

Aerología de montaña Viento y brisas

Gerardo Bielsa

Julio de 2001



1. Introducción

El vuelo con ultraligero en montaña es una de las experiencias más impresionantes y gratificantes que puede experimentar un piloto. El paisaje agreste y lleno de contrastes, las laderas nevadas, los bosques, los pueblecitos perdidos, los impresionantes cañones, son algo que se grabara en nuestra memoria y nunca podremos olvidar. Pero para aquellos que amamos la montaña y la hemos recorrido a pie, subiendo y bajando sus cumbres, el placer del vuelo es mucho mayor.

Poder recorrer un valle entero y atravesar un collado, volando velozmente, cuando otras veces ha costado horas y horas de esforzada caminata. Pasar rozando una cima e intercambiar un breve saludo con unos solitarios montañeros que han comenzado su marcha mucho antes del amanecer... es algo que hace realmente diferente el vuelo en las montañas. Pero el vuelo en montaña es difícil. Lo primero que requiere es humildad; darse cuenta de que nosotros y nuestras endebles máquinas no somos nada ante tanta grandeza y ante las poderosas fuerzas que allí pueden desatarse.

Los vientos y turbulencias que podemos llegar a encontrar volando entre montañas son realmente de tal magnitud que si el aire no fuera transparente y pudiéramos verlo, jamás nos atreveríamos a volar. Y sin embargo también podemos encontrarnos con días magníficos para el vuelo, para recorrer las más altas cumbres, o a veces, para mantenernos volando dentro de los valles. Lo importante es ir poco a poco, aprender, fijarse, ser prudente, tener mucho sentido común, y si no se entiende lo que pasa, renunciar al vuelo.

Una de las cosas que más me ha llamado la atención sobre el vuelo en montaña son los pilotos que vuelan en el Himalaya, entre Katmandú y la pista de Luckla, situada en medio de impresionantes montañas, camino del Everest y a más de tres mil metros de altitud. En temporada alta tienen cientos de pasajeros haciendo cola para ahorrarse doce días de marcha, pero a las ¡¡once de la mañana!! se terminan todos los vuelos; a pesar de volar con unos potentes aviones Twin-otter con dos turbinas de 650 caballos. Ellos

saben que "el monstruo de la aerología de montaña" se despierta tarde, pero a partir de esa hora, mas vale estar con el pié en tierra y el avión bien atado...

2. Vientos y brisas

La diferencia entre el viento y la brisa no está en su intensidad, sino en su origen. El viento es de origen meteorológico, es consecuencia del desplazamiento del aire de las zonas donde la presión es alta (anticiclones) a las zonas donde la presión es baja (borrascas). Este desplazamiento del aire no se hace en línea recta del centro de la alta presión al centro de la baja presión, sino que sufre una importante desviación hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur, debido al efecto de Coriolis.

Los vientos de origen meteorológico son los que nos anuncian en las predicciones, y es muy probable que acierten. En zonas de montaña, no obstante, el viento meteorológico suele verse influenciado por el relieve, de manera que a veces cambia de dirección al meterse por los valles y se puede acelerar enormemente en zonas estrechas. Otras veces podemos encontrarnos con zonas de calma dentro de los valles mientras en altura, por encima de las montañas, el viento es muy fuerte.

Las brisas, por el contrario son de origen local y se generan en el sitio. Hay varios tipos de brisa: En montaña se producen las brisas de ladera y las de valle, en la costa se producen las brisas marinas.

3. Brisas de ladera

Los días soleados, desde primeras horas de la mañana, el sol ilumina las partes altas de las laderas orientadas al este. A medida que avanza la mañana, la radiación solar va calentando estas laderas. No todos los terrenos absorben la radiación solar con la misma facilidad, y por eso hay suelos que se calientan más que otros. Los terrenos de roca, tierra o vegetación seca suelen calentarse antes que los terrenos cubiertos de bosque o vegetación verde.

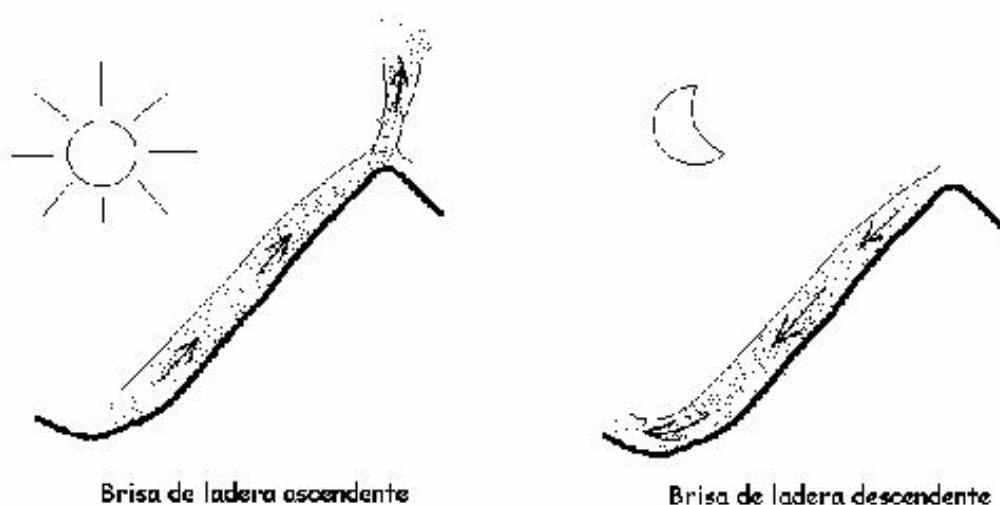
Pero hay que tener en cuenta que el sol calienta con rapidez las laderas bien orientadas hacia él, sin embargo, el sol no calienta la masa de aire, por muy expuesta que esté a su radiación. Ahora bien, el aire sí que tiene la propiedad de calentarse cuando está en contacto con una superficie caliente (igual que el aire se calienta en contacto con un radiador de calefacción).

Nos encontramos entonces, que a medida que avanza la mañana de un día soleado, las laderas orientadas al Este, se calientan por el sol, y éstas a su vez, calientan la capa de aire, de un metro o dos metros de espesor, que está en contacto con ellas. Esa capa de aire ligeramente más caliente, tiene menos densidad, pesa menos, y lo que hace es deslizarse por la ladera hacia arriba, creando la llamada brisa de ladera.

Estas brisas ascendentes se producen por las mañanas en las laderas orientadas al Este. Durante las horas centrales del día en las laderas orientadas al Sur. Y por la tarde en las

orientadas al Oeste; mientras que las que están orientadas al Norte, prácticamente nunca crean brisas de ladera.

Las brisas de ladera son corrientes de aire que se producen a poca distancia de la ladera, de manera que son difícilmente aprovechables para el vuelo en ultraligero, ya que habría que volar literalmente pegados a la ladera para poder sentir sus efectos. Lo que si ocurre con frecuencia, es que estas corrientes de aire ascendente, al llegar a la cima de la ladera, se desprende de está y forma una de las típicas térmicas de montaña, en forma de columna de aire ascendente, que continua ascendiendo hasta que su temperatura se equilibra con la del aire que le rodea.



Estas térmicas suelen ser estrechas y violentas por la mañana, más anchas y fuertes a partir del mediodía y todavía más anchas y suaves al final de la tarde. Aprovecharlas con un ultraligero no es fácil, sobre todo si son estrechas, pero con una buena técnica y si las térmicas son anchas y homogéneas, podemos llegar a ganar muchos cientos de metros en muy pocos minutos, en lugar de limitarnos a nuestros cuatro o cinco metros por segundo que nos da el motor...

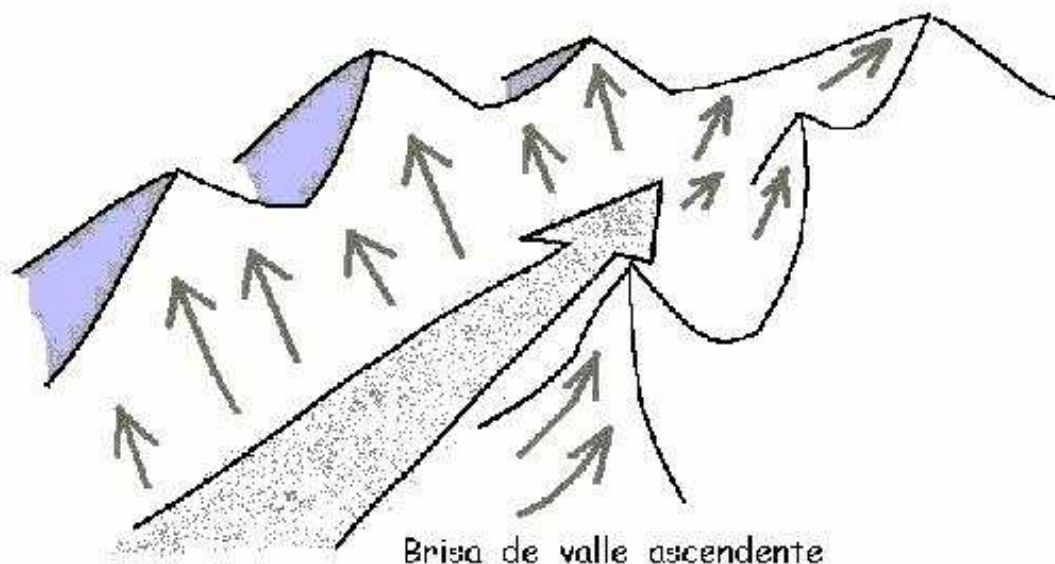
Lo que si que podemos garantizar es que el vuelo en térmica va a ser turbulento, y en muchas ocasiones vamos a encontrar más zonas con descendencia que térmicas aprovechables. Por eso, suele ser preferible el aire frío, denso y en calma de la mañana para ganar altura a base de motor pero sin sobresaltos, que las violentas térmicas, que tan pronto nos propulsan a 8 m/s hacia arriba como nos mantienen "una eternidad" a -1 m/s, a pesar de llevar el motor a potencia máxima.

4. Brisas de Valle

Las brisas de valle son una consecuencia de las brisas de ladera que acabamos de ver. Cuando la mañana ya está bien avanzada y nos acercamos a medio día, nos encontramos con que todas las laderas orientadas al este están produciendo una fuerte brisa de ladera que mueve millones de metros cúbicos de aire hacia arriba. Las laderas orientadas al sur

empiezan también a producir sus propias brisas de ladera. Ocurre entonces, que el fondo de los valles de montaña, sobre todo las partes altas, donde las laderas son más largas y abruptas, se está quedando sin aire puesto que la demanda de aire de las brisas de ladera es enorme.

Para rellenar este "vacío", se genera la brisa de valle, que no es más que una fuerte corriente de aire que sube por el valle, para alimentar a las voraces brisas de ladera.



La brisa de valle se produce en el fondo de los valles y afecta solo a los 200 ó 300 primeros metros de altura. Suele comenzar al final de la mañana. Tiene su máxima intensidad sobre las tres o las cuatro de la tarde y se termina al final de la tarde, cuando las laderas ya no producen brisa ascendente, sino todo lo contrario, un excedente de aire frío y pesado que se desliza ladera abajo y acaba por producir unas suaves brisas de valle descendentes (catabáticas) que a veces perduran hasta la mañana siguiente.

No todos los días tiene la misma intensidad ni los mismos "horarios". La insolación y sobre todo la estabilidad o inestabilidad atmosférica, son quienes van a definir la intensidad de las brisas de montaña, que además pueden verse afectadas por los vientos meteorológicos. Con tantas variables en juego es prácticamente imposible hacer una predicción exacta de como serán las condiciones para un día y una hora determinados...

El hecho de llamarla "brisa" no quiere decir que su intensidad no pueda ser fuerte. En los valles de alta montaña, sobre todo si son largos y rectos, con grandes laderas a los lados, las brisas de valle suelen ser muy fuertes en primavera y verano, llegando frecuentemente a los 40 o 50 km/h. Es posible tener un vuelo sin nada de viento en altura y encontrarse con brisa muy fuerte a la hora de aterrizar.

La brisa de valle será siempre en sentido ascendente del valle y eso hará que, a medio día o principio de la tarde, tengamos que aterrizar valle abajo, para tener el viento en cara. Hay que saber evaluar bien que es mejor, si entrar con algo de "viento en cola" producido por una brisa moderada pero cuesta arriba en una pista con ligera pendiente, o bien hacerlo "viento en cara" pero cuesta abajo. Cuando la pendiente es fuerte, no hay

ninguna duda de que tendremos que aterrizar hacia arriba, venga de donde venga el viento o la brisa. Tampoco hay que olvidar que las brisas de valle, si son fuertes, pueden producir importantes turbulencias de obstáculo, o sotaventos, cuando hay un relieve o un giro brusco en el valle.

5. Vientos que se aceleran a sotavento de las montañas

Cuando un viento de origen meteorológico incide más o menos perpendicularmente sobre una cordillera, se acelera tras pasar por ella, en contra de lo que podría parecer. Lo lógico sería pensar que detrás de la cordillera estaríamos a resguardo del viento, sin embargo, suele ser precisamente allí donde se producen los vientos más fuertes y más racheados.

Estos vientos, que se aceleran a sotavento, son uno de los fenómenos meteorológicos más violentos y aparatosos de las zonas montañosas. Se producen en todas las cordilleras del mundo, grandes o pequeñas: Pirineos, Sierra Nevada, Alpes, Andes, Montañas Rocosas, Atlas, Himalaya, etc. y en todas ellas deben ser muy violentos porque en todos esos sitios tienen nombre propio. En el Pirineo español se le conoce como “Viento de Puerto”, “La Gabacha”, “Vent de Port” o “Tramontana”. En los Alpes se le llama “Föhn”, en las Montañas Rocosas de América del norte se le conoce como Chinook.

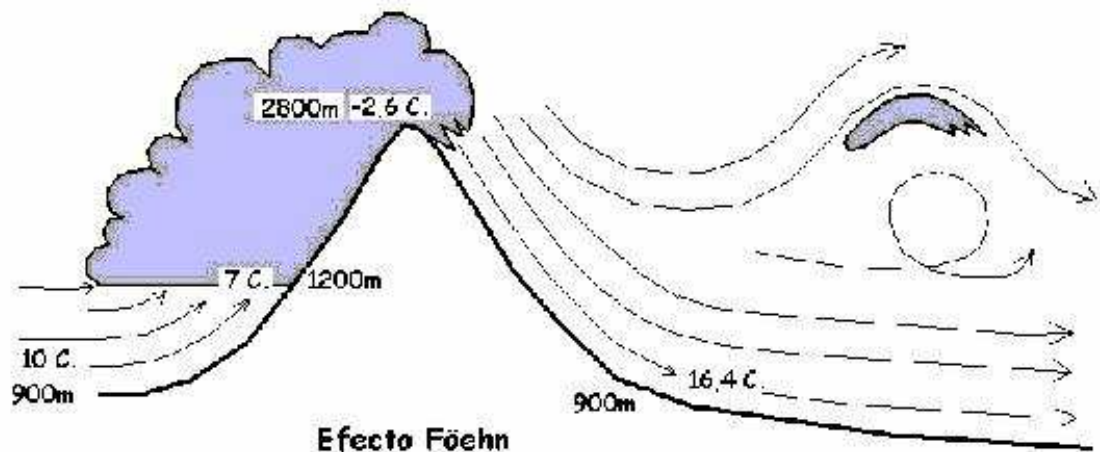
Es siempre un viento fuerte y racheado, normalmente seco y con unos síntomas muy claros que lo identifican. El vuelo con aeronaves ligeras, como los ultraligeros, es siempre muy peligroso en estas condiciones. Además, al ser muy racheado, podemos encontrarnos con cortos periodos de aparente calma, que pueden engañar a algún piloto ignorante. Incluso aeronaves que soportan muy bien la turbulencia, como los helicópteros, se ven zarandeadas sin piedad cuando vuelan con estos vientos.

Para que se produzca este hecho, es necesario que el relieve sea alargado, con forma de cordillera, y que el viento incida perpendicularmente, o casi perpendicularmente a ella. Cuando no se dan estas circunstancias, no se produce el fenómeno de aceleración del viento, y entonces las montañas actúan como freno o distorsionador. Con vientos fuertes de oeste en la mitad norte de la península, podemos encontrarnos con calma en el interior de los valles pirenaicos que bajan de norte a sur, mientras sobre las crestas de las montañas más altas y en media España el viento sopla con fuerza, haciendo imposible el vuelo.

Estos vientos a sotavento de las cordilleras tienen realmente varios orígenes y en función de ello pueden tener características diferentes. Desgraciadamente en ningún libro he leído, ni nadie me ha dado nunca una explicación clara, convincente y completa de este fenómeno. Yo me he permitido exponer, las que en mi opinión, son situaciones que pueden dar origen a estos vientos.

6. La teoría del efecto Föhn

La palabra föehn viene del alemán y significa simplemente viento fuerte. Se utiliza en Europa central para denominar a estos vientos y de ahí viene el nombre de “efecto föehn”, que es como los entendidos llaman a lo que ahora voy a tratar de explicar.



Imaginemos que el dibujo de la figura es el perfil del Pirineo. Con una situación de viento meteorológico de norte, la masa de aire choca contra la cordillera pirenaica y se ve forzada a subir por las abruptas laderas de la vertiente norte. Esta situación es muy típica del invierno cuando un anticiclón se instala en las Azores y una borrasca al norte de Italia. Cuando una masa de aire se ve forzada a subir se enfría a razón de 1 °C cada 100 m. de altura (gradiente adiabático seco). Imaginemos que al pie de la ladera, situado a 900 m. de altitud, llega el viento de norte a 10 °C, por ejemplo. Comienza a subir por la ladera enfriándose un grado cada cien metros de altura, pero llega un momento, por ejemplo a los 1.200 m, que al enfriarse se condensa el vapor de agua (si es aire húmedo) y se forma una nube. Pero ocurre una cosa; el gradiente adiabático saturado; es decir, lo que se enfría una masa de aire que contenga gotas de agua (una nube) al subir, es diferente al seco; Su valor es de 0,6 °C por cada 100 m. A partir de los 1.200 m de altitud, la masa de aire se enfriará menos al subir. Llegará a los 2.800 m de los collados o crestas a -2,6 °C. Si esta nube ha producido lluvia o nieve, habrá perdido en esa vertiente norte casi toda su humedad y ahora, al pasar a la vertiente sur, el aire es mucho mas seco. Todavía está saturado (forma una nube), pero en cuanto empiece a bajar y se caliente un poco desaparecerá la nube. A partir de allí, los 2.700 m. por ejemplo, el calentamiento que se produce al bajar el aire seco será de 1 °C otra vez. Como el tramo de bajada de este aire seco es muy largo -1.800 m-, el aire llegará a 16,4 °C. a los 900m de la vertiente sur. Tras este rápido viaje del viento de norte húmedo cruzando el Pirineo, el resultado ha sido de un calentamiento de 10 a 16,4 °C. Pero una masa de aire a 16,4 °C ocupa un volumen muchísimo mayor del que ocupaba a 10 °C. El viento tiene que acelerarse enormemente para poder pasar por el valle, puesto que ahora hay más volumen de aire. Otra consecuencia de este fenómeno es que el aire no es tan frío, pero como ya de por sí provenía del norte y era frío y además el viento es muy fuerte,

seguimos teniendo sensación de frío. Cuando el efecto föehn es muy acusado podemos encontrarnos con vientos de norte cálidos.

El mismo fenómeno se produce en sentido inverso, con vientos de sur. Entonces el viento es fuerte y muy turbulento en los valles del Pirineo francés. Como este viento de sur ya suele ser cálido y además se calienta al pasar las montañas, se encuentran con un viento muy seco y muy cálido en el otro lado, mientras que aquí probablemente esté lloviendo. Existe la creencia errónea de que el föehn siempre produce vientos muy cálidos. Esto puede ser cierto en Francia, Austria y Suiza, ya que el föehn que producen los Alpes y los Pirineos sobre estos países se da con vientos de componente sur, ya de por sí cálidos, y que se calientan todavía más al cruzar las montañas.

Cuando se produce el efecto föehn aparecen algunos signos muy característicos. La nubosidad se estanca en la vertiente de barlovento y se deshace enseguida al pasar la montaña. Parece que a pesar del fuerte viento la nube no se mueve. En realidad no está quieta, simplemente se está formando y deshaciendo constantemente sobre la montaña y no la vemos avanzar. Estas nubes se denominan nubes de estancamiento o nubes orográficas. Normalmente la zona de sotavento está despejada con una atmósfera muy limpia y seca. A veces la nube orográfica aparece como una auténtica barrera de gran tamaño, llamada “muro de föehn”.

Otro fenómeno característico son las nubes lenticulares que se forman mas o menos paralelas a la cordillera y que no son mas que la visualización de las crestas del movimiento ondulatorio que adquiere la masa de aire al verse forzada a subir y bajar por la montaña. En los tramos ascendentes de esta onda, el aire se enfría y si todavía le queda humedad, se condensa el vapor de agua y forma la nube. En el tramo descendente, se calienta el aire y se evaporan las gotitas de agua de la nube, de ahí la forma lenticular, que dibuja exactamente la cresta de la onda. También es posible observar en la ladera de sotavento y a menor altura, unas nubes sin forma que aparecen y desaparecen. Son consecuencia de la condensación del vapor de agua en los tramos ascendentes de algunas fuertes turbulencias producidas a sotavento del relieve. Solo con ver lo caóticas que son y lo rápido que aparecen y desaparecen, nos podemos imaginar las enormes y fuertes turbulencias que las crean.

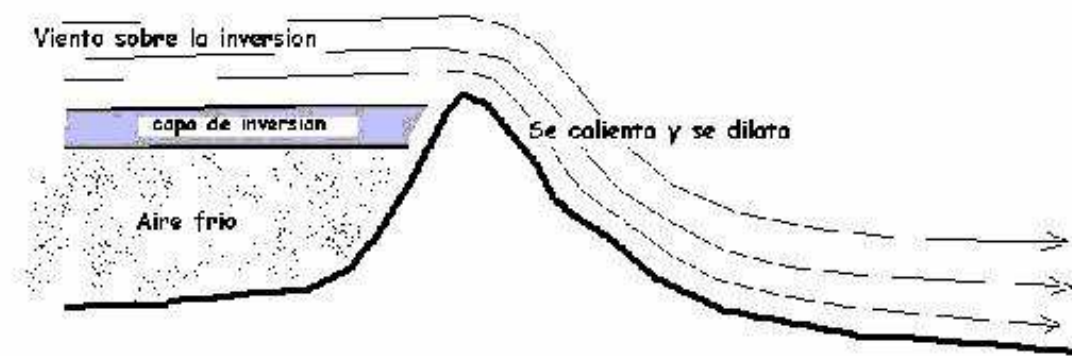
En otras ocasiones, con aire muy húmedo y mucha nubosidad general, se puede ver una foto de satélite donde todo son nubes, excepto un gran agujero (agujero de föehn) situado en toda la vertiente de sotavento. El föehn pirenaico puede producir un enorme “agujero” que se extiende desde las crestas fronterizas hasta el río Ebro. Tales días hace muy mal tiempo en todos lados, puede estar nevando en media España y sin embargo en este agujero se disfruta de un sol espléndido, eso sí, con un viento fortísimo y desapacible.

7. Cuando la teoría del Föhn no funciona. Otras explicaciones.

Pero la realidad es todavía mucho mas complicada. La verdad es que en muchas ocasiones, se produce el viento fuerte y racheado y sin embargo no se produce el efecto föehn. No está lloviendo o nevando en la vertiente de barlovento.

En el Pirineo ocurre muchas veces, con vientos de norte secos procedentes del norte de

Europa y situación anticiclónica, que se produce una fuerte inversión térmica en los valles de la vertiente norte del Pirineo. El aire frío se estanca en los valles atrapado por una capa de aire templado de no mucho espesor (ésta se llama capa de inversión térmica y es típica de situaciones anticiclónicas en invierno y otoño) El viento de norte pasa por encima de esas grandes masas de aire frío estancado y al pasar la cresta del Pirineo baja por los valles españoles donde no hay tal situación de embolsamiento de aire. Al bajar, se calienta, se dilata y vuelve a producirse el mismo efecto de aceleración y turbulencia que antes veíamos. En este caso no hay nube de estancamiento.



Hay todavía otra tercera explicación para el viento de puerto sin nubosidad, que se produce al final de la tarde de días de buen tiempo con situación de calma o ligera componente norte. En los valles franceses se vuelve a producir una fuerte inversión térmica. El nivel de la capa de inversión suele subir durante el día y ocurre a veces que llega a estar más alto que el nivel de los collados fronterizos más bajos. Entonces el aire frío atrapado bajo la capa de inversión, se derrama por los valles españoles, calentándose, dilatándose y produciendo los mismos efectos, al final de la tarde la capa de inversión vuelve a bajar y el aire frío ya no puede pasar; vuelve entonces la calma.

En cualquier caso, este viento es siempre muy turbulento, suele ser violento y es siempre muy seco. Puede secar en unas horas los prados, los caminos y los barrizales. El aire es tan seco que aunque haga mucho frío, a veces no se forma ni escarcha por la noche. Está demostrado que produce efectos sobre las personas y los animales. En una ciudad suiza se comprobó que aumentaba considerablemente el índice de suicidios cuando soplaba este viento. La fricción del aire tan seco, puede cargar eléctricamente algunos objetos y suelen producirse unas características descargas eléctricas al salir del coche y cerrar la puerta o simplemente al tocarse dos personas en la calle, expuestas al viento.

Cuando se da un verdadero efecto föehn y además es cálido, tiene un efecto devastador sobre la nieve. El nombre que daban los indios, primeros pobladores de las Montañas Rocosas a este viento era Chinook, que significaba comedor de nieve.

8. El viento de puerto y el vuelo

Llamar siempre viento föehn a estos vientos acelerados que se producen a sotavento es un error, ya que el verdadero efecto föehn solo se produce en algunos casos. Pero como no hay ningún nombre genérico que los defina, cuando no existe un nombre autóctono, se puede emplear la palabra föehn. A mi, sin embargo, me gusta más la expresión “viento de puerto”, ya que define mejor a estos vientos que descienden por los valles provenientes de los altos collados o puertos.

Como ya he dicho al principio, el vuelo con aeronaves ligeras o incluso con otras más pesadas, es siempre muy peligroso en las zonas de montaña donde soplan estos vientos. Lejos de las montañas, la turbulencia puede desaparecer, pero en zonas montañosas es mejor ni plantearse el vuelo. Con frecuencia he visto pilotos preguntándose si sería prudente volar en valles del Pirineo español con viento de puerto (norte); ¡Seguro que no saben con quien se la están jugando! Sin embargo, es muy frecuente que con vientos meteorológicos no muy fuertes, y si no se produce un verdadero föehn, el viento de puerto empiece a bajar por los valles de sotavento, pero llegue un punto en que se calme, siendo posible el vuelo en muchas zonas.

Cuidado, porque puede ocurrir que el viento este casi en calma en las cumbres y sin embargo, sople con fuerza en el interior de los valles. Esta situación poco normal, puede engañarnos y despegar sin problemas para encontrarnos luego con el follón al llegar al aterrizaje.

Si el viento es muy fuerte, las brisas térmicas son barridas literalmente por éste, o incluso ni siquiera aparecen ya que, al estar las laderas tan ventiladas, el aire no llega a estar quieto y en contacto con el suelo caliente el tiempo necesario para que se caliente y comience a moverse. Ahora bien, si no es muy fuerte el viento de puerto, y si las brisas térmicas de valle se enfrentan al él, pueden mantenerlo a raya, hacerlo retroceder o perder terreno ante su empuje. A lo largo del día podemos encontrarnos, por lo tanto, con situaciones diferentes según la brisa avance o retroceda. Puede observarse que estas brisas, por alguna razón que desconozco, aumentan bruscamente de intensidad ante la llegada del viento de puerto. En la zona de confluencia del viento y la brisa se producen ascendencias muy fuertes, pero también muy turbulentas.

Una situación típica se produce con situación anticiclónica y estabilidad atmosférica. Durante la noche se produce un embolsamiento de aire frío y pesado en el fondo de los valles. El viento de puerto se desliza por encima de este embolsamiento y por la mañana da la impresión de que todo está en calma. Sin embargo, basta subir unos cientos de metros por las laderas del valle para salir de este embalse de aire frío y comprobar que el viento sigue soplando con fuerza por encima. Es una situación muy frustrante para los pilotos, ya que aparentemente se trata de días perfectos, con magnífica visibilidad y sin viento. Como estos embolsamientos van a desaparecer a lo largo de la mañana, a medida que el sol va calentando, es previsible que el viento fuerte no tardará en hacer su aparición, incluso en el fondo del valle.

Existe un refrán pirenaico que dice: “Aire de puerto, a los tres días muerto; Pero si almuerza y cena, aire para la quincena”. Este refrán refleja bastante bien la costumbre

que tiene este viento de instalarse por periodos de unos tres días aproximadamente, sobre todo cuando se trata de un auténtico föehn. El periodo de dos días y medio o tres, viene a ser el tiempo que le cuesta “entrar” sobre la península a un anticiclón proveniente del Atlántico. Durante ese espacio de tiempo, las isóbaras cruzan el Pirineo de norte a sur y producen el viento de puerto. Ahora bien, si perdura esta situación, si “almuerza y cena” el tercer día, es probablemente porque el anticiclón se ha parado antes de que su centro entre en la península y allí se va a quedar durante un par de semanas sin apenas moverse (anticiclón de las Azores), lo cual va a traducirse en viento de puerto en el Pirineo de forma más o menos constante durante quince días (situación típica del final del invierno).

Pronosticar el viento de puerto suele ser muy fácil si tenemos el mapa previsto de isóbaras. Basta con observar las isóbaras cruzando perpendicularmente una cordillera para tener la certeza de que se va a producir. En invierno es casi matemático, en verano también, pero si no es fuerte las brisas pueden vencerle.

Existen cordilleras que por estar situadas con el eje de norte a sur, producen casi de forma continua vientos de puerto en su lado este, ya que la corriente general de la atmósfera en muchas zonas, es de oeste a este. En algunos casos, ellas y los vientos que producen, son los orígenes de radicales cambios climáticos entre un lado y otro. También existen cordilleras que, en algunas partes, son tan anchas que no se pueden considerarse como cordilleras a estos efectos, sino más bien como grandes extensiones de montañas, donde esto ya no funciona tan claramente.