

CONDICIONES METEOROLOGICAS PARA EL VUELO A VELA

Autor: Leo David Persi – Todos los derechos reservados -

Website del Autor: "Meteorología Fácil" – <http://www.meteorologiafacil.com.ar>

Website autorizado a publicarlo: "Flight Simulator Argentina" –

<http://www.flightsimulatorarg.com.ar>

El volovelismo, es decir el vuelo a vela, es un fascinante deporte aeronáutico y lo mismo que la navegación a vela, es un deporte esencialmente recreativo. Ambos tienen un común denominador: aprovechar permanentemente la energía de la atmósfera para navegar deportivamente, uno en el agua y el otro en el aire. En el agua se aprovecha la fuerza que genera el viento al incidir en las velas de la embarcación. En el aire se utiliza el viento "vertical", cuya formidable fuerza ascensional permite que un "planeador" dotado de finas y largas alas pueda ganar altura, pese a no tener motor, y luego realizar rápidos y extensos planeos hasta la próxima corriente ascendente.

Un planeador para poder elevarse en el aire debe contar con una fuerte energía auxiliar, como por ejemplo: un avión remolcador o un torno. Una vez que el velero se encuentra en el aire y se ha liberado de su cable de remolque, la performance de la aeronave dependerá de la pericia del piloto para mantener y ganar altura, aprovechando los movimientos ascendentes del aire.

Para un volovelista el término "ascenso" significa la velocidad de trepada que puede alcanzar en una corriente ascendente, mientras que "descenso" expresa la velocidad de descenso en una ráfaga descendente. Descenso "Cero" significa que las corrientes ascendente son lo suficientemente fuerte para mantener altura pero no para trepar. Los planeadores son máquinas muy eficiente; a una velocidad de ascenso de 0,7 m/s proporciona una velocidad relativa de alrededor de 70 km/h y una velocidad de descenso de 2 m/s, una velocidad relativa de 135 km/h.

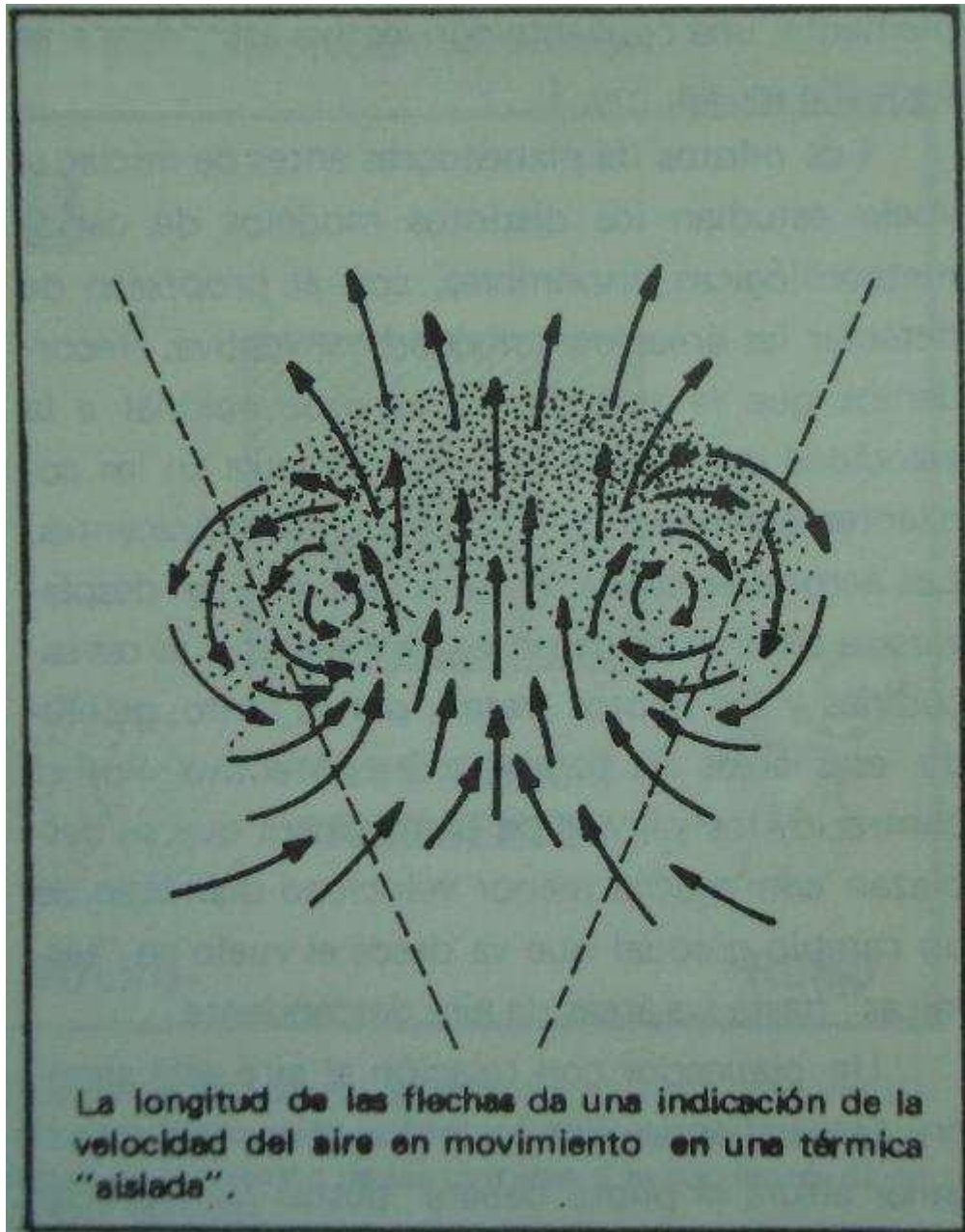
Durante el ascenso un piloto de planeador vuela, generalmente, a una velocidad de 60 a 70 km/h y con una velocidad de descenso de 0,7 m/s. Por lo tanto, si un piloto desea permanecer en el aire deberá contar con una corriente ascendente de por lo menos 0,7 m/s. No tiene sentido pues, tratar de volar si las condiciones meteorológicas no favorecen el desarrollo de velocidades verticales mayores que la velocidad mínima de descenso del planeador.

Las corrientes verticales tienen su origen en varias fuentes, las cuales permiten establecer cinco categorías de vuelo a vela:

- a) Vuelo a vela en térmicas.
- b) Vuelo a vela en zonas frontales.
- c) Vuelo a vela en brisa de mar.
- d) Vuelo a vela en sierras y colinas.
- e) Vuelo a vela en ondas de montañas

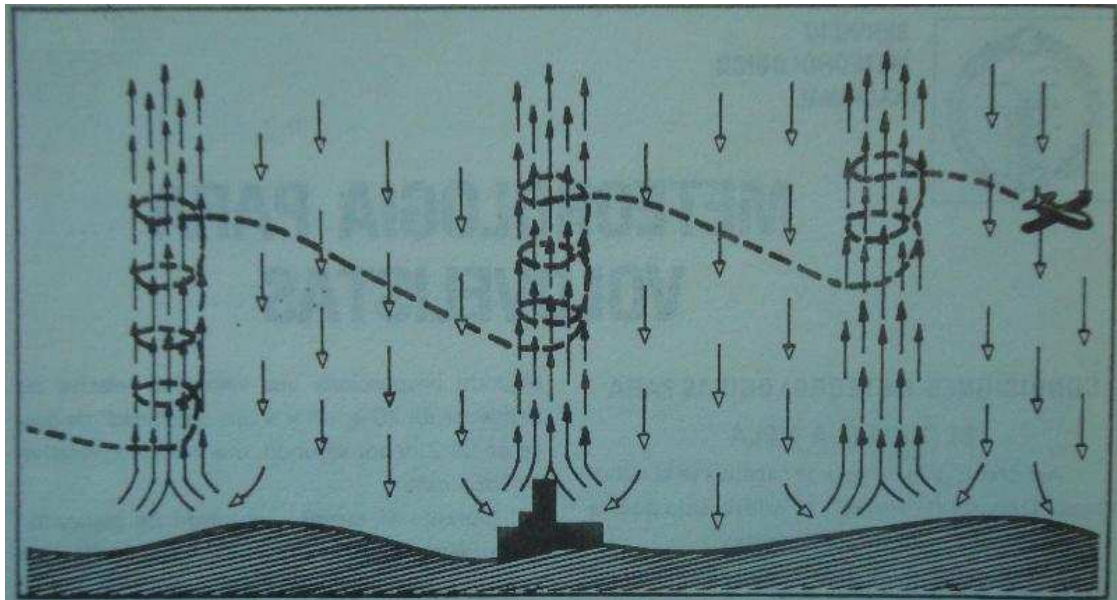
Vuelo a vela en térmicas.

En general se puede afirmar que el 80% de los vuelos a vela dependen del ascenso en "térmicas". ¿Qué es una térmica?. Una térmica es, simplemente, una corriente convectiva ascendente de pequeña escala.



Los pilotos planeadores antes de iniciar el vuelo estudian los distintos modelos de cartas meteorológicas disponibles, con el propósito de detectar las áreas de actividad convectiva. Recordemos que la turbulencia es proporcional a la velocidad con que la aeronave penetra en las corrientes ascendentes y descendentes adyacentes. Las aeronaves cuyos motores les permiten desplazarse a altas velocidades, experimentan fuertes sacudidas y los pilotos tratan, por lo tanto, de eludir estas áreas de turbulencia convectiva. Por el contrario, los pilotos de planeadores que se desplazan a mucha menor velocidad disfrutan de un cambio gradual que va desde vuelos en "térmicas" hasta las áreas de aire descendente.

Un planeador con relación al aire está siempre descendiendo. Por lo tanto, para mantener o ganar altura el piloto deberá buscar las térmicas en las células convectivas locales y permanecer en ellas un tiempo suficiente para vencer el descenso normal del planeador, así como también para recuperar la altura perdida en la corriente descendente. Los pilotos realizan, generalmente, círculos a baja velocidad relativa dentro de una térmica y luego se lanzan como una flecha en línea recta hacia la térmica, tal como vemos en la siguiente figura.



El calentamiento en capas bajas es un requisito para el desarrollo de las térmicas; ese calentamiento viene del sol aún cuando puede argumentarse que existen también otras fuentes de calor creadas por el hombre tales como:

- Chimeneas
- Fábricas
- Ciudades

El aire frío desciende desplazando hacia arriba al aire caliente de las térmicas. Por lo tanto, en la convección de pequeña escala, las térmicas y las corrientes descendentes se encuentran muy próximas entre sí. Las térmicas de rápido ascenso cubren, generalmente, un pequeño porcentaje del área convectiva, mientras que las corrientes descendentes más lentas predominan sobre la parte restante del área.

Como las térmicas dependen del calentamiento de sol, el vuelo a vela en térmicas está virtualmente limitado en las horas en que hay luz solar y en especial en aquellas de máxima insolación. El aire tiende a estabilizarse durante la noche, debido al enfriamiento producido en capas bajas por la radiación terrestre que produce a menudo una inversión de temperatura cercana a la superficie. El aire estable impide la convección y las térmicas no se forman hasta que esa inversión se destruya o se eleve lo suficiente como para permitir el vuelo a vela debajo de la misma.

Como las térmicas convectivas se gestan y desarrolla como consecuencia del desigual

calentamiento del suelo, el lugar más probable para su formación es por encima de la superficie que se calientan más rápidamente.

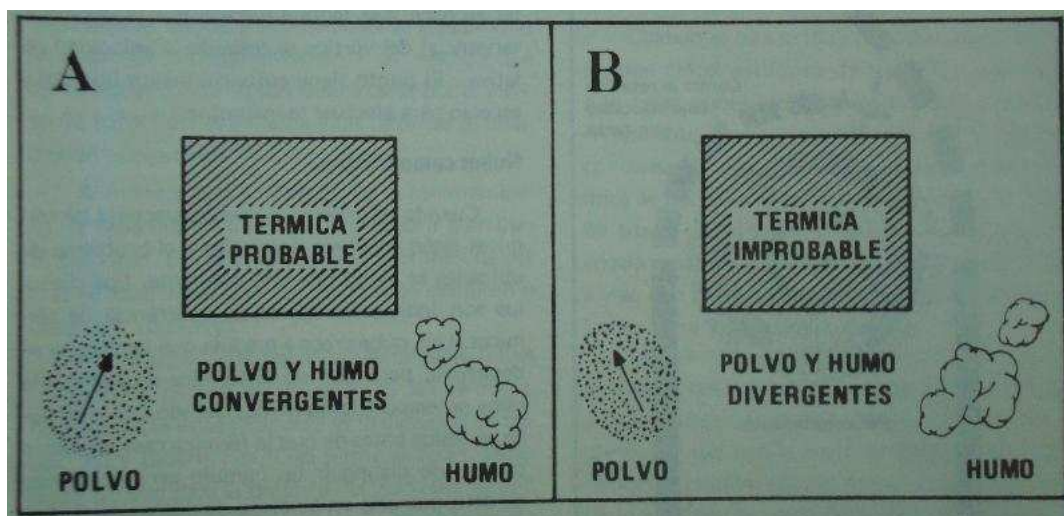
Cuando el cielo está despejado, el piloto deberá buscar aquellas superficies que se calientan más rápidamente, que son en definitiva, las áreas que se desarrollan las térmicas. Los terrenos arenosos y rocosos, los campos no arados rodeado de verde vegetación, las ciudades, las fábricas, etc., son muy buena fuente para la formación de térmicas. Los pilotos aprenden por experiencia a distinguir los lugares más favorables para el desarrollo de térmicas, en las zonas en las que normalmente realizan las prácticas. Pero las características del terreno son solo una parte del problema; la hora del día tiene un influencia notable para indicar no solo en **donde**, si no también **cuándo** se formarán las térmicas.

La inclinación de los rayos solares afecta, en forma notable, la localización de las térmicas sobre terrenos montañosos.

Antes del mediodía el sol afecta más directamente a las estribaciones orientales que a las demás. Por lo tanto, las áreas más favorables para la formación de térmicas son las pendientes del este. Durante el mediodía esas áreas favorables tienden a desplazarse hacia las pendientes orientadas al norte. Por la tarde las térmicas se mueven hacia las pendientes que miran al oeste antes de que comiencen a debilitarse cuando el sol del atardecer comienza a ocultarse en el horizonte.

Polvo y humo.

Los vientos en superficies deben converger para alimentar las térmicas; de manera que cuando se identifica un lugar probable para la formación de térmicas, hay que tratar de ubicar el movimiento del polvo o humo cerca de la superficie. Si se ven corrientes de polvo o humo proveniente de dos o más fuentes que convergen en el lugar tal como lo muestra la imagen A, se ha elegido el lugar adecuado. Si por el contrario las corrientes de polvo o humo divergen tal como se muestra en la imagen B, una corriente descendente se originará probablemente, sobre el lugar, neutralizando la formación de térmicas.



Utilizando el movimiento del humo o polvo en superficie como indicadores de térmicas. Cuando se ha visualizado un área que se estime se calentará rápidamente (área grisada)

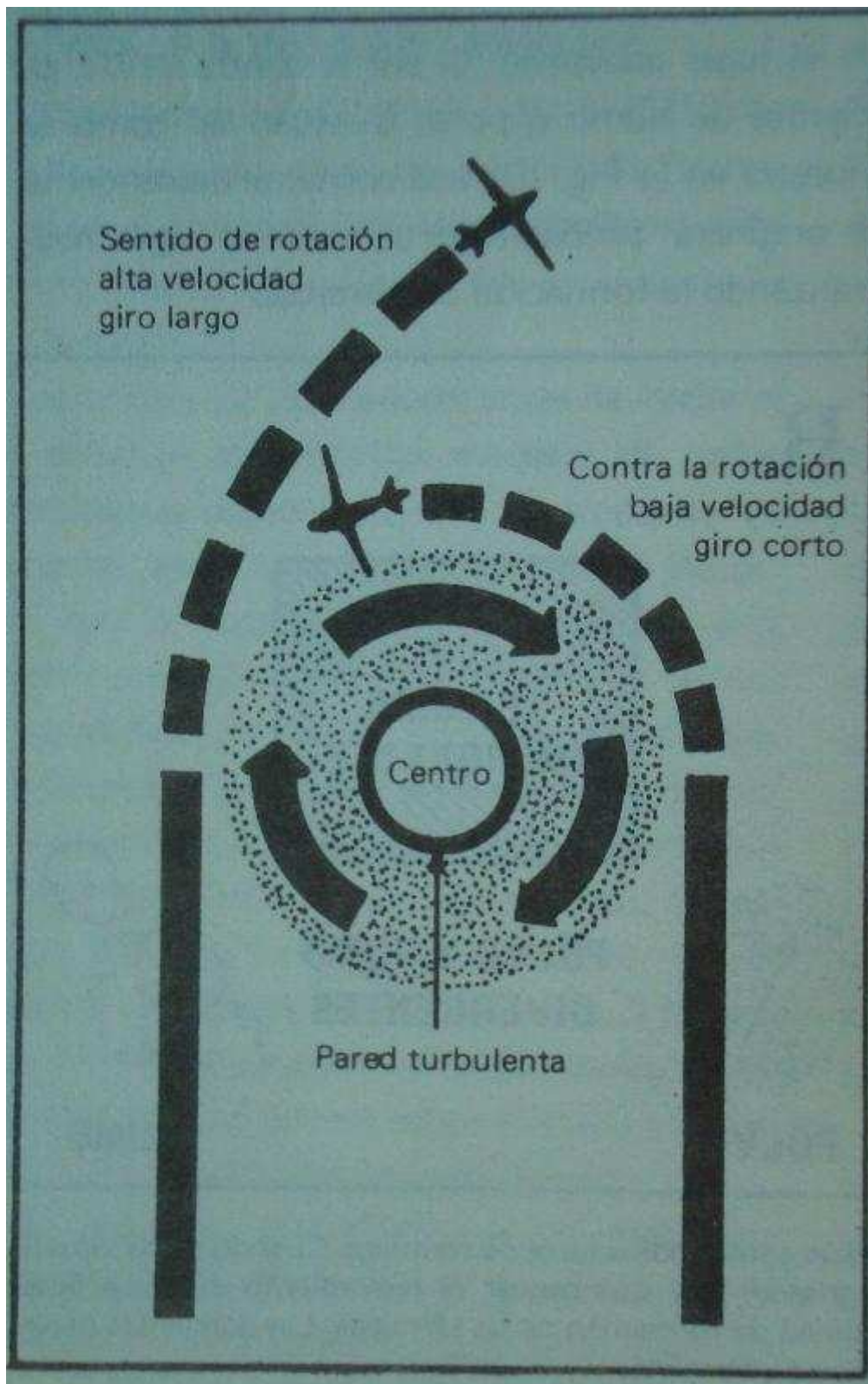
hay que buscar el movimiento en superficie. Corrientes de humo o polvo convergentes aumentan la probabilidad de formación de las térmicas. Las corrientes divergentes de humo o polvo disminuyen la probabilidad de formación de térmicas.

Torbellino de polvo.

Los torbellinos de polvo ocurren con cielo despejado en terrenos arenosos o polvorientos y son indicios seguros de fuertes térmicas. Para asegurarse esta excelente fuente de sustentación habrá que tomar ciertas precauciones. En esos torbellinos las térmicas son generalmente fuertes y turbulentas y están rodeados de áreas de sustentación débiles o de descenso.

Cuando un planeador se aproxima a un torbellino a una altura demasiado baja, puede ocurrir que aquel se encuentre en una situación crítica para poder recuperarse. Un procedimiento recomendado es aquél que aconseja aproximarse al vórtice giratorio a una altura de 160 metros o más por encima del terreno. A esta altura se dispone de suficiente espacio aéreo para maniobrar en el caso de entrar en una corriente descendente o en una zona turbulenta demasiado fuerte como para mantener el confort a bordo.

Un remolino puede girar tanto en el sentido de las agujas de un reloj (ciclónico H. S.) como en sentido contrario (anticiclónico H. S.). Antes de acercarse a una columna polvorienta trate de determinar el sentido de rotación observando el polvo y las partículas de desechos cerca de la superficie terrestre. Si usted entra en el sentido de rotación del torbellino la velocidad del viento se suma a la velocidad relativa del planeador adquiriendo una velocidad circular mayor, la que probablemente, será demasiado elevada para permitirle permanecer en la térmica. Si usted entra en contra del sentido de rotación, la velocidad del viento se resta de la velocidad relativa proporcionando una velocidad circular menor, la cual favorecerá su permanencia en el torbellino.



La imagen anterior representa un corte transversal horizontal de un torbellino de polvo que gira en el sentido de las agujas del reloj. Si el planeador se aproxima al torbellino en el sentido de su rotación, un aumento del viento en cola reduce su velocidad relativa lo cual puede dar origen a una pérdida de altura. Cuando el piloto recupera el equilibrio su velocidad circular es la resultante de la suma de la velocidad relativa y la velocidad tangencial del vórtice; su radio de giro puede ser entonces, demasiado grande para que

el planeador pueda permanecer en la térmica. Si la aproximación se realiza en contra la rotación, el planeador aumenta su velocidad relativa; la velocidad circular se hace más lenta a medida que la velocidad tangencial del vórtice se resta de la velocidad relativa. El piloto tiene entonces mayor libertad y espacio para efectuar la maniobra.

Nubes cumuliformes.

Cuando se generan nubes convectivas las térmicas están en pleno desarrollo y el problema de ubicarlas se simplifica enormemente. los [cúmulus](#) son indicios positivos de ocurrencia de térmicas. Una nube crece a medida que la térmica se desarrolla; pero cuando la térmica desaparece la nube se evapora lentamente. Debido a que la nube se disipa antes de que la térmica cese, el piloto que puede distinguir un cúmulo en crecimiento de otro que está en su etapa de disipación, habrá incrementado sin duda alguna su capacitación para el vuelo a vela.

A medida que los cúmulos crecen, proyectan sombras sobre el terreno que los ha originado. La superficie se enfría y el desarrollo de la térmica se suspende momentáneamente. A medida que las nubes se disipan o son desplazadas por el viento, la superficie se calienta y la térmica se desarrolla nuevamente.

A medida que se intensifica el calentamiento, la capa nubosa aumenta hasta cubrir gran parte del cielo. El calentamiento se suprime una vez más lo cual hace que las térmicas se debiliten o cesen por completo.

Aún cuando una cobertura extensa de nubes convectivas reduce la actividad de la térmica, no es posible establecer cual es la cantidad de nubes para determinar si las térmicas serán demasiado débiles para la práctica del volovelismo. Sin embargo, se puede aceptar que 4/8 (cuatro octavos) de cielo cubierto es un buen promedio para la realización de esas actividades.

Torres cúmulus y cúmulonimbus

Cuando el aire es muy inestable, los cúmulus pueden crecer en forma de torres ([torres cúmulus o cúmulus potente](#)) o [cumulonimbus](#). Estas nubes están en diferentes estado de crecimiento. La energía liberada por la copiosa condensación aumenta el empuje hasta que la térmica se hace violenta. El cúmulonimbus es la nube típica de la tormenta y produce lluvia, granizo, engelamiento y turbulencia. Los pilotos de vuelo a vela con poca experiencia deberán evitar las nubes en torres y los cúmulonimbus.

Las térmicas debajo o dentro de esas nubes altamente desarrolladas suelen ser tan fuertes que pueden continuar transportando hacia arriba al planeador aún con la nariz dirigida hacia abajo y velocidad relativa prácticamente en la línea roja. Un piloto de planeador que penetra inadvertidamente en una tormenta **y puede regresar para contarlo**, jamás osaría repetir esa experiencia.

Estructura de las térmicas.

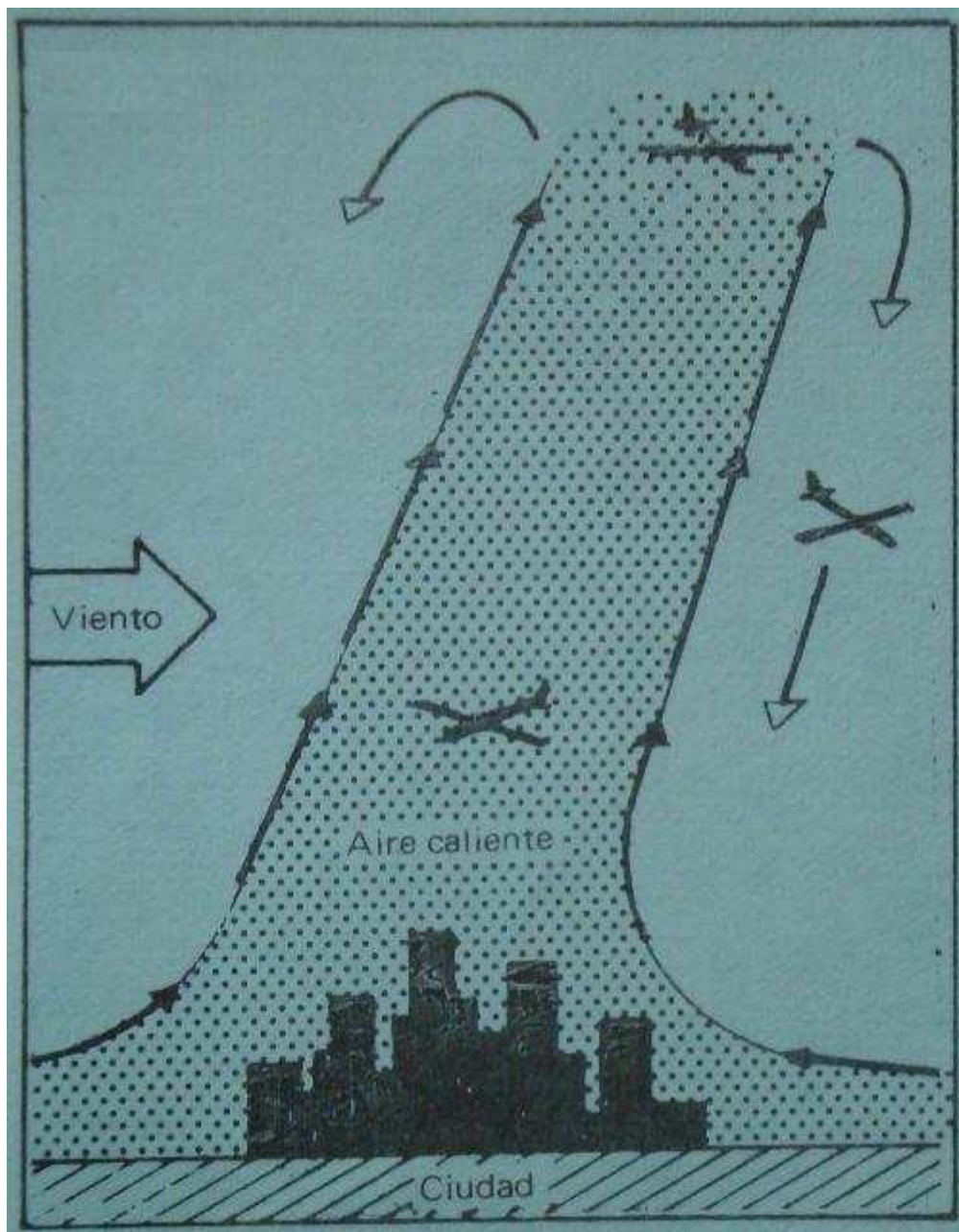
Las térmicas son tan variadas como los árboles de un bosque. No existen dos exactamente iguales y ningún espécimen puede describirse como típico de todas las otras. Podemos hablar de sus características observadas y tratar luego de deducir las

probables especies que podrían encontrarse en determinadas circunstancias meteorológicas.

Viento y cortante del viento.

Las térmicas se desarrollan con viento débiles o calma. Sin embargo, un viento en superficie de 9 a 18 km/h favorece la formación de térmicas mejor organizadas.

Un viento en superficie que exeda los 18 km/h significa, a menudo, un aumento del viento con la altura que suele dar origen a una cortante vertical del viento, que hace que las térmicas se inclinen notablemente con la altura.



El efecto de la cortante sobre las térmicas depende de la intensidad relativa de ambas. las térmicas intensas pueden permanecer bien organizadas con una fuerte cortante vertical del viento. Las térmicas débiles en cambio se presentan muy distorsionadas o

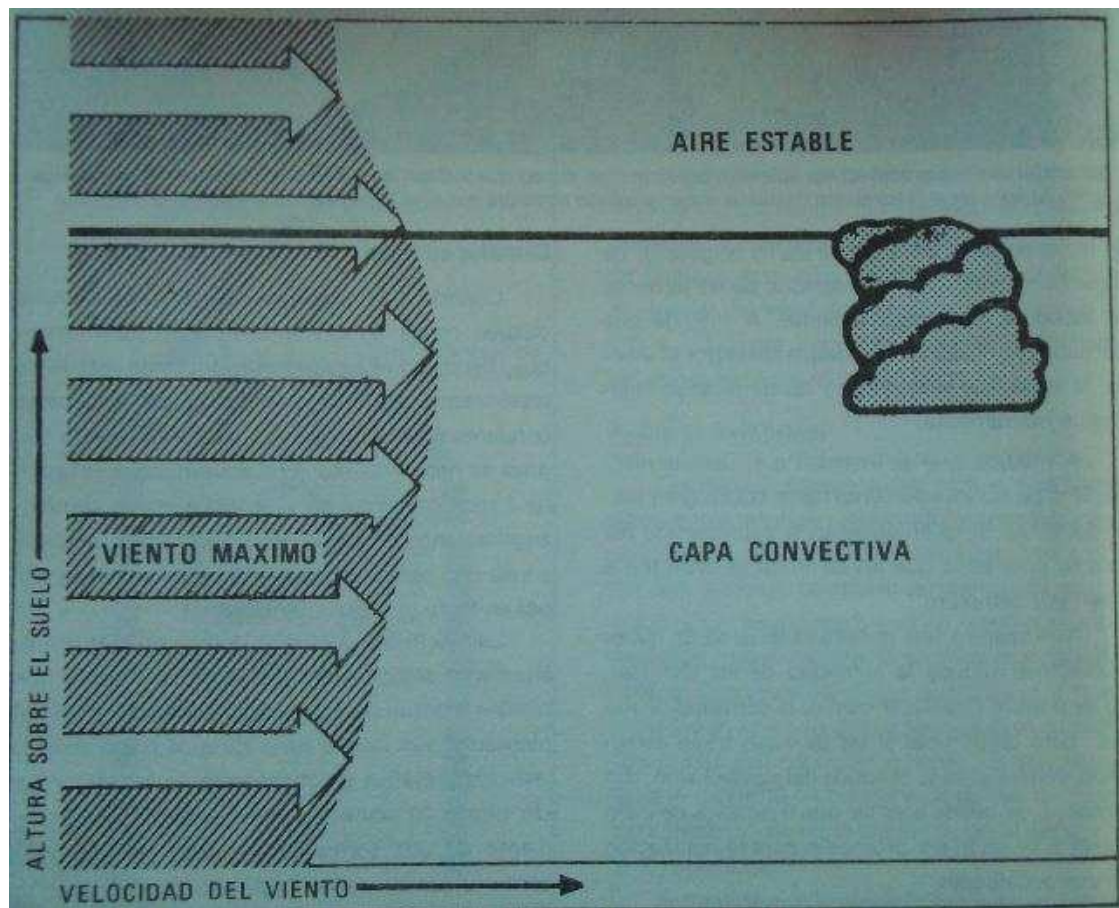
rotas cuando la cortante vertical del viento es fuerte; las térmicas individuales son muy difíciles de encontrar y a menudo son demasiado pequeñas para poder usarlas en el ascenso. Una cortante que exceda los 5 km/h por 330 m distorsiona las térmicas de tal manera que es muy difícil poder usarlas.

No hay viento en superficie que pueda indicarnos cuando debemos esperar una cortante de ese valor. Sin embargo, la acción de la cortante (distribución vertical del viento) es visible en las nubes de tipo cúmulus que aparecen inclinados y desgarrados.

No debemos dejar pasar por alto un efecto vital de la cortante vertical del viento en capas bajas. En la aproximación final para el aterrizaje, el planeador desciende con un viento de frente decreciente que produce una disminución de la velocidad relativa, la cual puede dar origen a una pérdida de control y/o de sustentación del planeador.

Calles térmicas.

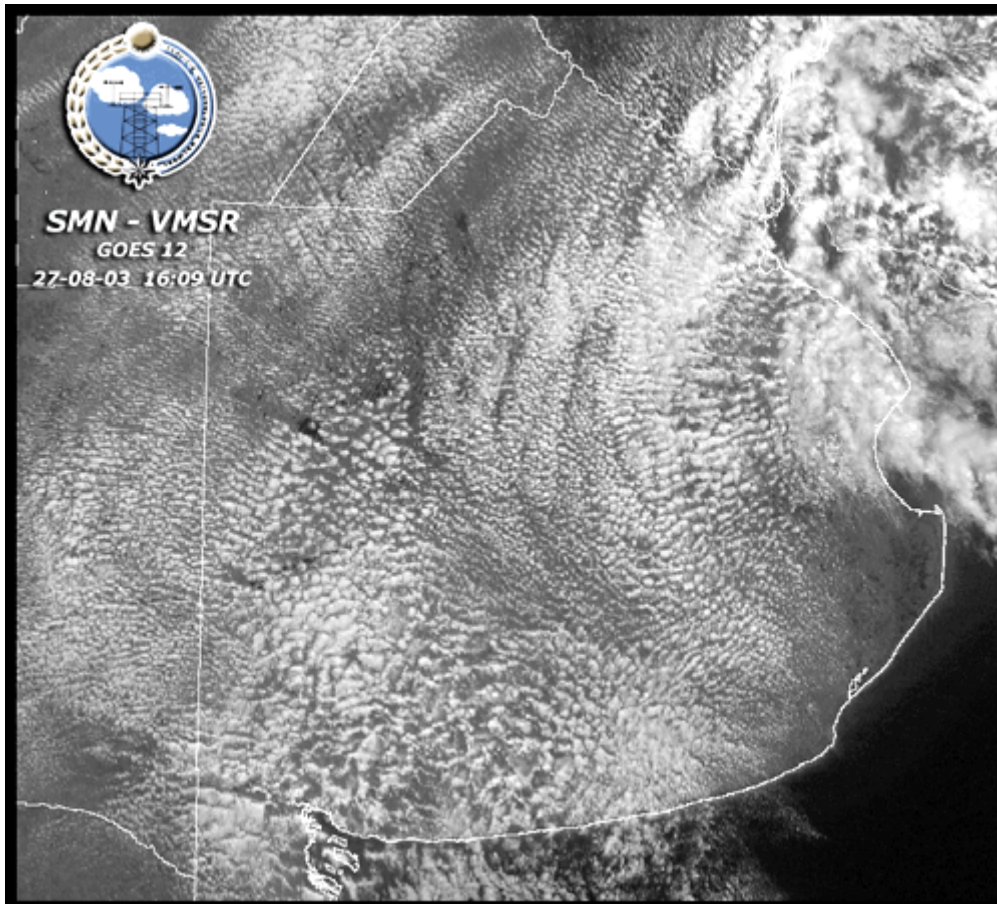
Las calles térmicas se forman cuando la dirección del viento cambia muy poco a través de la capa convectiva que tiene por encima una estratificación estable.



Generalmente las calles térmicas son paralelas al viento; pero se han observado ocasionalmente, en ángulos rectos con respecto al viento (perpendicular a la misma). La formación de un amplio sistema de calles uniformemente espaciadas, se ve realizada cuando la velocidad del viento alcanza un máximo dentro de la capa convectiva. La formación de calles térmicas puede ocurrir con cielo despejado o con nubes convectivas. Las calles térmicas de cúmulus se forman frecuentemente detrás de los frentes, en el

aire frío de una irrupción polar en la cual se forman cúmulus achatados. Un piloto que vuela en la calle de nubes puede mantener un vuelo continuo y rara vez tendrá que efectuar círculos para mantenerse en el aire.

Vemos una imagen satelital que muestran las calles térmicas.



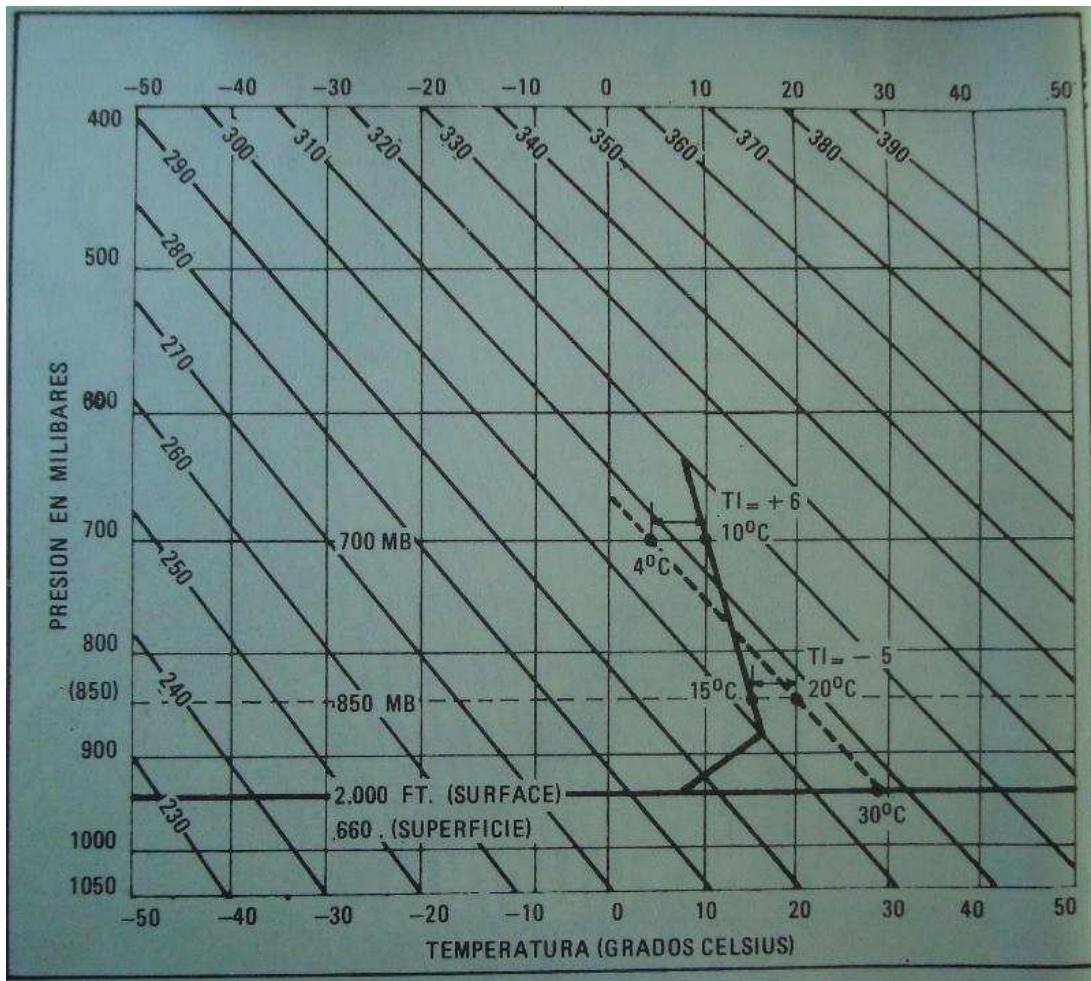
DESCRIPCION: Imagen en canal visible del satélite GOES 12, de la provincia de Buenos Aires, en la que se puede observar nubosidad tipo cumuliforme organizada en forma de calles orientadas sudeste-noroeste debido al viento que circula en esa dirección.

Índice térmico.

Como la térmica dependen del descenso de aire frío que empuja hacia arriba al aire cálido, la intensidad de la misma dependerá de la diferencia de temperatura entre la del aire ascendente y la del descendente. Cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas, más fuerte será la térmica. Para calcular esa diferencia en forma aproximada, los pronosticadores aplican el "índice térmico" (IT).

El índice térmico puede calcularse para cualquier nivel de la atmósfera; pero generalmente se lo determina para los niveles de 850 y 700 milibares. Se han seleccionado esos niveles porque ellos se encuentran en las altitudes más frecuentadas por los volovelistas y además, porque en esos niveles los datos de temperatura están normalmente disponibles.

Para efectuar ese cálculo se necesitan tres datos de temperaturas observadas en los niveles de 850 y 700 milibares y la temperatura máxima pronosticadas.



En el diagrama pseudoadiabático (imagen superior) se ha ploteado un sondeo aerológico con una temperatura de 15°C en 850 mb., una temperatura de 10°C en 700 mb., y una temperatura máxima pronosticada de 30°C.

La temperatura máxima se deberá calcular siempre a nivel de la estación (en este caso 660 m). A continuación se trazará a través de la temperatura máxima, una línea discontinua paralela a la adiabática seca. Esta adiabática seca discontinua es el perfil de la temperatura es el perfil de la temperatura de la columna de aire ascendente. Se podrá observar que la misma intercepta el nivel de 850 mb., en donde la temperatura es de 20°C y el nivel de 700 mb., donde la temperatura es de 4°C. Si restamos esas dos temperaturas de aquellas obtenidas del sondeo actual para esos mismo niveles, se podrá comprobar que la diferencia en el nivel de 850 mb., es -5°C y en el nivel de 700 mb., +6°C. Esos valores corresponden a los índices térmicos de esos dos niveles de la atmósfera.

La intensidad de las térmicas es directamente proporcional a la magnitud de los valores negativos de IT. Un valor IT -8 ó -10 es un muy buen indicio para la formación de térmicas y ofrece asimismo, la perspectiva de un día bueno y largo para la práctica del volovelismo. Las térmicas que se gestan con valores negativos tan altos son lo suficientemente fuerte para mantenerse próximas aún en días de vientos fuertes. Un valor IT -3 indica una chance muy buena para que un planeador pueda alcanzar la altitud indicada por esta diferencia de temperatura. Un IT de -2 a 0 deja muchas dudas; y un IT positivo ofrece aún menos esperanzas de que las térmicas alcancen la altitud

indicada.

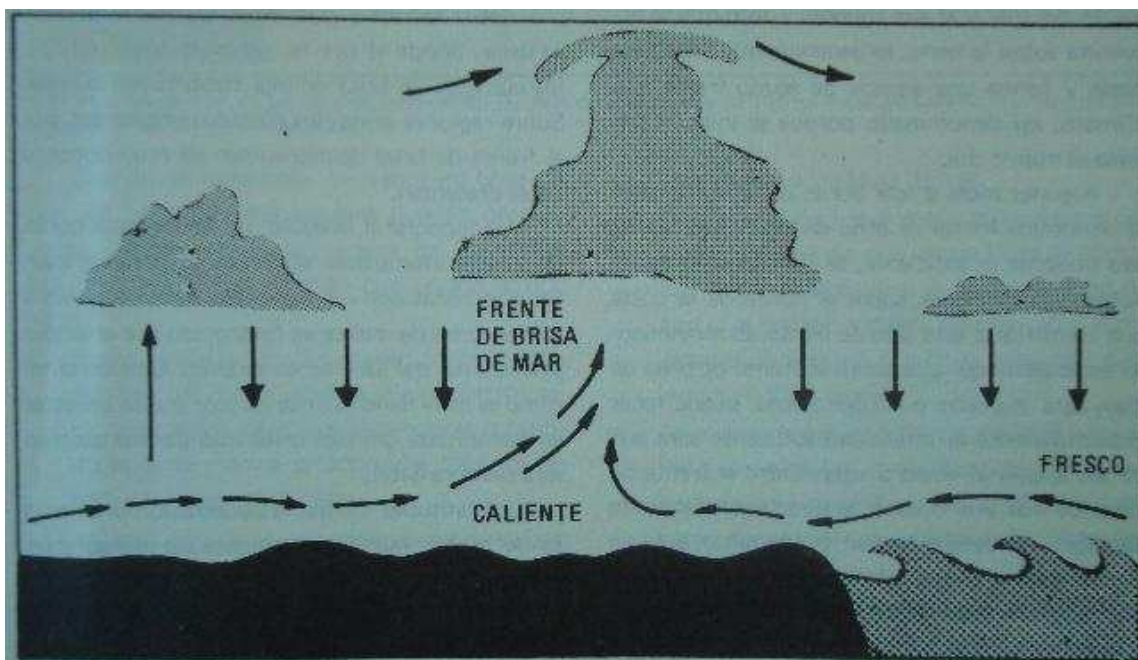
Recuerde que el IT es un valor pronosticado. Un error en el pronóstico de la temperatura máxima y/o un cambio de la temperatura en altura puede alterar este cuadro en forma considerable.

Vuelo a vela en zonas frontales.

El aire cálido forzado a ascender sobre el aire frío de una superficie frontal puede proporcionar un empuje y la sustentación necesarios para la práctica del volovelismo. Un buen ascenso frontal suele ser, sin embargo, transitorio y solo puede utilizarse en una pequeña parte del vuelo sin motor. Rara vez el frente se presentará paralelo a la ruta que se intente volar y sólo en ocasiones se mantendrá en posición el tiempo necesario para completar el vuelo. Los frentes que se desplazan lentamente, proporcionan un ascenso relativamente débil en tanto que los que se mueven rápidamente, aún cuando proporcionen un ascenso mucho mayor, presentan a los pilotos problemas de nubosidad y turbulencia que, en general, los desalientan en la búsqueda de un frente para obtener la sustentación necesaria para la realización del vuelo.

Vuelo a vela en brisa de mar.

En muchas zonas costeras durante los meses calurosos tiene lugar, casi diariamente, una agradable brisa proveniente del mar. La brisa de mar producidas por el calentamiento del suelo en días soleados y calurosos se inicia generalmente un poco antes del mediodía y desaparece cuando comienza a oscurecer, es decir cuando la tierra a comenzado a enfriarse. El borde delantero de la fresca brisa de mar obliga al aire caliente que está sobre la tierra a ascender, tal como vemos en la imagen que es una sección trasversal esquemática de un frente de brisa de mar. El aire ascendente que se encuentra sobre la tierra retorna al mar en altura completando así una célula convectiva.



Un volovelista que realiza sus prácticas en, o cerca de, las regiones costeras puede

encontrar a menudo el empuje necesario para ascender, producido por esta circulación convectiva. La zona de transición entre el aire fresco y húmedo proveniente del mar y el aire caliente y seco que se encuentra sobre la tierra, es generalmente angosta y chata y forma una especie de pseudo frente frío efímero, así denominado porque se inicia y termina el mismo día.

Algunas veces a este borde de aire fresco se lo denomina frente de brisa de mar. Si la humedad presente es suficiente, se forma una línea de nubes cumuliformes sobre el borde de la costa que identifica a este tipo de frente. El movimiento ascendente del aire sobre el frente de brisa de mar, esté indicado o no por nubes, puede tener ocasionalmente la intensidad suficiente para servir de apoyo al vuelo a vela. Entre el frente de brisa de mar y el océano, el aire es generalmente estable y no debe esperarse, por lo tanto, empuje algunos en niveles inferiores. No obstante una vez que han sido aerotransportados, ocasionalmente los pilotos han encontrado corriente ascendente en el nivel de flujo de retorno.

La característica del frente de brisa de mar y la extensión de su extensión de su penetración en tierra dependen de factores tales como:

- Diferencia de temperatura entre el mar y la tierra
- el flujo general del viento
- humedad, y
- topografía del terreno.

Una gran diferencia entre la temperatura del mar y la de la tierra intensifica la célula convectiva que genera a su vez brisa de mar. Cuando las aguas costeras son muy frescas y la temperatura sobre el terreno de las costas asciende rápidamente durante el día, la brisa de mar se intensifica y puede alcanzar a veces una penetración en tierra de 80 a 120 km (aproximadamente 50 a 75 millas). Un sol intenso y aguas costeras frescas favorecen en forma apreciable el desarrollo del frente de brisa de mar.

La brisa de mar es un fenómeno local. Un fuerte gradiente de presión puede restarle poder a su proceso de gestación. Por lo tanto, la gestación de un frente de brisa de mar será más probable cuando el gradiente de presión sea débil y los vientos suaves y variables.

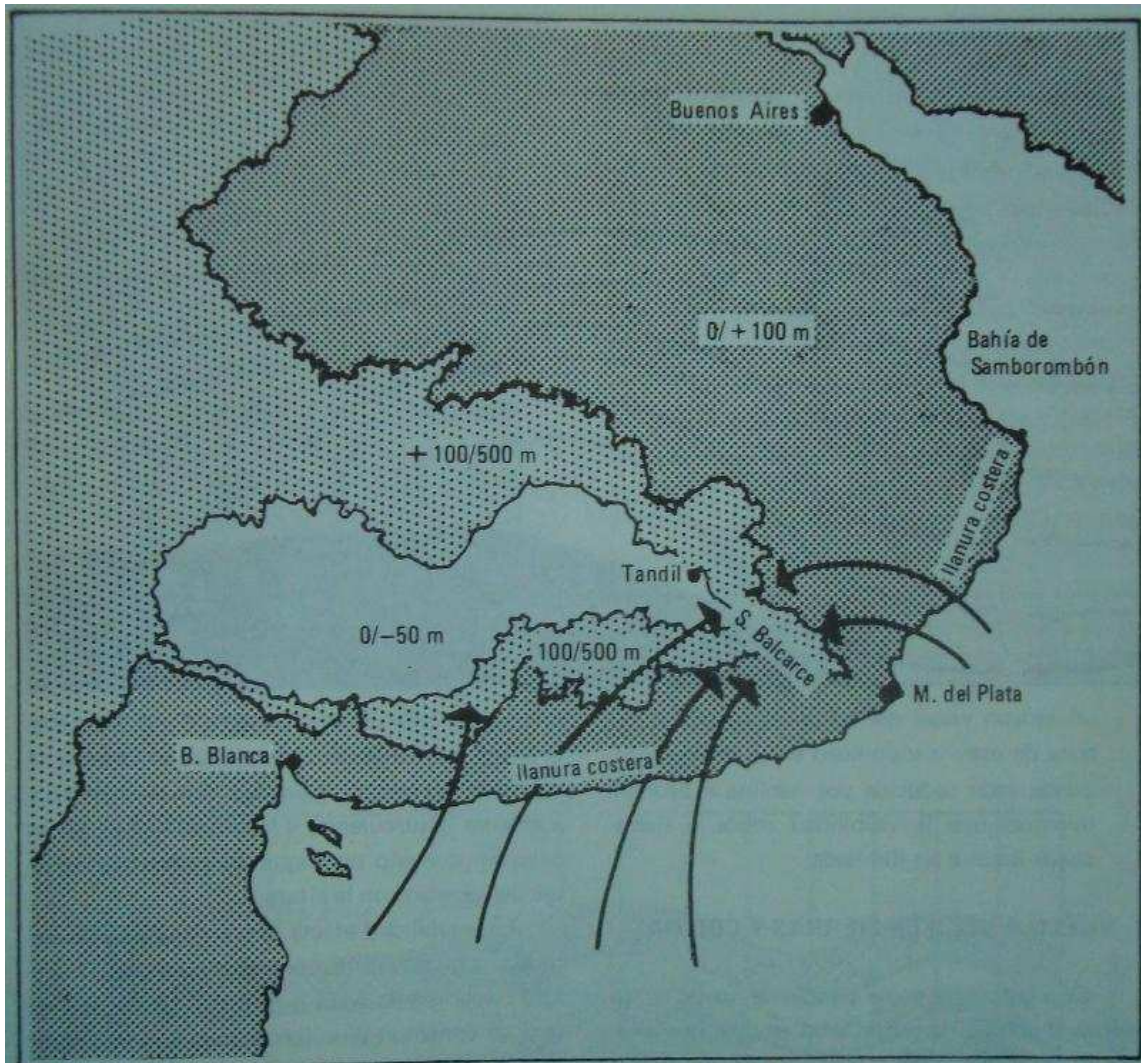
Cuando la convección es muy profunda, el efecto frontal de una brisa de mar puede, algunas veces, estimular el desarrollo de cúmulonimbus siempre que el aire que asciende sobre la tierra contenga humedad suficiente.

Sobre terrenos cultivados o con vegetación, es decir, donde el aire es, generalmente húmedo, los cúmulus de brisa de mar constituyen la regla. Sobre regiones áridas los cúmulus originados por el frente de brisa de mar suelen ser muy pocos, o no se presentan.

La topografía irregular de las regiones costeras puede intensificar el frente de brisa de mar. En esas zonas con colinas o montañas el vuelo a vela en brisa de mar se ve favorecido por el empuje adicional del ascenso orográfico. Cuando el terreno es muy llano la brisa de mar puede penetrar en tierra hasta grandes distancias pero el ascenso

será débil.

En latitudes medias la penetración promedio es de 50 km (aproximadamente 30 millas) y las velocidades que puede alcanzar el viento varía entre 30 y 45 km/h (aproximadamente entre 15 y 25 nudos).



Flujo de brisa de mar en las llanuras costeras del Sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Se observa una zona de convergencia en las Sierras de Balcarce.

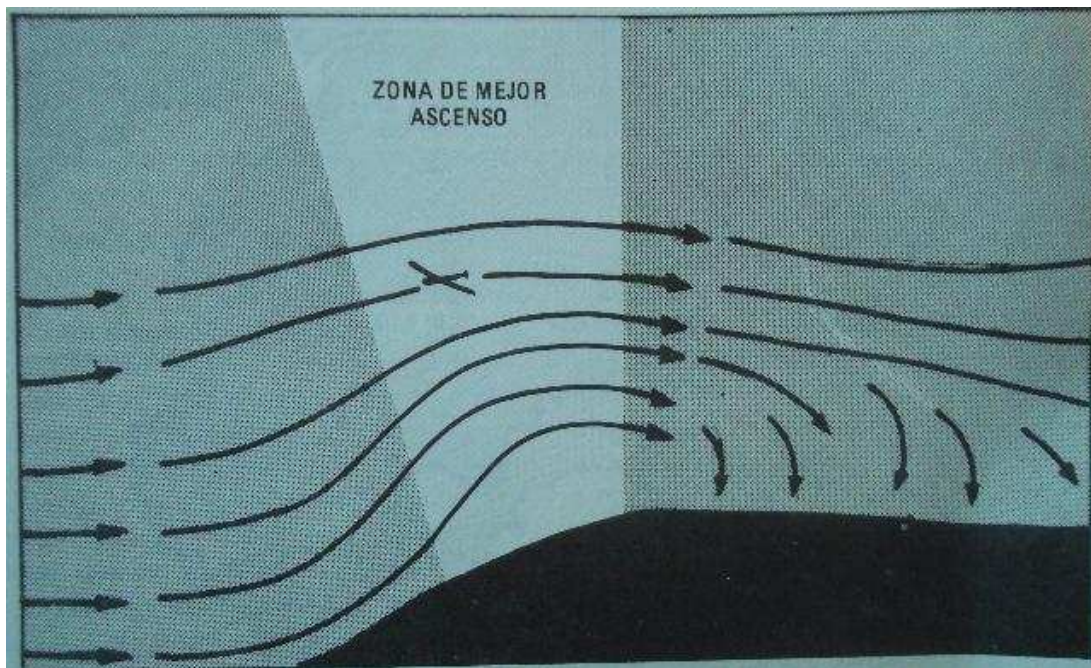
Cuando se desarrolla un frente de brisa de mar, las observaciones visuales pueden proporcionar indicios ventajosos acerca de la intensidad y extensión del ascenso que podría anticiparse:

- a) Espere poco o ningún ascenso sobre el lado del mar del frente cuando el aire marino esté desprovisto de nubes convectivas o cuando la brisa marina arrastre una capa de [estratus](#) bajo sobre la costa.

- **b)** Espere poco o ningún ascenso sobre el lado del mar del frente cuando la visibilidad disminuya en forma notable; esto indica la presencia de aire estable en la brisa de mar.
- **c)** Una indicación visual sobre la ocurrencia del frente de brisa de mar es una línea de cúmulus. Los cúmulus entre el frente de brisa de mar y el océano indican también un posible ascenso dentro del aire de la brisa, especialmente en altos niveles.
- **d)** Cuando el frente de brisa de mar esté desprovisto de cúmulus y se observan corrientes convergentes de polvo o humo se deberá esperar convección y ascenso a lo largo del frente.
- **e)** Una diferencia de visibilidad entre el aire del mar y el de la tierra es frecuentemente un indicio visual del borde delantero de la brisa de mar, la visibilidad en el aire del mar puede estar reducida por neblina o bruma, mientras que la visibilidad de la tierra puede llegar a ser ilimitada.

Vuelo a vela en sierras y colinas.

El viento que sopla pendiente arriba sobre sierras o colinas da origen a un empuje que a veces es excelente para el vuelo a vela.



La figura anterior muestra una sección transversal esquemática del flujo del aire sobre una sierra. Se puede observar el área de mayor ascenso y el predominio de ráfagas

descendente a sotavento.

El vuelo a vela en sierras o colinas ofrece una buena oportunidad para el volovelista que acepta el desafío y puede esperar una adecuada combinación del viento y las condiciones de estabilidad.

Para crear y mantener el ascenso sobre sierras y colinas la dirección del viento deberá estar dentro de los 30 a 40 grados normal a la línea de las colinas. Un viento constante de 30 km/h (aproximadamente 15 nudos) o más puede originar un empuje lo suficientemente fuerte como para mantener en vuelo al planeador. La altura que puede llegar ese empuje es de dos o tres veces la altura que va desde el fondo del valle hasta la cresta de la sierra. Los vientos fuertes tienden a aumentar la turbulencia y los remolinos en capas bajas sin que ello signifique un aumento apreciable del ascenso con la altura.

La estabilidad afecta la continuidad y la extensión del ascenso sobre sierras o colinas. Un piloto experimenta poco o ninguna turbulencia en el flujo continuo y uniforme en el área de mayor ascenso que se muestra en la imagen anterior. Dado que el aire estable tiende a regresar a su nivel original, el aire que se derrama sobre la cresta y se desplaza pendiente abajo es agitado formando remolinos a sotavento.

Cuando la corriente de aire es húmeda e inestable, el ascenso sobre las pendientes puede liberar la inestabilidad dando origen a fuertes corrientes convectivas y nubes cúmulus sobre las pendientes y cresta de las sierras. El flujo inicialmente laminar se quiebra dando origen a células convectivas. Mientras que las ráfagas ascendente producen un buen ascenso, las fuertes ráfagas descendentes pueden comprometer el vuelo a baja altura sobre las sierras o colinas.

Tal como ocurre con las térmicas, el empuje será transitorio, mas bien que suave y uniforme.

Las pendientes suaves producen un empuje débil. Una pendiente ideal es aquella de alrededor de 1 a 4 en la cual el viento de 30 km/h (aproximadamente 15 nudos) puede originar un ascenso de 2 m/s.

Las pendientes muy escarpadas o irregulares producen torbellinos turbulentos. Los fuertes vientos pueden llevar estos remolinos a alturas considerables produciendo una disrupción sobre cualquier ascenso potencial.

Cuando el aire inestable no se aproxime demasiado a las pendientes, usted puede identificar el aire inestable ya sea por las ráfagas ascendentes o descendentes en las térmicas secas, o por la presencia de cúmulus sobre las sierras o colinas. Si se aproxima a una altura demasiado baja usted puede, inadvertidamente, entrar en una ráfaga descendente que lo obligará a realizar un aterrizaje no previsto.

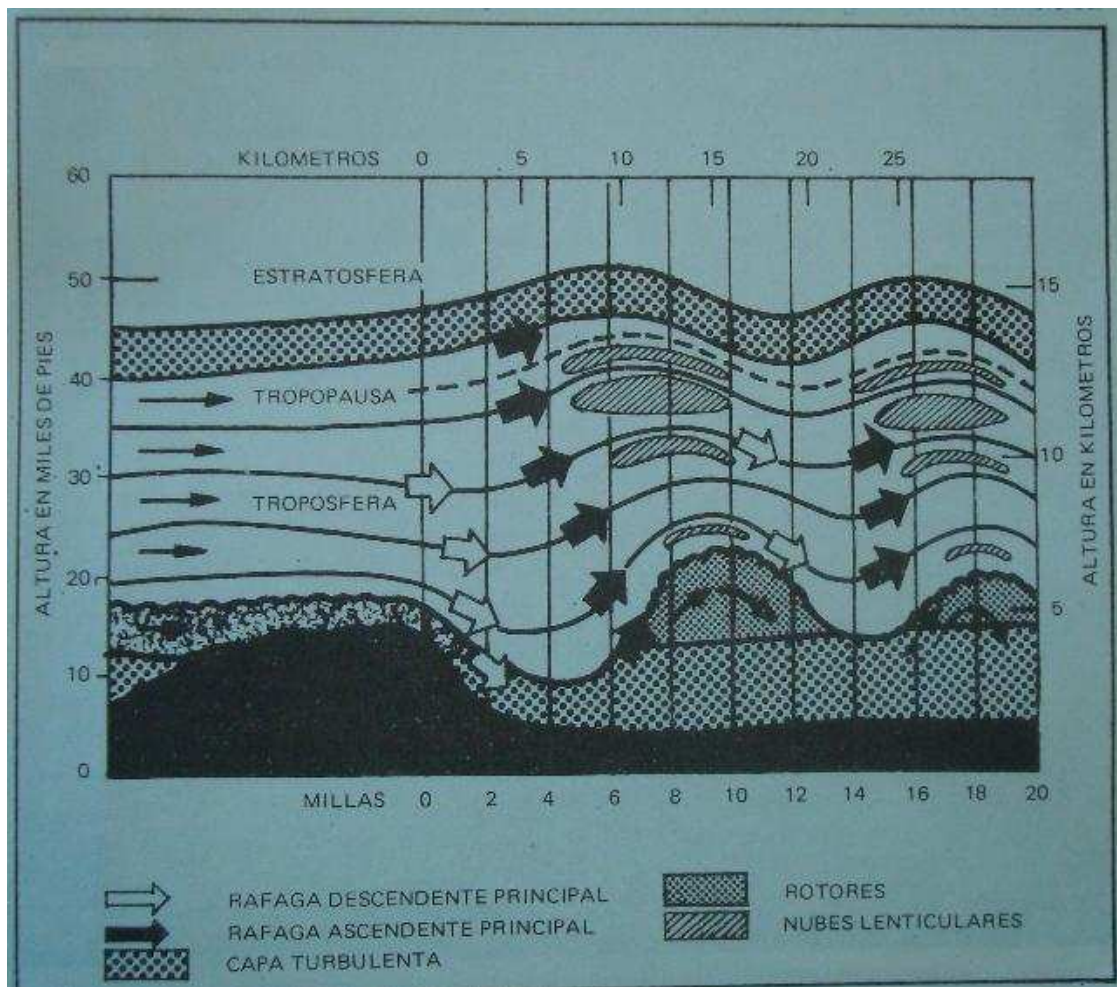
Cuando los vientos son fuertes, la fricción en superficie puede crear remolinos a baja altura sobre pendientes relativamente suaves. La fricción puede también reducir drásticamente la velocidad del viento cerca de la superficie. Cuando se trepa una pendiente a baja altura, en tales circunstancias, esté preparado para girar rápidamente hacia el valle en la eventualidad de perder altura.

Si los vientos son débiles, usted encontrará el empuje muy cerca de la pendiente. En general, para una determinada pendiente deberá conservarse una distancia proporcional al viento. A sotavento de las sierras o colinas se encuentra un área donde el viento es bloqueado por la obstrucción. Entre el círculo de los volovelista, a esta área se la conoce como "sombra del viento". En la sombra del viento predominan las ráfagas descendentes. Si usted vuela en una zona de la sombra del viento a una altura próxima o por debajo de la cresta de la colina, usted estará desconcertado por tener que realizar un aterrizaje no programado y posiblemente muy dificultoso.

Vuelo a vela en ondas de montañas.

El mayor atractivo del vuelo a vela en ondas de montañas surge como consecuencia del continuo ascenso del planeador hasta grandes alturas. En ondas de montaña los volovelista han alcanzado frecuentemente alturas superiores a los 11.500 m. Una vez que el piloto de planeador ha alcanzado el aire ascendente de una onda de montaña tiene mucha perspectiva de mantenerse en vuelo durante varias horas.

Aún cuando el vuelo en ondas de montaña se relaciona, en cierta medida, con el vuelo a vela en sierras o colinas, el ascenso en una onda de montaña es en gran escala y menos transitorio que el empuje producido por los pequeños ascenso del terreno. En la siguiente figura se presenta una sección trasversal de una típica onda de montaña.



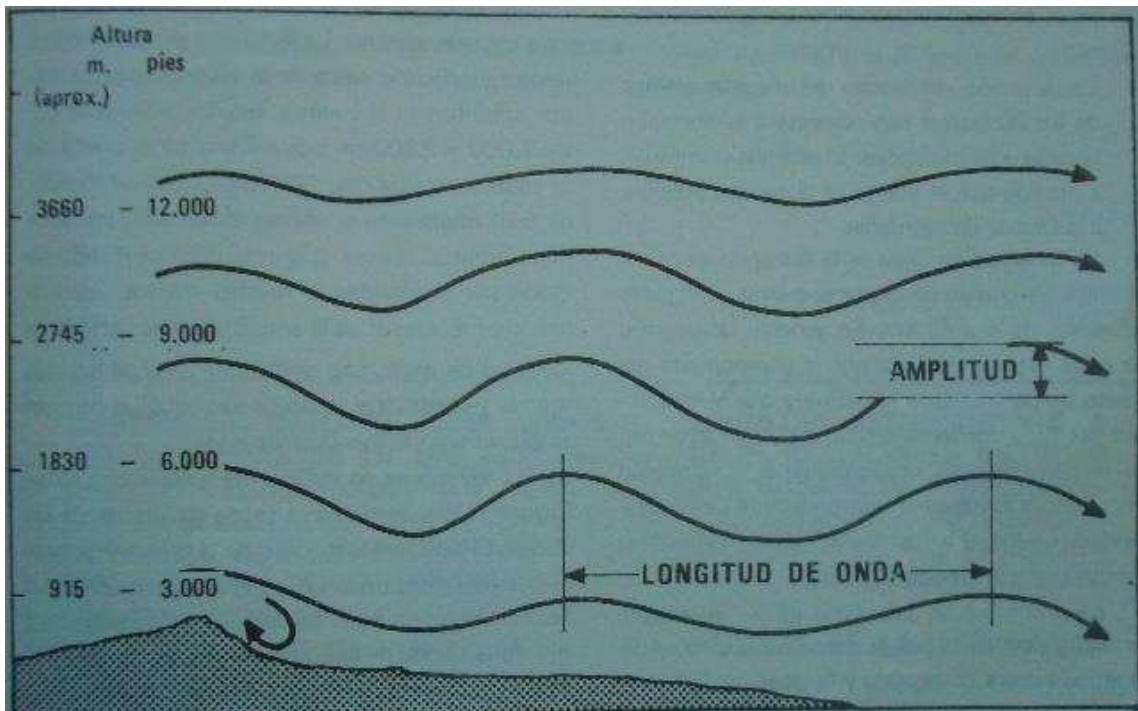
Cuando fuertes vientos soplan a través de una cadena de montañas se producen largas

ondas "estacionarias" a sotavento de la misma, que se extiende hacia arriba hasta alcanzar la tropopausa. El desarrollo de las ondas puede ser simple pero a menudo ellas se producen una serie de ondas, corriente abajo desde la cumbre de las montañas. En tanto las ondas permanecen casi estacionarias los vientos soplan fuertemente a través de ellas. Una onda montañosa se puede comparar con las ondas que se forman corriente abajo de una roca semisumergida en un río cuyas aguas fluyen rápidamente.

Para la formación de una onda de montaña se requiere:

- **a)** Marcada estabilidad en la corriente de aire perturbada por la montaña. El rápido crecimiento de cúmulus sobre las montañas constituyen el indicio visual de una masa de aire inestable; esta convección evidenciada por los cúmulus tiende a impedir la formación de una onda.
- **b)** La velocidad del viento a nivel de la cima de la montaña debe exceder un mínimo que varía entre 30 y 45 km/h (aproximadamente 15 y 25 nudos), dependiendo ello de la altura de la montaña. Los vientos deberán aumentar con la altura o por lo menos permanecer constante hasta alcanzar la tropopausa.
- **c)** La dirección del viento deberá de estar dentro de los 30 grados con respecto a la normal a la cadena de montañas. El ascenso disminuye a medida que el viento se pone casi paralelo a la cadena de montañas.

La longitud de onda es la distancia horizontal entre las crestas de ondas sucesivas y es, generalmente, de 4 a 45 km. En general, la longitud de onda está controlada por la componente del viento perpendicular a la colina y por la estabilidad del flujo corriente arriba. La longitud de onda es directamente proporcional a la velocidad del viento e inversamente proporcional a la estabilidad. En la siguiente figura ilustra gráficamente acerca de la amplitud y la longitud de ondas.



La amplitud de una onda es su dimensión vertical y está dada por la mitad de la

diferencia de altitud entre la vaguada y la cresta de la onda. En una onda típica, la amplitud varía con la altura sobre el terreno. La amplitud es menor cerca de la superficie y cerca de la tropopausa. La mayor amplitud se encuentra aproximadamente entre 1.000 y 2.000 m., por encima de la cresta de la cadena montañosa. Una capa poco profunda, de gran estabilidad y vientos moderados produce una amplitud mayor que una capa profunda de moderada estabilidad y fuertes vientos. Asimismo, cuanto mayor es la amplitud, más corta es la longitud de onda. Las ondas que ofrecen los más fuertes y constantes ascensos son aquéllas de gran amplitud y corta longitud de onda.

Si el aire es lo suficientemente húmedo se forman nubes lenticulares sobre las crestas de las ondas. El enfriamiento del aire que asciende hasta la cresta de la onda satura el aire formando nubes. EL calentamiento del aire que desciende más allá de la cresta de la onda evapora las nubes. Así pues, la condensación continua del aire que asciende hasta la cresta y la evaporación del aire que desciende de la cresta hacen aparecer a las nubes como estacionarias, aún cuando el viento puede estar soplando a través de la onda a una velocidad de 90 km/h (aproximadamente 50 nudos) o más. Las nubes lenticulares en bandas sucesivas a sotavento de las montañas marcan las crestas de las ondas.

Veamos un par de videos de las nubes lenticulares. Presten atención como la nube crece y muere en forma cíclica dando la impresión de que la nube está quieta.

<http://www.youtube.com/watch?v=uPW1vpBgHEo&feature=fvst>

<http://www.youtube.com/watch?v=mol06svLynY&feature=related>

El espaciamiento de las nubes lenticulares marcan la longitud de onda. Las nubes lenticulares claramente identificables sugieren una amplitud de onda más largas que las nubes que exhiben en forma lenticular no muy bien definida. Estos tipos de nubes, conjuntamente con nubes estratiformes a barlovento y a lo largo de las crestas de las montañas, indican una estabilidad favorable para el vuelo a vela. Si las nubes lenticulares tienen sus bordes deformados, como con flecos, no se aconseja a volar en esa zona por fuerte turbulencia.

Las tormentas y el rápido crecimiento de cúmulus sobre las montañas indican aire inestable. A medida que las tormentas alcanzan su etapa de madurez se desplazan corriente abajo hacia los valles y planicies. Las fuertes corrientes convectivas en el aire inestable constituyen un obstáculo para la formación de ondas. Si usted observa gran cantidad de nubes de inestabilidad espere otro día para realizar el vuelo a vela en ondas de montañas.

Una onda de montaña, de manera similar a lo que ocurre en una térmica, significa turbulencia para una aeronave con motor pero para un planeador que se mueve lentamente, la onda produce ascenso y descenso suaves por encima de la cresta de la montaña. Pero a medida que el aire se vuelca sobre la cresta de la montaña, como en una catarata, origina fuertes ráfagas descendentes. Ese vuelco violento del aire forma una serie de "rotores" en la sombra del viento de la montaña pueden ser peligrosos aún para los planeadores. Estas nubes de "rotor" permanecen estacionarias en forma paralela a la cadena de montaña y se las encuentra a unos pocos kilómetros a sotavento de las mismas.

La turbulencia es más frecuente y más severas en "rotores" estacionarios que se originan debajo de las crestas de las ondas en el nivel de las cimas de las montañas, o por debajo de las misma. Estos "rotores" turbulentos son especialmente violentos en ondas generadas por grandes montañas, tales como la Cordillera de Los Andes. Los rotores turbulentos que se producen en montañas más bajas son mucho menos severos pero, en alguna medida, siempre suelen estar presentes. La turbulencia es mucho más fuerte en ondas bien desarrolladas.

El Servicio Meteorológico Nacional suministra asesoramiento a los participantes en los certámenes que se realizan en distintos lugares del país, mediante la intervención directa de profesionales especializados en el tema, proveyendo además la información específica que les permite un pleno conocimiento de las condiciones meteorológicas imperantes, durante cada día, así como también las previsiones para las 24 horas subsiguientes.

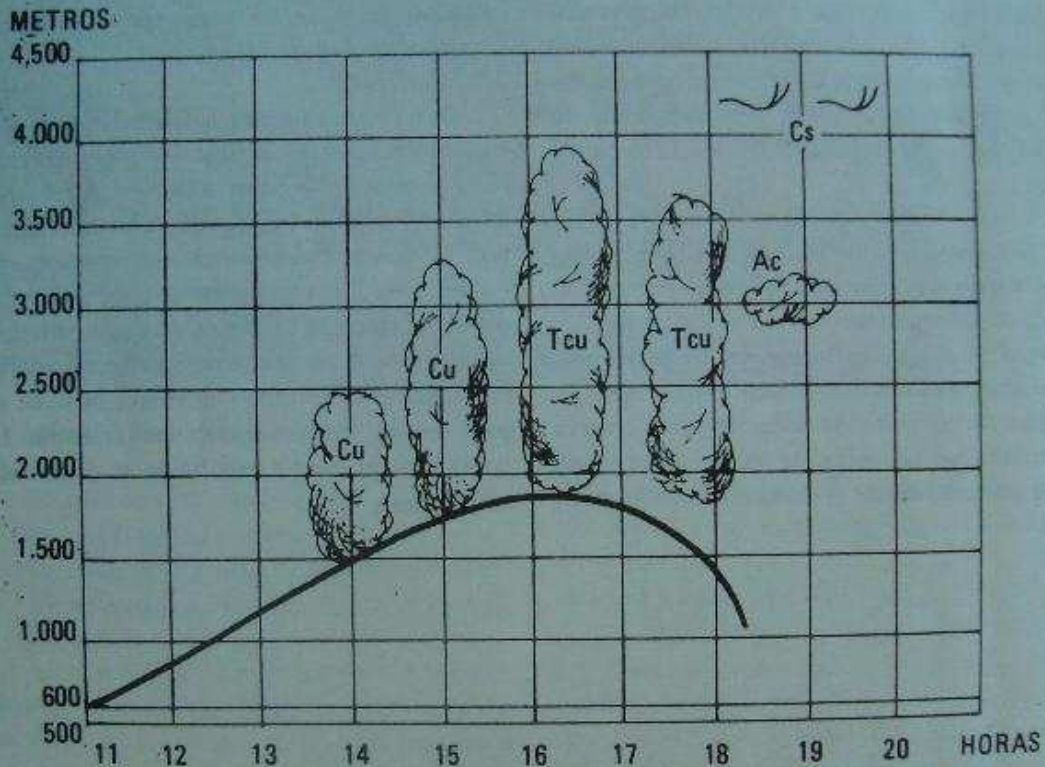
Las imágenes siguientes se exponen ejemplos de la información que diariamente se les suministra.

METEOROLOGIA

DIA : 16 - 01 - 84

	DIREC.	Km/h.		DIREC.	Km/h.
SUP.	240°	6	1.200 m	250°	10
300 m.	270°	9	1.500 m	280°	13
600 m.	270°	6	1.800 m	260°	20
900 m.	240°	8	2.100 m	250°	25

CORTE VERTICAL



TERMICA PROMEDIO 2 m/s

MAXIMA : 4 m/s ALTURA : 1.800 m

TIPO NUBES 3/8 Cúmulus

BASE : 1.500 a 1.800 m. TOPE : 4.000 m.

HORAS VOLABLES : 7

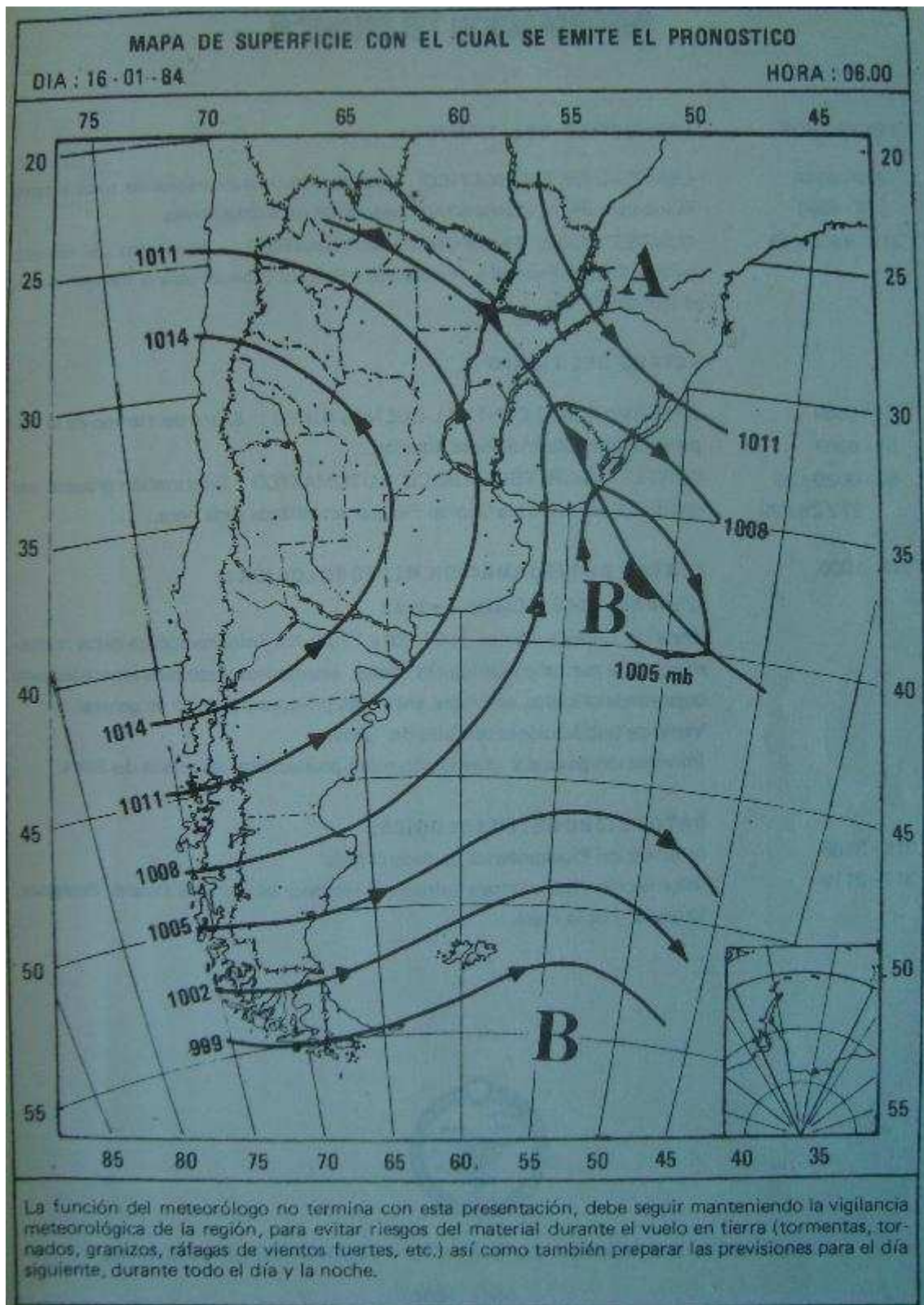
DESDE : 11.00 HASTA : 18.00 Hs.

TEMPERATURA MAXIMA : 29 °C

HORA : 16.30

OBSERVACIONES : TERMICAS ORDENADAS. LIGERO INCREMENTO DEL VIENTO Y ROTANDO EN NIVELES BAJOS AL NOROESTE. AUMENTO DE NUBOSIDAD ALTA Y MEDIA A PARTIR DE LAS 18.00 horas.

NOTA : El nivel de 600 metros se considera como apertura del día y coincide con la altura hasta la cual son remolcados los planeadores.



En la página del SMN, hay muchísima información útil para los volovelistas. La dirección es <http://www.smn.gov.ar/?mod=vueloavela>

AUTOR: Leo David Persi – Website: METEOROLOGIA FACIL
<http://www.meteorologiafacil.com.ar>

Bibliografía:

[Servicio Meteorológico Nacional](#)

Personal.

[Youtube](#)
