

METODOLOGÍA EMPLEADA EN UN ESTUDIO SOBRE EFECTO FÖHN.

M^a Belén GÓMEZ MARTÍN.
Dep. Geografía Física y A.G.R., Univ. Barcelona.

RESUMEN: En el presente artículo se explica el material y la metodología utilizada para un estudio de efecto föhn en un valle del Pirineo catalán, así como algunas de las conclusiones extraídas y su posible relación con indicadores de cambio climático.

ABSTRACT: This article explains the material and the methodology used for a study of föhn effect in a valley of catalonian Pyrenees, as well as some conclusions took out and its relation with indicators of climatic change.

INTRODUCCIÓN.

Es conocido que la cordillera de los Pirineos por su orientación de oeste a este, su carácter compacto y ausencia de valles transversales que la atraviesen completamente, dificulta e impide que las masas de aire frío que siguen una dirección meridiana y submeridiana septentrional remonten la cordillera, desempeñando de este modo la función de abrigo aerológico con respecto a esas masas de aire. Este efecto hace que en la vertiente norte se produzcan procesos de agravación dinámica, que se reflejan en incrementos de las precipitaciones, y que, a continuación, sobre la vertiente catalana, se produzca una clara disminución de la humedad así como de las lluvias (efecto de sombra pluviométrica). Además, las masas de aire que remontan los Pirineos, al descender por la vertiente meridional, elevan la temperatura según el índice del gradiente adiabático seco, y se precipitan sobre Cataluña con unas claras características de tipo föhn.

De este modo, se puede definir el efecto föhn como aquel efecto que se produce a sotavento de las grandes cordilleras, después de que un flujo húmedo la haya atravesado condensando su humedad a barlovento, y provocando en la vertiente opuesta una elevación anormal de la temperatura, una disminución de la humedad relativa y un incremento considerable en la velocidad del viento.

Este efecto que se asocia al viento del mismo nombre, se produce en gran parte de los grandes sistemas montañosos, y recibe diferentes nombres según el lugar. En nuestra zona de estudio, un tramo de valle del río Noguera Pallaresa situado en la vertiente sur del Pirineo catalán, recibe el nombre de "fogony", quizás haciendo referencia a ese efecto tan marcado de elevación de las temperaturas.

A continuación, se explica el material utilizado para un estudio de efecto föhn en un área geográfica determinada y algunas de las conclusiones que se han extraído de él.

METODOLOGÍA.

El material utilizado procede de la estación meteorológica de Sort, estación completa que cuenta con series de datos continuas y fiables, y que se sitúa a unos 690 m s.n.m., en un tramo de valle del río Noguera Pallaresa que sigue una dirección aproximada N-S, en la vertiente de sotavento del Pirineo catalán. El período de observación ha sido de dos años, con base diaria.

Debido a la forma en que se manifiesta el efecto föhn se ha creído conveniente para su estudio disponer de registros continuos de temperatura y humedad relativa, así como de otros elementos -velocidad y dirección del viento, presión, etc.-, como única forma de poder delimitar los episodios, evaluar los cambios y seguir su evolución en el tiempo. Estos registros continuos se han completado con otra información puntual tomada del Cuaderno de Observaciones de la estación.

De este modo, se ha dispuesto de las bandas termohigrométricas semanales de todo el período de estudio como material principal. Éstas contienen en su parte superior el registro de temperatura, con una escala vertical graduada en grados centígrados y una escala horizontal graduada en días y los días en períodos de dos horas; y en su parte inferior, el registro de humedad relativa, con una escala vertical graduada en % y una escala horizontal graduada del mismo modo que la de temperatura. Esta disposición paralela permite ver los cambios simultáneos que se registran en estos dos parámetros cuando el föhn acontece.

A partir de estas bandas se ha extraído numerosa información. En primer lugar, sobre ellas se han detectado los casos de föhn, puestos de manifiesto en las alteraciones del ritmo diario normal de temperatura y humedad, y concretamente en un aumento brusco y anormal del primer parámetro -al inicio- que se corresponde en el tiempo con un descenso de similares características en el segundo. Los cambios que acontecen al final son de signo contrario (ver figura

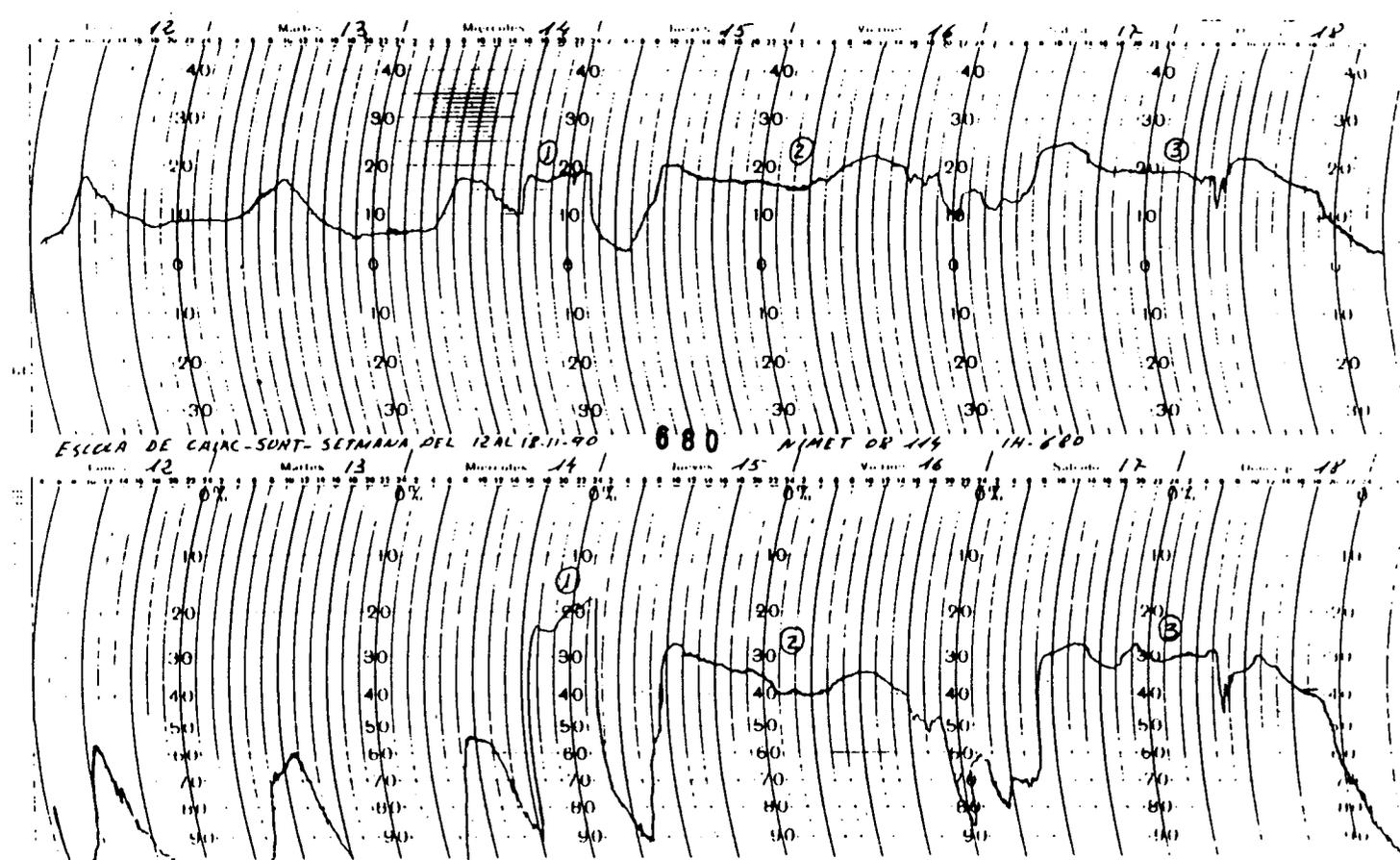


Figura 1. Banda termohigrométrica semanal. En ella se aprecian tres tipos de episodios de Föhn.

1).

Los criterios establecidos para considerar los episodios de föhn han sido de dos tipos. El primer criterio ha tenido en cuenta de forma conjunta los cambios que se daban en temperatura y humedad relativa. El límite mínimo establecido para la temperatura ha sido de 3°C pero sólo para aquellos casos que se acompañen de un cambio considerable en la humedad relativa. El límite mínimo establecido para la humedad relativa ha sido de un 10%, pero sólo para aquellos casos que se acompañen de cambios importantes en la temperatura. Así por ejemplo, se considerará föhn un cambio de 3°C y un 40%, o un cambio de un 10% y 6°C; pero no se considerará föhn un cambio de 3°C en temperatura y un 10 % en humedad relativa. El segundo criterio tiene en cuenta la duración: aquellos episodios con duraciones inferiores a las 4 horas no son considerados; son irregularidades que suelen preceder a verdaderos episodios.

Determinados los casos sobre las bandas, se ha procedido a extraer información sobre el número de días y horas de föhn que abarcaba cada episodio. También se ha delimitado la hora de inicio y término, así como las dimensiones de los cambios en temperatura y humedad relativa y el tiempo empleado en ellos. Con esta información se han elaborado una tablas y se han calculado algunos parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión tanto a nivel anual como estacional, así como algunas frecuencias y probabilidades. Analizando las bandas se ha podido constatar también que atendiendo a la forma que tomaban los registros se podían establecer unos tipos determinados de episodios de föhn, que se caracterizaban por presentar unas constantes que los definían.

Analizadas las bandas termohigrométricas se han examinado las del anemocinómetro. Estas bandas consisten en registros continuos de velocidad y dirección del viento. Cada una de ellas corresponde a un día, y se encuentran divididas en dos partes. En la parte izquierda aparece el registro de velocidad, con una escala vertical dividida en horas y una horizontal dividida en m/s; y en la parte derecha aparece el registro de dirección, con una escala vertical dividida en horas y una horizontal graduada en componentes (grados). La utilización de estas bandas tiene especial interés no sólo por la información relativa al viento que se puede extraer, sino también porque junto con las bandas de temperatura y humedad relativa se presentan como una herramienta muy útil para detectar los inicios y finales de episodios: las coincidencias horarias son exactas entre ambos tipos de gráficas. En estas últimas el föhn se detecta por el aumento considerable que se produce en la velocidad del viento y el predominio claro y mayoritario que se establece de una componente.

La información de los registros continuos del anemocinemógrafo y de otros datos del cuaderno de Observaciones nos ha permitido calcular las frecuencias según componentes, velocidades medias según componentes y estaciones, intervalos de velocidad más frecuentes según la dirección, rachas máximas, etc.

Por último, para analizar la presión se dispusieron de las bandas registradas por el microbarógrafo de la estación y también de los datos puntuales que ofrecía el cuaderno Nivometeorológico. Las bandas semanales tienen una escala horizontal graduada en días, y a su vez éstos en períodos de 2 horas, y una escala vertical graduada en milibares de presión. Estas bandas además de darnos el valor de la presión nos mostraban la evolución de la misma durante los casos registrados, lo que nos ha permitido comprobar/descartar algunas de las hipótesis propuestas a priori.

Vemos, pues, que las características del fenómeno de estudio exigen para su análisis registros continuos, pues no interesa tanto la medida precisa de un valor puntual como las variaciones que se registran en los ciclos diarios normales de los diferentes parámetros. De este modo, las bandas termohigrométricas que muestran una gran sensibilidad a los flujos de procedencia e intensidad diversa, las bandas del anemocinemógrafo y las bandas del microbarógrafo se muestran como buenas herramientas para analizar los cambios que se asocian al efecto föhn en nuestra zona de estudio.

Pero en este trabajo además de conocer y determinar las principales características que definen el efecto föhn, se hace necesario un reconocimiento de las situaciones sinópticas que se asocian al fenómeno en nuestra zona de estudio, no sólo para conocer las causas atmosféricas que lo originan, sino también para (una vez conocidas éstas) llegar a prever la aparición del fenómeno y prevenir sus posibles consecuencias.

Para conocer las situaciones sinópticas se han analizado los mapas de superficie, 850 y 500 hPa del Boletín Meteorológico Diario (I.N.M.) correspondientes a los días en que se registró föhn. Los resultados obtenidos muestran, como se tratará más adelante, que el fenómeno de estudio aparece con advecciones del NE, y en menor cuantía con advecciones del N y NW. La circulación meridiana y las situaciones de bloqueo muestran un claro predominio.

Examinadas y clasificadas las situaciones típicas se ha creído conveniente comprobar que realmente siempre que aparece una de estas situaciones se registra föhn, o a la inversa, que las situaciones sinópticas típicas no aparecen fuera de los episodios registrados durante el período de estudio. Para verificar esta hipótesis, se han analizado todos los mapas de superficie y de la topografía

de 500 hPa de las 12 h (TMG) del período de observación. Los resultados obtenidos han venido a confirmar que los casos de föhn, en nuestra área, sólo aparecen con las situaciones especificadas. Esto constituye un paso previo para la predicción del fenómeno, así como para prevenir y aminorar algunas de las consecuencias (incremento del riesgo de aludes, crecidas fluviales, etc).

Para concluir este apartado sinóptico se han realizado unos mapas medios de superficie y de la topografía de 500 Hpa de las situaciones que se registran durante los episodios. Para ello, se ha confeccionado una red de 12 puntos bien distribuidos sobre el territorio y representativos de los principales centros rectores de la circulación, anticiclónicos y depresionarios, que influyen en el tiempo del cuadrante NE peninsular.

Confeccionada la malla, se han elegido 66 mapas correspondientes a los 66 episodios registrados y se ha tomado para cada uno de ellos el valor que las isobaras, isohipsas e isotermas presentan en los puntos anteriormente indicados. A partir de estos datos se han calculado las medias así como algunas medidas de dispersión que indican una fuerte concentración de los valores y por tanto una buena representatividad de las mismas. Con los nuevos resultados medios se ha vuelto a realizar una malla y se ha procedido, mediante el método de la interpolación, a la confección de isolíneas (isobaras, isohipsas e isotermas).

El resultado ha sido la obtención de unos mapas medios que no coinciden exactamente con ninguno de los consultados, pero que sí sintetizan los rasgos más destacados de la circulación atmosférica durante los episodios (ver figura 2).

RESULTADOS.

Algunos de los resultados que se pueden deducir del análisis de toda esta información son los siguientes: El efecto föhn se desarrolla preferentemente en las estaciones equinocciales, y en especial en la primavera. El fenómeno es frecuente en invierno (21 casos), otoño (21 casos) y primavera (20 casos), y muy persistente en esta última estación. Así lo demuestra su duración media (44 h 42 min.), que representa prácticamente el doble de las duraciones medias del resto de estaciones, y los cálculos de probabilidad/persistencia que, muestran valores realmente considerables durante esta estación. En verano el fenómeno carece de importancia, pues es poco frecuente (4 casos) y presenta duraciones medias inferiores a la media anual (29 h 58 min.).

La considerable probabilidad de aparición (probabilidad de día de föhn=0,184), su elevada permanencia en el tiempo (probabilidad de día con föhn

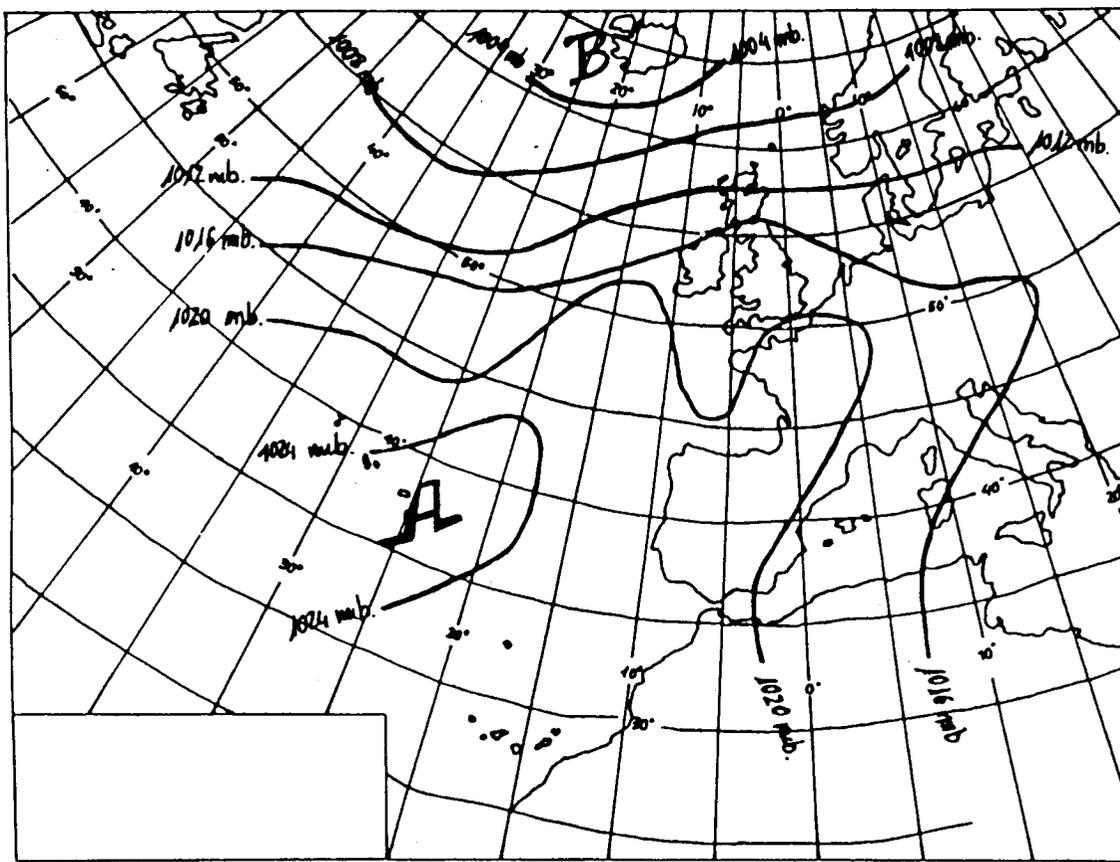


Figura 2. Mapa medio de superficie de las situaciones que se asocian a los casos de Föhn. Nótese como, sobre la zona de estudio, las isobaras toman dirección NE.

después de día con föhn=0,57) y su distribución anual, van a imprimir unas características muy peculiares sobre el clima local de la zona de estudio, pues por un lado van a significar un adelanto de la llegada de la primavera (por el deshielo temprano que puede suponer) y una prolongación del otoño en detrimento de la llegada del invierno. Pero además, atendiendo a las horas en que es más frecuente el inicio de los episodios (es decir, las horas extremas del día, madrugada y noche), el föhn va a suponer en muchos casos una disminución de las horas con temperatura inferior a los 0°C y, por tanto, una disminución del riesgo de heladas.

Todo esto lo entenderemos mejor si analizamos algunos de los cambios que se producen en temperatura y humedad relativa. Los cambios más frecuentes oscilan entre los 4 y 8°C para la temperatura, y el 40% para la humedad relativa, pero se llegan a registrar aumentos de hasta 18°C y descensos de más de un 70%. La rapidez con que se dan estos cambios (muchos de ellos se dan en cuestión de minutos), las horas más frecuentes de inicio y las dimensiones considerables de éstos van a explicar algunas de las características del clima de la zona a las que antes hacíamos referencia.

El análisis del viento, según los datos del observatorio, delata un claro predominio de la dirección N, sobre la dirección NE y NW. El resto de componentes no tienen cabida durante el fenómeno, hecho lógico si recordamos que nuestra área se encuentra a sotavento de la cordillera pirenaica, orientada de W a E. El predominio claro de la componente N se explica por el efecto de encauzamiento causado por la orientación N-S que sigue el tramo de valle de estudio. Las velocidades adquiridas son considerables: el föhn se manifiesta en los incrementos que se producen en ésta y se reflejan, como ya dijimos, en las bandas del anemocinógrafo. De este modo, según la dirección se llegan a adquirir velocidades medias superiores a los 9 nudos (N 9,05 nudos, NE 10,83 y NW 13,3), y según la estación, velocidades medias mayores en aquellas en las que el föhn adquiere su máximo desarrollo (primavera 10,8 nudos, otoño 9,5, invierno 9 y verano 6,7 nudos). Análisis algo más detallados por componentes evidencian el predominio de los vientos más fuertes (superiores a los 25 nudos) en la dirección NE y NW, y de los más flojos en la componente N. En cuanto a las rachas, se llegan a registrar valores máximos en torno a los 23 m/s, siendo frecuentes los golpes de viento en torno a los 15 m/s.

Los valores de presión que se establecen durante los episodios de föhn son siempre elevados, superiores a los normales. Algunas de las hipótesis propuestas a priori, como la que intentaba establecer una relación entre la duración del episodio y la presión, o la que intentaba ver la tendencia de la misma durante

los diferentes casos, no han podido ser confirmadas.

El análisis de las situaciones sinópticas evidencia el predominio de las advecciones del NE, NW y N durante los episodios de föhn. A grandes rasgos, las advecciones del NE, las más numerosas, se establecen con tres tipos de configuraciones:

1. Configuración en Omega, por la aparición de un anticiclón o una dorsal en latitudes altas, frecuentemente Islas Británicas o Península Escandinava, y dos borrascas a lado y lado pero en latitudes bajas, frecuentemente sobre las Azores o Canarias y sobre el Mediterráneo occidental.

2. Configuración rómbica, por la difluencia de la corriente en chorro en dos ramales que se dirigen hacia latitudes altas y bajas respectivamente, (encerrando un anticiclón -normalmente sobre las Islas Británicas o Península Escandinava- y una borrasca -normalmente sobre el Mediterráneo occidental-), y su posterior confluencia.

3. Configuración en forma de "S" al revés, por la aparición de un anticiclón sobre las Azores que proyecta una dorsal hacia las Islas Británicas, y borrascas sobre Terranova, Islandia y Mediterráneo Occidental.

Las advecciones del N adquieren configuraciones similares a las de "S" al revés. Las advecciones del NW se dan por el establecimiento de un flujo bien definido del NW entre el anticiclón de las Azores y las depresiones del Atlántico norte. Este flujo se mantiene hasta nuestra zona de estudio.

Los casos de föhn sólo se registran con estas situaciones, y durante todo el período de observación éstas no aparecen si no es bajo un episodio o en días próximos a él (anterior y posterior).

La confección de mapas medios de superficie y de 500 hPa. vuelve a confirmar todo lo anterior. Nuestro fenómeno de estudio se registra con circulación meridiana y submeridiana septentrional muy compartimentada y de bajo índice. Las situaciones de bloqueo se suceden con frecuencia. Todo esto explicaría también por qué el efecto föhn es más frecuente en ciertas estaciones del año, como p.e. la primavera, en la que el predominio de circulación meridiana es importante, y menos en otras, como p.e. el verano, en el que estos tipos de situaciones apenas aparecen sobre la Península.

El conocimiento de las causas sinópticas es importante por varios motivos. En primer lugar, es valioso para la predicción del fenómeno y la prevención de sus posibles consecuencias, como p.e. rápidas crecidas fluviales por el deshielo que supone la elevación de la temperatura, incremento del riesgo de aludes y de incendios, efectos en la salud y conducta de la población, etc. Esto adquiere mayor relevancia si tenemos en cuenta que el área geográfica de estudio es una

zona del Pirineo leridano en la que se están realizando importantes inversiones para desarrollar un turismo de montaña relacionado, en parte, con deportes de aventura (rafting, piragüismo, esquí, etc), que pueden ser afectados en su práctica y seguridad por algunas de las consecuencias del efecto föhn.

Pero además, el conocimiento de las causas atmosféricas nos está poniendo de manifiesto que el efecto föhn en nuestra zona de estudio se establece cuando la circulación es meridiana y no zonal, y por tanto, una mayor frecuencia del mismo podría poner de manifiesto cambios en la circulación general y lo que es más, indicios de cambio climático.

Así pues, es importante retener de todo esto que muchas veces el estudio de un fenómeno local, con todas las implicaciones climáticas, medioambientales y económicas que pueda conllevar, puede superar esa escala y darnos información sobre fenómenos que acontecen a escalas mucho mayores, como por ejemplo el del cambio climático.