos hay un lento transporte de calor desde la masa de aire hacia la superficie subyacente, con la consecuente estratificación dentro del aire, con ausencia de cualquier movimiento vertical o turbulencia, por lo que todas las nubes que encontremos serán del tipo estratiformes. Las nieblas serán muy frecuentes en este tipo de aire.

Las masas de aire frío se dan, frecuentemente, por el movimiento de aire

polar hacia latitudes menores, o por aire marítimo que se desplaza sobre la tierra más cálida. Por este calentamiento de la masa de aire, se desarrolla la convección y la turbulencia, por lo que se forman nubes del tipo cúmulus. La visibilidad es generalmente buena.

A efectos de poder determinar los movimientos de las masas de aire y así determinar el tiempo asociado a ellas, es necesario tener en cuenta algunas características que se mantienen constantes durante el movimiento de las mismas. Para ello se puede tomar en consideración:

- La temperatura a una altura tal que se eliminen las influencias de la superficie.
- El gradiente vertical de la temperatura.
- La temperatura potencial equivalente.
- La humedad específica.
- La visibilidad.
- La influencia del período diurno sobre las nubes y precipitaciones.

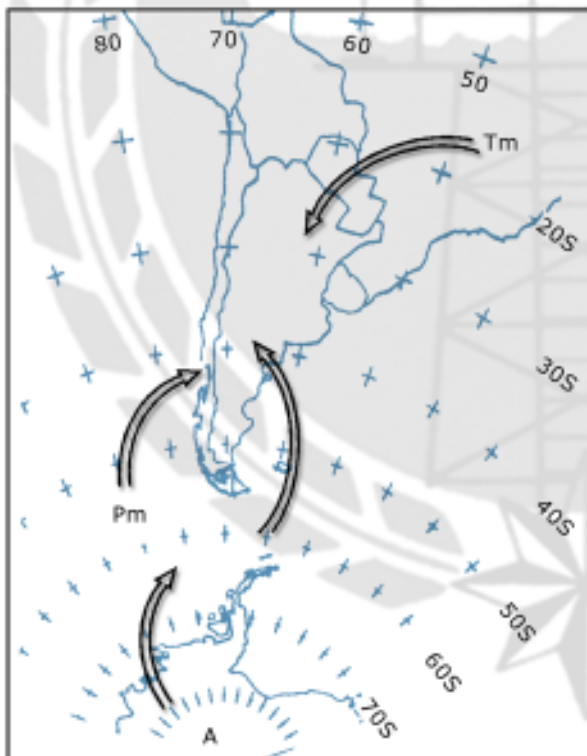


FIGURA .3 MOVIMIENTO DE LAS MASAS DE AIRE EN VERANO

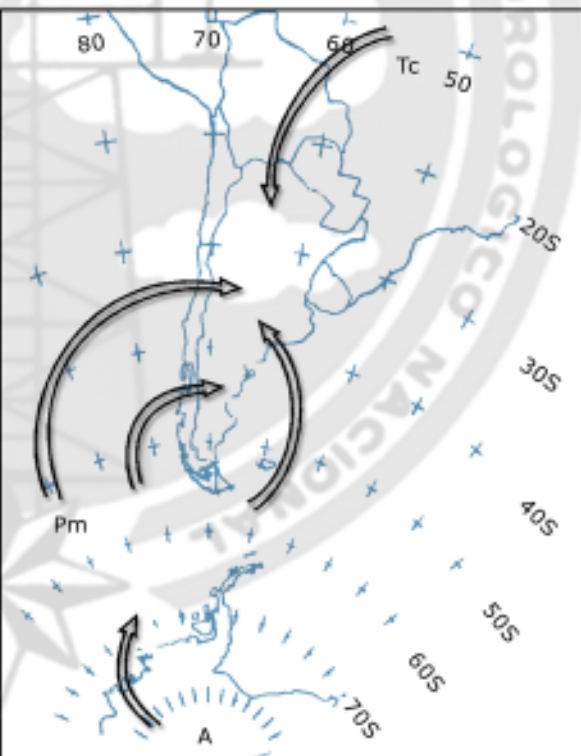


FIGURA .4 MOVIMIENTO DE LAS MASAS DE AIRE EN INVIERNO



Las masas de aire que han viajado poco tiempo o que lo han hecho con mucha velocidad, cambian muy poco sus características iniciales.

Las que han viajado durante mucho tiempo, fuera de sus regiones fuente, o que lo han hecho con suma lentitud, alteran en mayor medida sus características iniciales.

MASAS DE AIRE EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Aire Tropical

La fuente principal de esta masa de aire es la circulación alrededor del Anticiclón Subtropical del Océano Atlántico, siendo su trayectoria diferente según la época del año. En verano lo encontramos, frecuentemente, en latitudes más altas, por lo que la trayectoria que siguen las partículas, en promedio, es algo distinta para el verano con respecto al invierno.

La masa de aire tropical que llega a nuestro territorio en invierno, proviene de latitudes mucho más al norte y con un recorrido muy continental, siendo su irrupción ocasional.

En verano ocurre que las masas tropicales son de origen marítimo, con gran contenido de humedad, o sea con bastante agua precipitable, e inestable lo que es característico de la parte occidental de los anticiclones subtropicales.

En invierno podemos observar las características de esta masa de aire tropical que enfriada sobre el continente, por la presencia de nieblas en su parte anterior y por los bancos de nubes estratiformes, con una variación diurna muy particular. Esta nubosidad es máxima a la salida del sol, y mínima o nula durante la tarde.

Aire Polar

Debemos diferenciar entre las que provienen del Océano Pacífico y las que lo hacen por el Océano Atlántico.

- La que proviene del Pacífico, penetra a nuestro territorio luego de cruzar la Cordillera de los Andes. Al cruzar la cordillera produce de calentamiento que sufre la masa de aire, al descender del lado argentino. Por lo que la masa es modificada, llegando como masa seca (**Figura 5**).

- La que proviene del Atlántico, penetra al continente luego de un largo recorrido

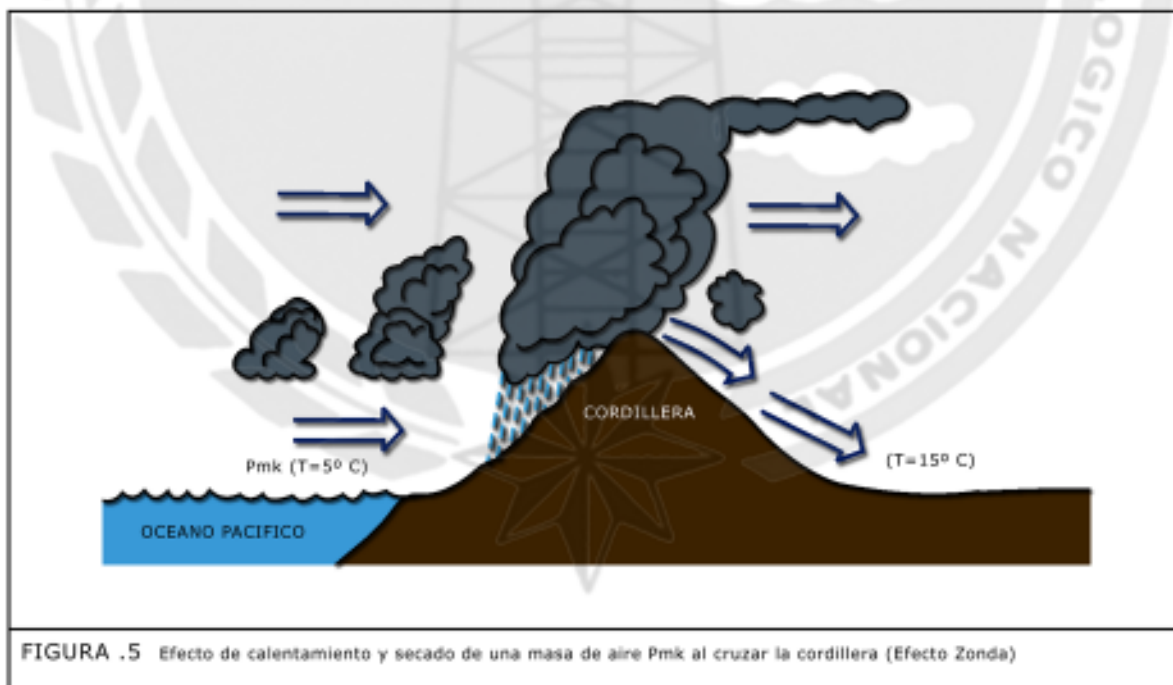
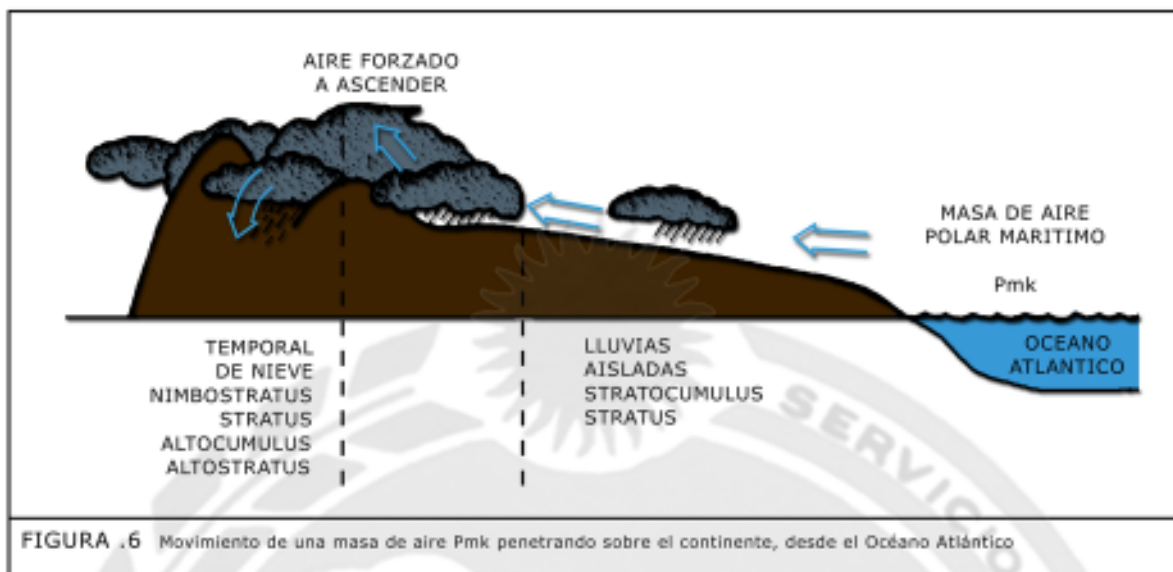


FIGURA .5 Efecto de calentamiento y secado de una masa de aire Pmk al cruzar la cordillera (Efecto Zonda)





sobre el océano por lo que tiene abundante humedad. Al estar en el continente más caliente esta actúa como una masa Polar Marítima Fría (Pmk), generándose rápidamente inestabilidad convectiva (**Figura 6**).

Aire Antártico

El continente Antártico se comporta como una gran bóveda sobre la cual, por razones de gravedad, el aire frío fluye constantemente hacia los niveles más bajos hasta llegar a los mares, continúa moviéndose sobre las aguas, modificando sus propiedades para transformarse en Polar Marítimo.

FRENTES

Dentro de una masa de aire se observan propiedades del tiempo relativamente uniformes. Al desplazarse esta masa de aire se pondrá en contacto con otra masa de aire de propiedades diferentes, dándose una repentina variación en las condiciones del tiempo. Así podremos observar cambios en la temperatura, la humedad, el viento la presión, la nubosidad, etc.

En un viaje, durante el cual nos desplazamos de norte a sur, dentro de una masa de aire cálido, iríamos registrando un

ligero descenso de la temperatura. Al entrar en el aire frío notaríamos un rápido descenso de la temperatura. De esta forma al cambiar de una masa de aire a otra, tenemos estas rápidas variaciones en las condiciones meteorológicas, lo que se da al cruzar una determinada línea o superficie que separa a dichas masas.

En meteorología se ha generalizado la expresión **superficie frontal** para referirse a la superficie de separación de dos masas de aire de diferentes características. Llamaremos **frente** a la línea determinada por la intersección de la superficie frontal y el suelo.

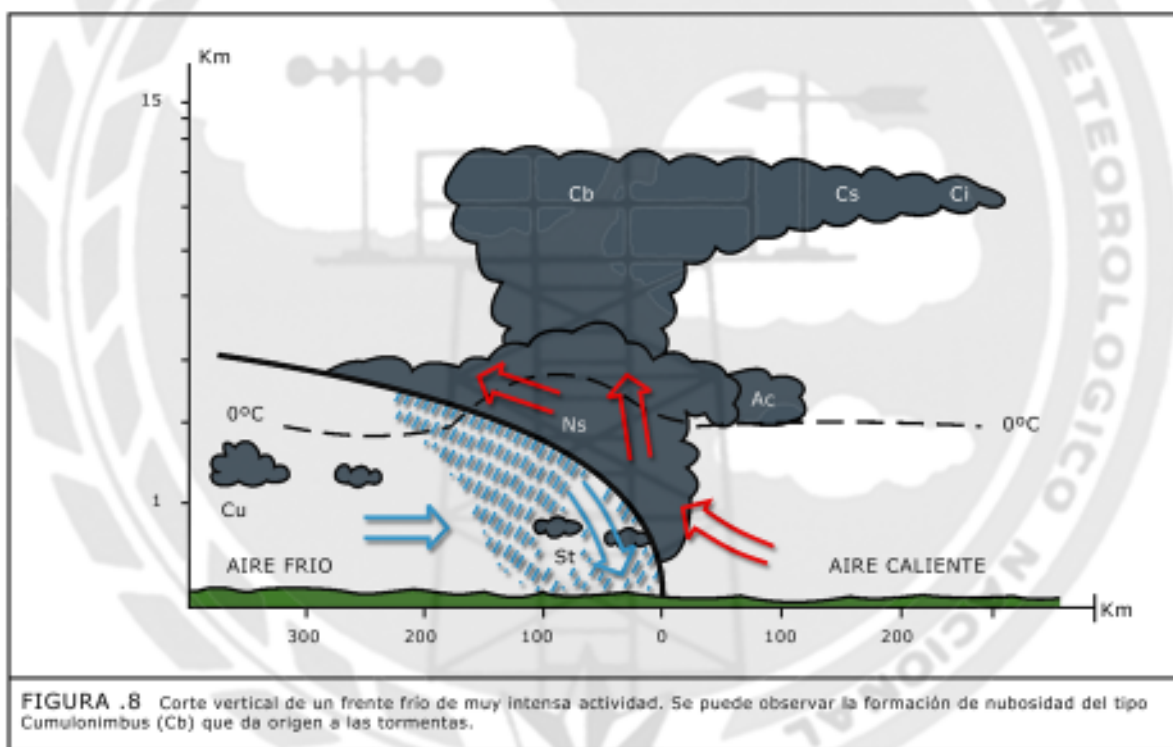
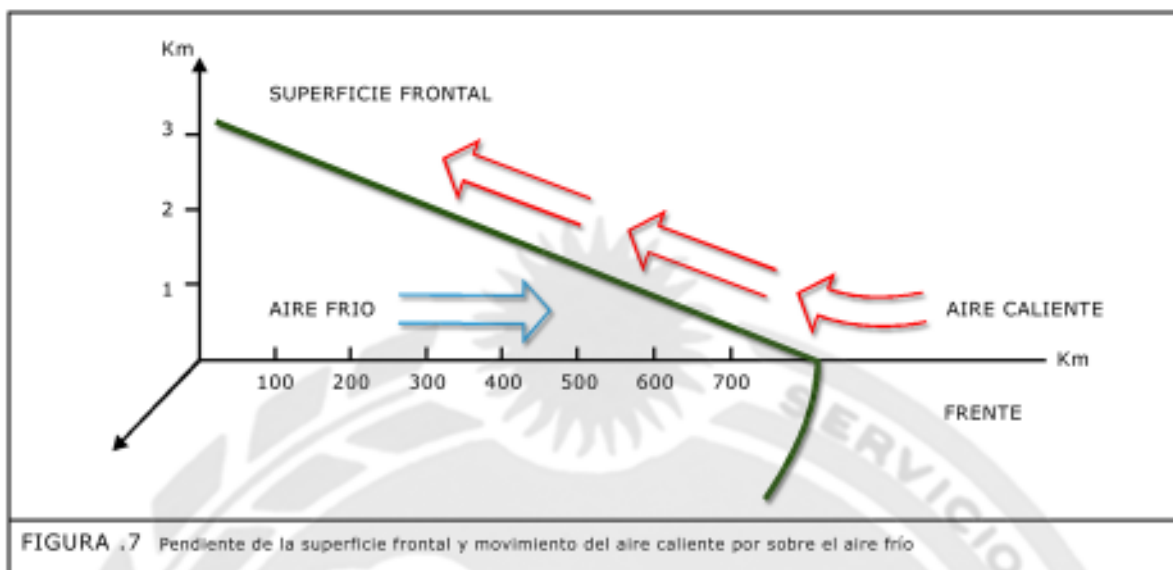
Cuando las masas de aire frío y cálido se encuentran, el aire frío penetra por debajo del aire cálido, debido a su mayor densidad, obligando al aire cálido a ascender por sobre la superficie que separa ambas masas de aire.

Los frentes pueden tener una longitud de 500 Km a 5.000 Km, un ancho de 5 Km a 50 Km y una altura de 3 Km a 20 Km. la pendiente de la superficie frontal puede variar entre 1:00 y 1:500.

FORMACIÓN DE FRENTES

En la mayoría de los casos los frentes se forman debido al movimiento de masas de





aire, con propiedades diferentes, que se ponen en contacto. Este proceso de formación de un frente es denominado **frontogénesis**.

Hay dos condiciones que motivan la formación de frente, ellas son:

- que las masas de aire sean de distinto tipo,
- que los vientos prevalentes transporten las masas una hacia la otra.

El proceso inverso, o sea aquel por el cual un frente desaparece se denomina **Frontolisis**.



CLASIFICACIÓN DE LOS FRENTE

Según el movimiento del aire y los cambios de temperatura resultante pueden darse distintos tipos de frentes, cada uno de los cuales con sus características propias. Ellos son: frente frío, frente caliente, frente estacionario y frente ocluido.

Frente Frío

Cuando una superficie frontal se desplaza de tal manera que es el frío el que desplaza al aire caliente en superficie, se dice que estamos en presencia de un **frente frío** (FF). Asociado con el pasaje del frente se producen aumento de presión, rotación del viento, disminución de la temperatura y la humedad, mejoramiento de la visibilidad y aumento de los techos nubosos.

La intensidad de los meteoros que provoca es muy variada, desde un cielo apenas nublado, hasta otro completamente cubierto de cumulonimbus, con fuertes tormentas y precipitación muy intensa.

Otra característica de este tipo de frente es el lento avance de nubes que van cubriendo lentamente el cielo, para luego espesarse, observándose en algunos casos rayos en el horizonte. En el caso de que el frente tenga gran actividad, se observa el avance de una nube de rotor o en forma de rollo horizontal.

Generalmente los frentes fríos se aproximan al centro del país con una orientación NW-SE, con viento del sector sur por detrás de los mismos. Es así que el Pampero, viento frío y seco del sector SW sólo puede producirse después del pasaje de un frente de este tipo.

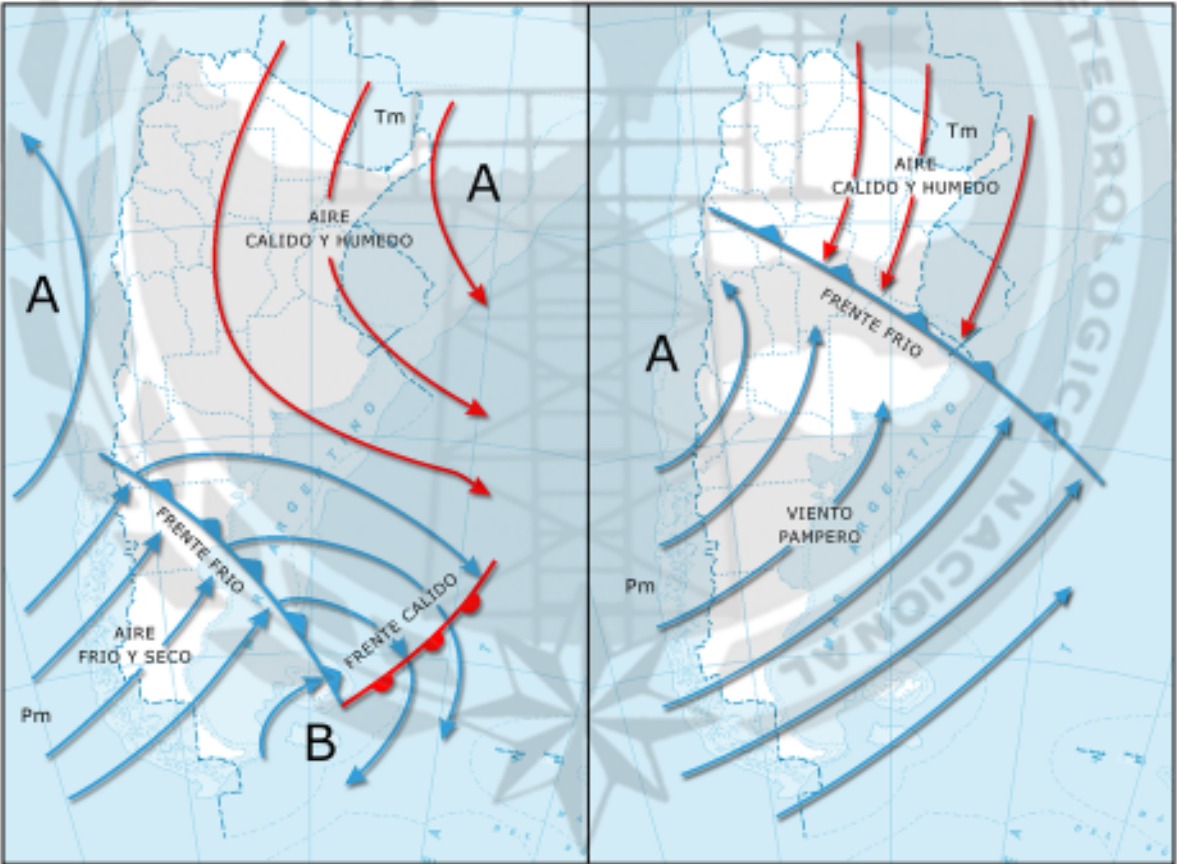


FIGURA .9 Situación sinóptica producida por una masa de aire Pm que ingresa al continente desde el Océano Pacífico

A SIST DE ALTA PRESION B SIST DE BAJA PRESION



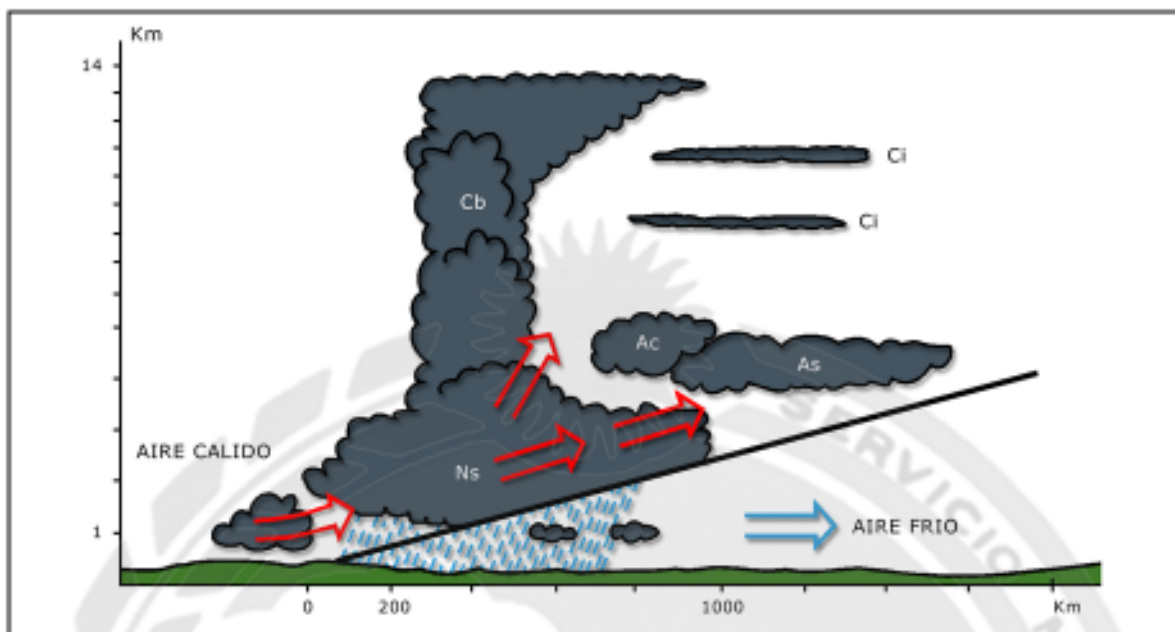


FIGURA .10 Corte vertical de un frente cálido

Cuando el aire fresco posterior al frente, atraviesa por sobre suelo que había estado calentado por aire cálido, el calentamiento de la masa fría produce ascenso, con la aparición de los típicos cúmulos de buen tiempo.

Frente Caliente

Cuando la superficie frontal se desplaza de tal manera que es el aire caliente el que desaloja al aire frío en superficie, se dice que estamos en presencia de un frente caliente (FC).

En este caso la cuña de aire frío es empujada por el aire caliente, el cual trepa sobre la superficie frontal hasta una distancia de 1500 Km por delante del contacto de la superficie frontal con el suelo.

A medida que estos frentes se acercan, la capa nubosa irá presentando una secuencia cirrus (Ci), cirrostratus (Cs), altostratus (As), estratus (St) y los nimbostratus (Ns) asociados con cumulonimbus (Cb).

La capa nubosa que recubre la superficie frontal, suele dar lugar a precipitaciones de tipo continuo que puede observarse a gran distancia por delante del frente.

Tras el paso del frente caliente se darán las condiciones del tiempo típicas de una masa cálida, con cielo despejado.

En la **Figura 11** podemos observar la evolución de un frente caliente que se desplaza en dirección NE-SW y la de un frente frío que se mueve en dirección WSW-ENE, con el correspondiente campo de presión.

Frente Estacionario

Es aquel que marca la separación entre dos masa de aire, entre las que no se manifiesta el desplazamiento de una respecto de la otra.

No se representa la sección de este tipo de frente, en lo referente a los meteoros asociados, por ser similar al de un frente caliente. En la **Figura 12** se representa un frente estacionario en superficie con el movimiento del aire a cada lado del mismo (en la horizontal); como vemos el viento en la zona fría, pero sentido contrario.

Frente Ocluido

Dado que los frentes fríos se desplazan a mayor velocidad que los frentes calientes, acaban por alcanzarlos. En estas condiciones el sector caliente desaparece progresivamente de la superficie, quedando solamente en la altitud.

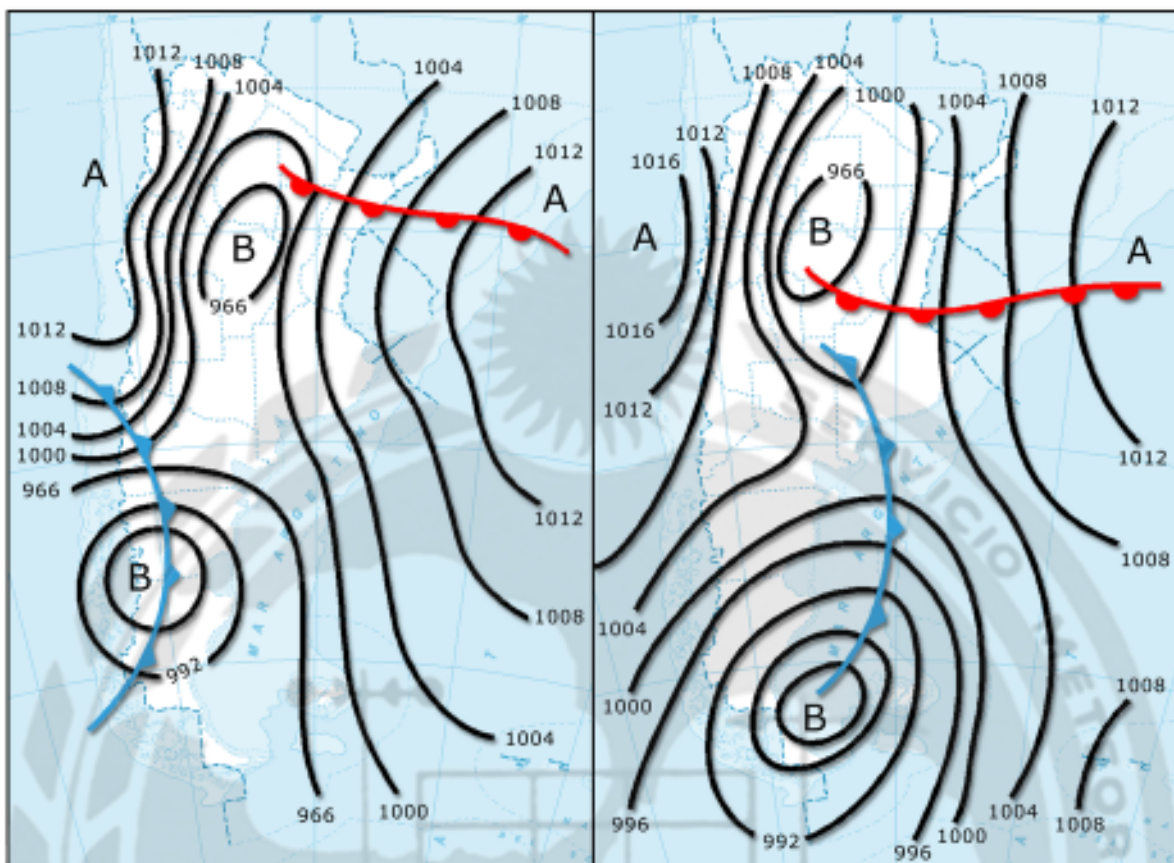


FIGURA .11 Secuencia de mapas sinópticos que difieren en 12 hrs

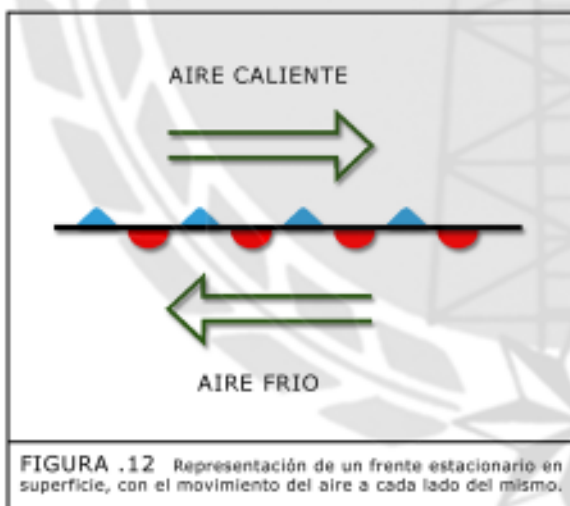


FIGURA .12 Representación de un frente estacionario en superficie, con el movimiento del aire a cada lado del mismo.

Cuando los frentes se han unido forman lo que llamamos un **frente ocluido** o una **oclusión**.

- **Oclusión del tipo de frente frío:** Es la que se produce cuando el aire que se encuentra por delante del frente caliente es menos frío que el que llega por detrás del frente frío. En este caso el aire que está por detrás del frente frío, al ser más denso, hará de cuña y levantará al primero (**Figura 13**).

- **Oclusión del tipo de frente caliente:** Es la que se produce cuando el aire que está por delante del frente caliente es más frío que el que está por detrás del frente frío, este último aire por ser más liviano trepará por sobre el primero (**Figura 14**).

Cada una de las oclusiones es acompañada por un frente complementario, caliente para la primera y fría para la segunda, en altitud.

En ambos casos, a medida que se aproxima un frente ocluido, el sistema nuboso y las precipitaciones que lo acompañan son muy



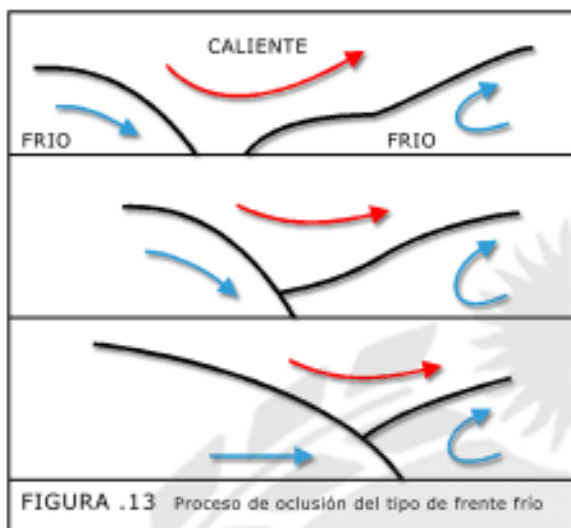


FIGURA .13 Proceso de oclusión del tipo de frente frío

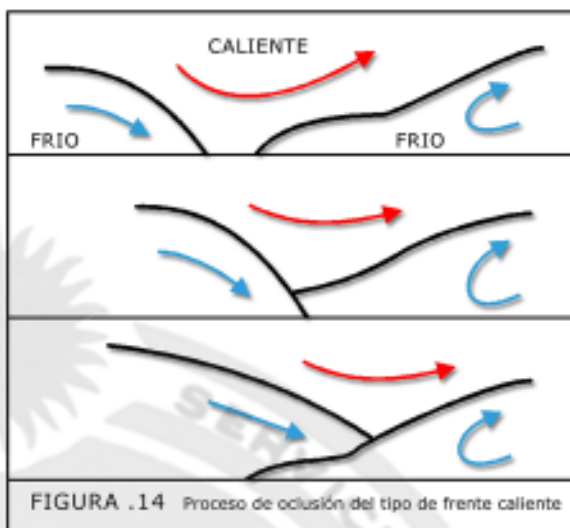


FIGURA .14 Proceso de oclusión del tipo de frente caliente

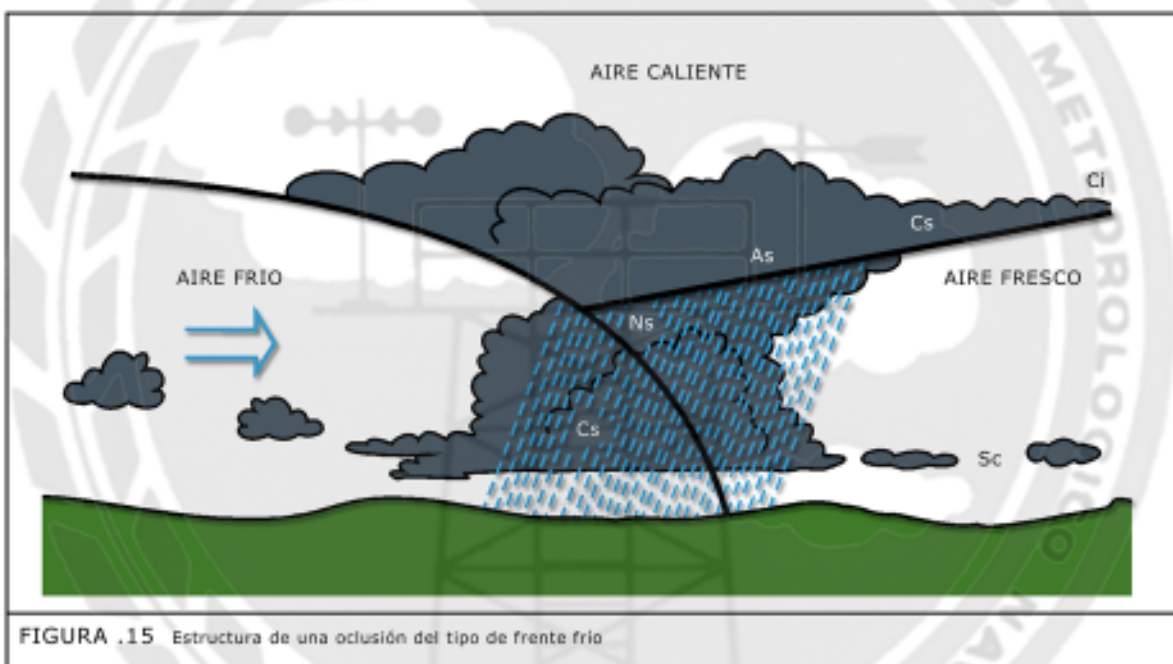


FIGURA .15 Estructura de una oclusión del tipo de frente frío

similares a las que corresponden a un frente cálido. En cuanto el frente haya pasado, tanto las nubes como la precipitación serán las correspondientes a un frente frío, como puede observarse en las **Figuras 15 y 16**.

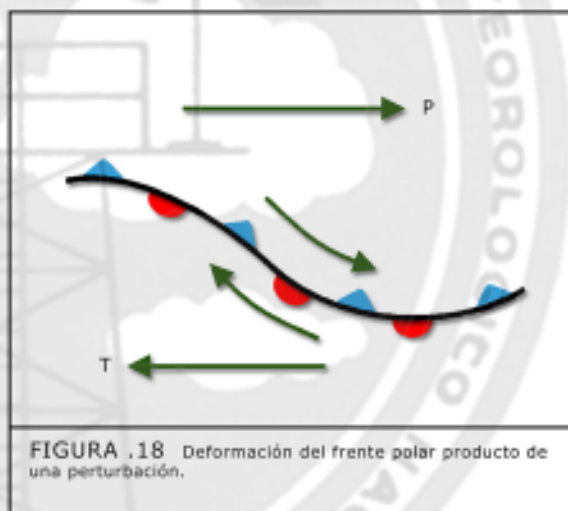
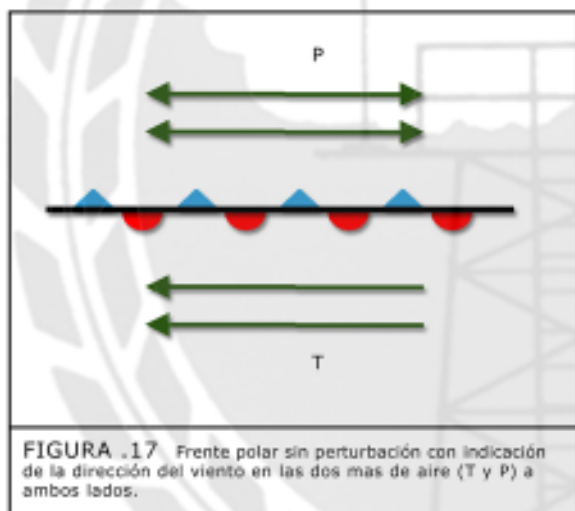
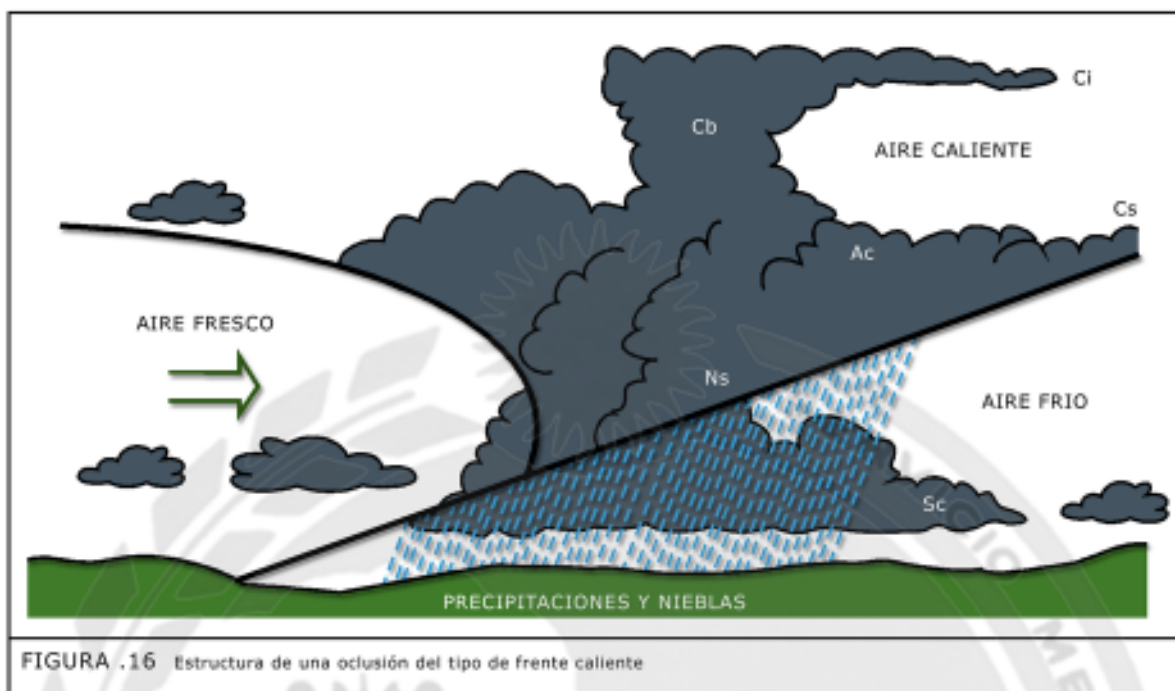
Como observamos en las figuras anteriores, la nubosidad y la precipitación en la oclusión de carácter caliente se extienden sobre una zona mayor que en la oclusión de carácter frío. Dicha nubosidad y precipitación dependerán del grado de inestabilidad del

aire contenido en el sector caliente, el cual perdura en altitud.

FRENTES EN EL GLOBO

Hemos tratado sobre las características generales de las masas de aire y frentes, nos ocuparemos ahora de las zonas frontales asociadas a las principales masas de aire. Observar las **Figuras 1 y 2**.





Frente Ártico

Cuando el aire ártico (A) se encuentra con aire marítimo más cálido (Pm), se observan fuertes contrastes entre ambas masas de aire, dando lugar a las típicas perturbaciones frontales del tiempo.

Frentes Polar

Es el que limita las irrupciones de aire polar (P), dicho frente avanza o retrocede, acorde con el movimiento de esta masa de aire.

En invierno los frentes polares avanzan, con las masas de aire polar, hasta latitudes menores que en el verano.

Los avances y retrocesos de los frentes polares son la característica fundamental de las latitudes medias, justificando la variabilidad del tiempo que se registra en estas zonas, sometidas a continuas invasiones de masas de aire, polares y tropicales.



Frente intertropical

Este frente se forma como resultado del encuentro y convergencia de los vientos alisios, de ambos hemisferios, sobre las regiones tropicales. La posición de la zona de encuentro debe desplazarse en forma estacional, de acuerdo a los desplazamientos de la zona de las calmas ecuatoriales.

Cuando el sol se encuentra próximo al ecuador, las condiciones térmicas existentes en las dos masas de aire, a ambos lados de los frentes son casi uniformes. Pero, cerca de la mitad del verano o al final del mismo, al igual que en invierno, los contrastes térmicos llegan a un valor máximo, dado que las diferencias de temperatura entre ambos hemisferios son muy marcadas.

DESARROLLO DE UN CICLÓN O CENTRO DE BAJA PRESIÓN

Las condiciones meteorológicas en las latitudes medias están asociadas a las masas de aire; sus desplazamientos, a los sistemas de baja presión (**Ciclones**) y a los sistemas de alta presión (**Anticiclones**).

Estos ciclones y anticiclones se desplazan, hacia el este, dentro del cinturón de los vientos dominantes del oeste.

Las condiciones del tiempo ligadas a una baja o ciclón, es motivo de un estudio especial dado el gran cambio de dichas condiciones

en la mayoría de los casos desfavorables, que se producen por la presencia de este sistema.

Las masas de aire frío que cubren las regiones polares tienen un límite muy irregular, con continuos movimientos fluctuantes hacia el norte y sur. Como hemos visto, el nombre con que se designa a este límite que separa el aire polar del tropical, es el de **frente polar**.

Dicho frente puede comportarse como frío o caliente, según el sentido en que se desplace (**Figura 17**).

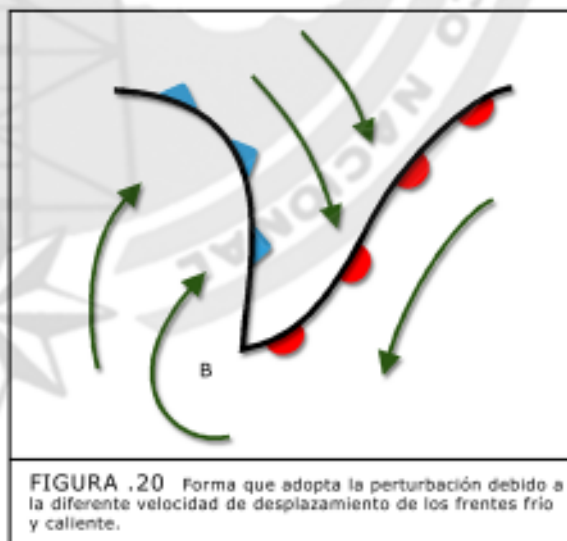
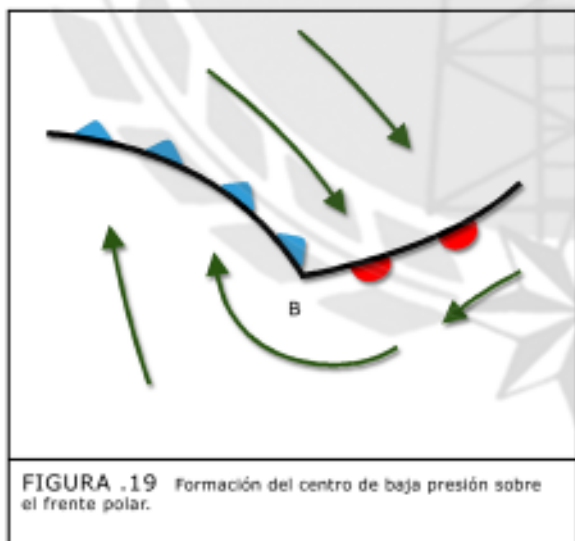
La mayor parte de los ciclones de latitudes medias se desarrollan a partir de ondas inestables sobre el frente polar.

Debido a la gran diferencia de temperatura que hay entre el aire tropical y el polar, las masas de aire situadas a ambos lados del frente polar presentan grandes contrastes, propensa a la producción y desarrollo de perturbaciones.

Al irrumpir el aire polar hacia latitudes medias, sobre la región el aire tropical, se hace más inestable hasta formar una pequeña perturbación (**Figura 18**).

Cuando las condiciones para que se produzca una onda inestable son adecuadas, la perturbación inicial se desarrollará rápidamente, trasladándose hacia el este, a lo largo del frente polar.

El movimiento inicial del aire, paralelo al frente como muestra la **Figura 17**, queda perturbado y se transforma en un flujo como el que indica la **Figura 19**.



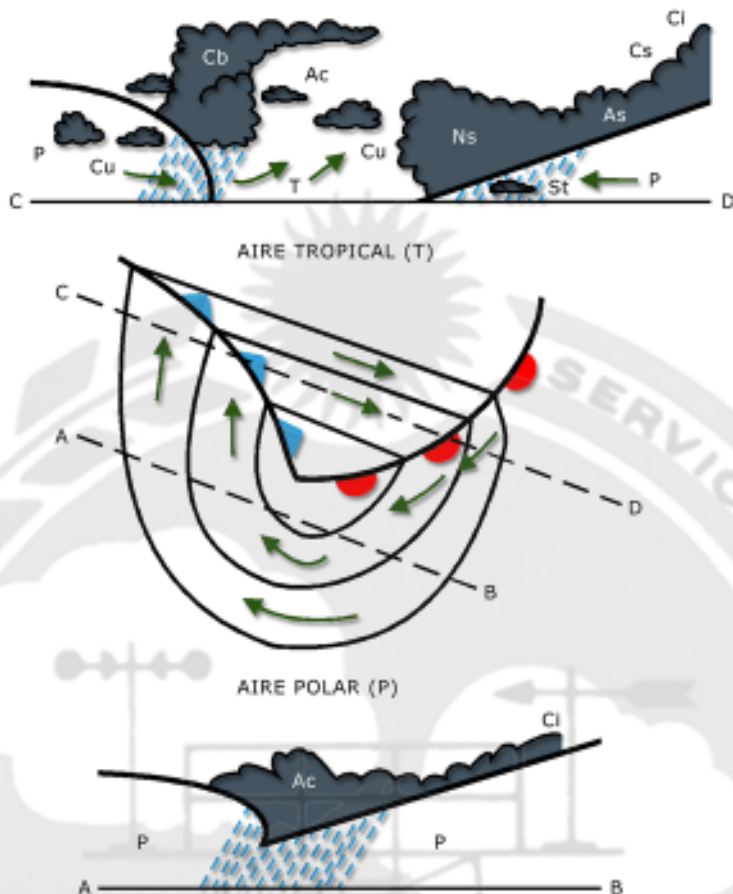


FIGURA .21 Ciclón maduro en superficie y secciones verticales al sur y norte del centro

Como consecuencia de este tipo de movimiento se genera un **centro de baja presión** que se intensifica. La parte occidental de la onda (**frente frío**) se desplaza más rápidamente que la parte oriental **frente caliente**, tomando la forma que se indica en la **Figura 20**.

Cuando se llega a esta etapa bien desarrollada, con las condiciones de tiempo asociada estamos en presencia de lo que se denomina **Ciclón maduro**.

CICLÓN MADURO

El ciclón maduro está compuesto por dos cuerpos distintos de aire: uno frío y otro cálido, con predominio del primero junto al suelo.

Como consecuencia de estas dos masas de aire con diferencias térmicas, de presión y de dirección de movimiento, se da un marcado salto en la dirección del viento al pasar del sector frío al caliente, sobre cualquiera de los dos límites de separación.

La estructura de un ciclón maduro la vemos en la **figura 21**, que contiene también dos secciones verticales según líneas situadas al sur (A, B) y al norte (C, D) del centro. Podemos observar que las isobaras alrededor de la baja madura presentan acusados ganchos al cruzar cualquiera de los dos frentes.

En las secciones verticales de la figura anterior observamos la distribución de la nubosidad y la precipitación, las que van asociadas al ascenso del aire cálido sobre los frentes frío y caliente.



El ciclón ocluido

El desarrollo del ciclón hace que el frente frío sobrepase al frente caliente, dando lugar a la formación de un **frente ocluido**. El sector

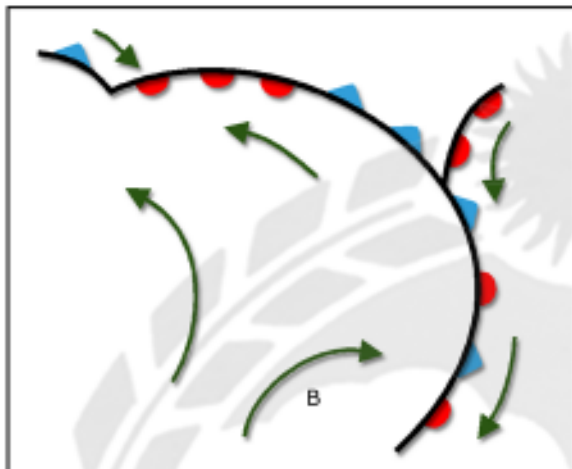


FIGURA .22 Ciclón ocluido y movimiento del aire en las distintas zonas.

cálido se ve forzado a subir, hasta perder el contacto con el suelo, dando origen a un ciclón totalmente ocluido, y según cual sea el contraste térmico entre las masas de aire frío a ambos lados del frente ocluido, este último será una oclusión del tipo de frente caliente o del tipo de frente frío. En la **figura 22** podemos observar el frente ocluido.

Concluida la oclusión las dos masas de aire frío se mezclan, determinando la desaparición del frente, la debilitación y desaparición de la baja.

Familia de ciclones

En cada irrupción de aire polar hacia latitudes medias, en general se produce el desarrollo de una serie de ondas a lo largo del frente polar. En esta cadena de ondas, a medida que se encuentran más hacia el oeste, están en un desarrollo más primitivo. A estos sistemas se los denomina **familia de ciclones**, y toman la forma de la **Figura 23**.

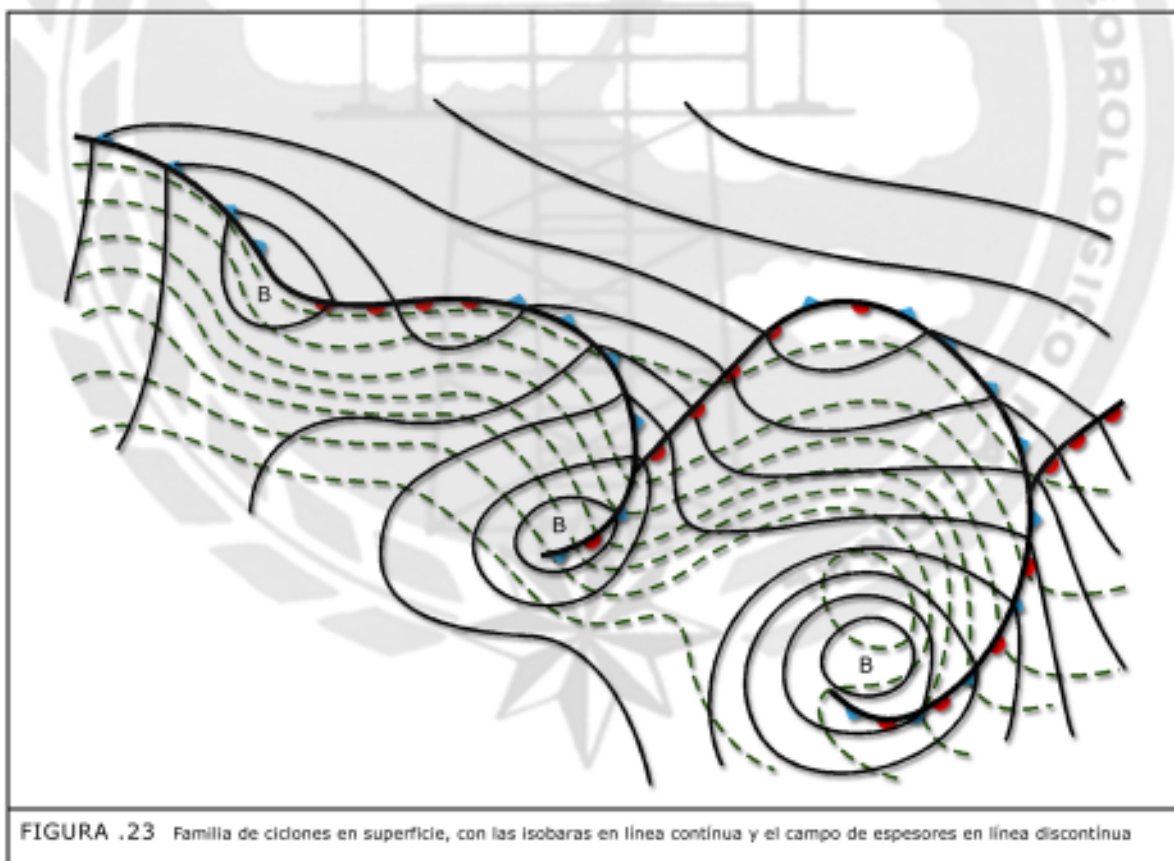


FIGURA .23 Familia de ciclones en superficie, con las isobaras en línea continua y el campo de espesores en línea discontinua



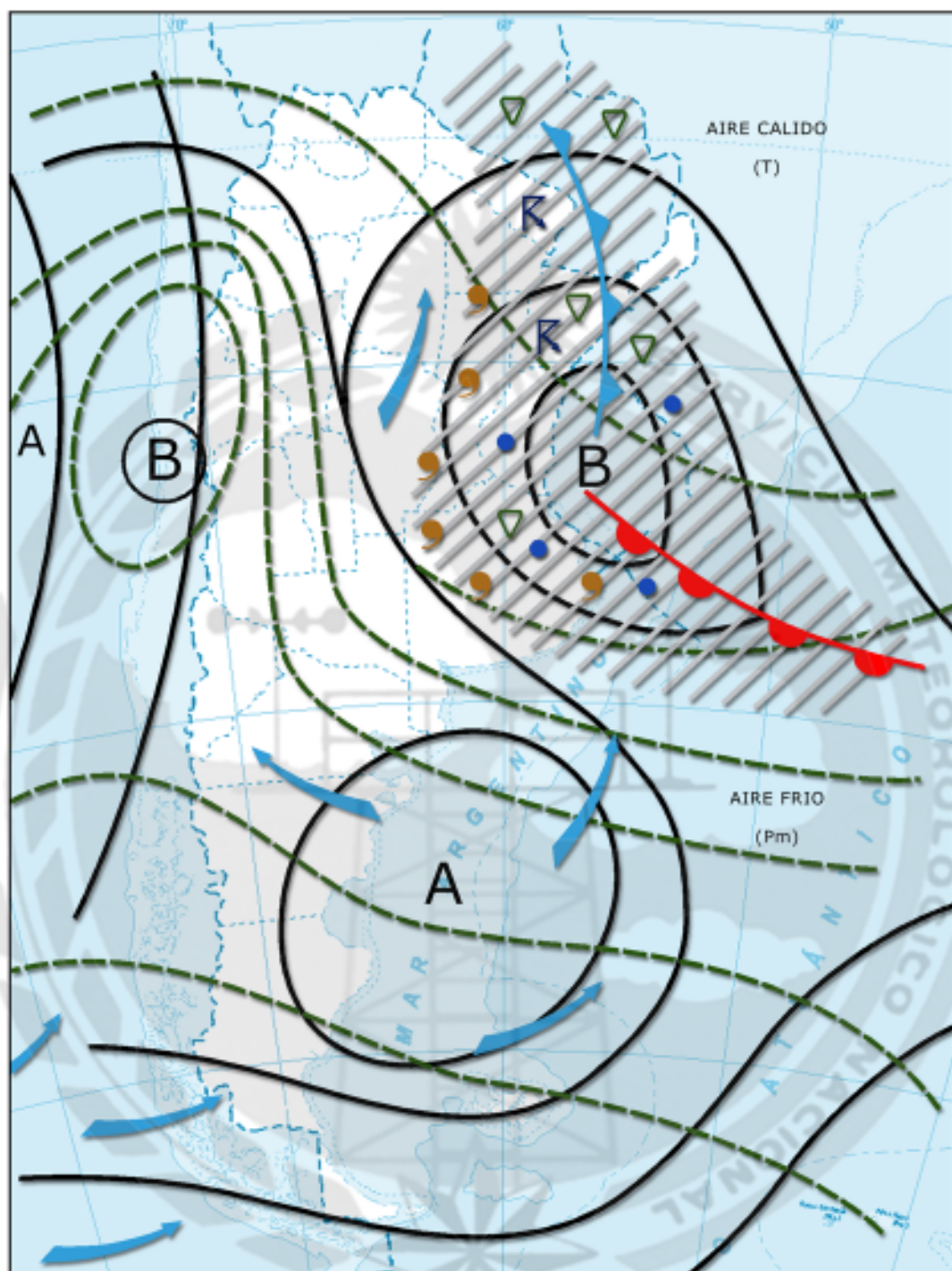


FIGURA .24 Podemos observar un ciclón maduro sobre la República del Uruguay, el campo de presión en superficie con isobaras en líneas continuas y el campo de altura en líneas discontinuas. Este sistema afecta las zonas del centro y noreste del país.

- | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------|---|
| A Centro de Alta Presión en sup. | — Dirección de la corriente de aire | △△△ Chaparrones | --- Contornos de 500 milibares (aprox. 5000 metros de altura) |
| B Centro de Baja Presión en sup. | — Frente Frío | ●●● Lloviznas | |
| (B) Centro de Baja Presión en altura | — Frente Cálido | ●●● Lluvias | |
| — Isobaras de superficie | Area de Precipitación | KK Tormentas | |

