

APLICACIONES METEOROLÓGICAS PARA EL MONTAÑISMO: UNA PERSPECTIVA ACTUAL

Ramon Pascual Berghaenel

Centre Meteorològic Territorial a Catalunya. Instituto Nacional de Meteorología.

c/Arquitecte Sert nº1. 08005. Barcelona. ramonp.bar@inm.es.

Profesor de la Escola Catalana Catalana d'Alta Muntanya

1. Introducción

El aumento de visitantes a las montañas de España a lo largo de las últimas décadas (Fig. 1), tanto por parte de aficionados a los llamados deportes de montaña como por parte de profesionales vinculados directa o indirectamente a estas actividades, ha incrementado notablemente el número de personas en situación de potencial riesgo asociado a las condiciones climáticas y meteorológicas. Aunque no hay publicaciones que presenten conclusiones definitivas sobre esta cuestión es muy probable que un número significativo de los, e.g., 1031 accidentes registrados en la práctica deportiva durante el año 2000 (Moscoso, 2003) tengan un origen directo o indirecto en tales condiciones.

La práctica de tales deportes es sensible, en mayor o menor grado según la modalidad, a las condiciones meteorológicas, que determinan en el grado de confort, el nivel de seguridad y las posibilidades de éxito. Los tres pilares en los que se fundamenta la optimización de dichos parámetros son: Un buen conocimiento de la climatología de los diferentes sistemas o macizos montañosos (incluyendo una relación zonificada de los fenómenos meteorológicos más frecuentes); unas predicciones suficientemente detalladas espacio-temporalmente y con inclusión de fenómenos propios de la montaña y una formación adecuada de los practicantes (aficionados o profesionales), tanto en la interpretación de los boletines meteorológicos como en la observación y predicción a muy corto plazo sobre el terreno.



Fig. 1. Campamento de montaña en el Pirineo de Lleida.

El objetivo de este trabajo es presentar resumida y claramente el complejo entramado formado por los generadores de información meteorológica, los productos disponibles, los canales de difusión, los usuarios y las diferentes actividades desarrolladas en el ámbito de la industria del ocio en montaña y más concretamente en su vertiente deportiva para el caso de España. No hay que olvidar que la terciarización de la economía en las zonas montañosas (E.g., en Viella (Valle de Aran) un 70% de la población ocupada trabaja en el sector servicios (Moscoso, 2003)) ha incrementado substancialmente la demanda de información de este tipo. Además, gran parte de la demanda proviene de población de origen urbano, poco conocedor a priori de las condiciones habituales en la media y alta montaña.

2. Características generales de las áreas de relieve complejo.

Las montañas, grandes o pequeñas, y el terreno genéricamente llamado complejo modifican en gran medida el clima y el tiempo tanto a escala planetaria como regional y local, debido a la altitud y la elevación respecto al entorno. Desniveles de unos 600 m parecen suficientes para considerar un elemento topográfico como una montaña. En la alta montaña los elementos del paisaje como el *timberline*, y los inferiores de presencia de procesos periglaciares y morfologías glaciares cuaternarias son también considerados como definitorios (Pascual y Mercè, 2005). A efectos de estudios climatológicos es común en España considerar zonas de montaña las que se encuentran por encima de los 1000 m (Albentosa, 1991) y de alta de montaña por encima de 1800 m (Martí, 1982).

Hay multitud de elementos topográficos a tener en cuenta si se pretende caracterizar el clima de un lugar concreto en la montaña:

- Situación: cima, ladera o fondo de valle.
- Orientación e inclinación de la ladera.
- Apantallamiento solar de origen topográfico.
- Irregularidades del relieve de pequeña escala.

Las dimensiones en conjunto de una cordillera o macizo montañoso (altitud, longitud, anchura y elementos de la estructura interna como el espaciado entre sierras o macizos interiores) y su orientación general respecto a los vientos dominantes son importantes en los procesos meteorológicos de gran

escala. La forma del terreno y la altura (relieve relativo) de los diferentes componentes de la cordillera son especialmente importantes a nivel regional y la orientación e inclinación de las laderas son aspectos básicos en la compartimentación climática local. E.g. los perfiles abruptos generan con más facilidad turbulencia y rotors que los suaves; las laderas orientadas al norte son generalmente más frías y húmedas que las orientadas al sur, etc. (Pascual y Mercè, 2005)

Las pequeñas irregularidades del terreno y las diferentes orientaciones e inclinaciones de las laderas generan diferencias en la vegetación a causa de la distinta radiación solar recibida, evaporación, velocidad del viento y acumulación de nieve o agua en el suelo. También influyen otros elementos como el tipo de suelo. (Pascual y Mercè, 2005).

Las estructuras meteorológicas generadas en y/o por las montañas van desde las grandes vaguadas casi estacionarias hasta las ondas de sotavento; el efecto Foehn, como interacción termodinámica del flujo con la orografía; las áreas lluviosas a barlovento, o sombras pluviométricas a sotavento, por el ascenso forzado a causa del relieve; los vientos de ladera y el sistema de brisas de valle y montaña, por el distinto calentamiento del aire en las laderas y en la atmósfera libre; etc. (Barry, 1981).

A modo de recordatorio se enumeran a continuación los principales sistemas montañosos de la Península Ibérica: Macizo Gallego, Cordillera Cantábrica, Pirineo, Sistema Central, Sistema Ibérico, Cordilleras Costeras Catalanas, Montes de Toledo-Guadalupe, Sierra Morena, Sistema Bético, Islas Baleares: Sierra de Tramontana e Islas Canarias: Teide (Tenerife), Roque de los Muchachos (La Palma), Pozo de las Nieves (Gran Canaria). En conjunto un 18% de la superficie del territorio español se encuentra por encima de los 1000 m y un 1% por encima de 2000 m (Pascual, 1982).

3. Deportes de montaña: Definición, clasificación e institucionalización.

Se entiende por deportes de montaña aquellas actividades deportivas que se desarrollan en ella y la necesitan precisamente para su caracterización. No existe una clara y única definición de este término lo que hace que algunas especialidades estén marginalmente incluidas. E.g., la bicicleta de todo terreno, el esquí alpino o el parapente quedan fuera a menudo de este grupo (FEDME, 2003), aunque que a efectos meteorológicos, pueden ser tratados en estudios de este tipo (Roldán, 1982; INM, 2004).

Una parte de los deportes de montaña se puede incluir dentro de los llamados deportes de aventura, término que hace referencia a aquellos que,

practicándose en la naturaleza, están normalmente organizados por empresas comerciales o guías de cara al gran público, con un riesgo bastante controlado (Zorrilla, 2000). El *rafting* es probablemente el ejemplo más claro de ellos.

El montañismo (ascensiones y travesías por montaña) es la expresión más genuina de este conjunto de actividades y probablemente el que más necesidad de información meteorológica tenga. Se presenta ahora un breve listado de deportes de montaña (Fig. 2):

1. Montañismo: Excursionismo, marcha con raquetas, barranquismo, escalada en roca, escalada en hielo, esquí de montaña, alpinismo.
2. Otros deportes que se practican en el entorno de las montañas: Bicicleta de todo terreno, esquí alpino, esquí nórdico, ala delta, parapente, canoa-kayak, *rafting*, etc.

La Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) y las federaciones autonómicas son las instituciones centralizadoras de la actividad montañera (en el sentido más restringido del término). A ellas están asociados la gran mayoría de clubes que incluyen total o parcialmente entre sus programas los deportes de montaña. El número de clubes federados era de 1126 en el año 2000 y el de personas federadas era 62141, el mayor desde 1985 (Moscoso, 2003). El número de socios a clubes federados es aun superior (solamente en Catalunya era de 57713 en el año 2004 (Faura, 2005)) y el número de practicantes no afiliados es muy difícil de cuantificar pero la cifra total podría rondar los 325000 (2000) según Moscoso, 2003. Por otro lado, el número de visitantes a los Parques Nacionales españoles, muchos situados en áreas de montaña, superaba el millón en el año 2003 (Roma, 2005) y aunque no todos ellos realizan deportes sí que una parte significativa aprovecha su visita para realizar alguna marcha o ascensión. E.g., a principios de los 80 unas 12000 personas pernoctaban en el refugio de Góriz (2200 m) o y alrededores, en el Parque Nacional de Ordesa, durante el verano.

No hay que olvidar finalmente que, dentro de este entramado, durante los últimos años se ha producido un incremento notable de empresas de turismo activo, una parte de ellas centradas en actividades en la montaña. E.g., en el 2000, 350 empresas ofertaban senderismo y 170 escalada (Moscoso, 2003).

4. Potenciales usuarios de la información meteorológica.

En primer lugar consideramos potenciales usuarios de información meteorológica aquellos practicantes,

aficionados o profesionales, que con mayor o menor asiduidad acuden a las áreas montañosas.

Los usuarios se pueden clasificar en función de varios parámetros, entre los que se pueden destacar: Nivel de formación (física, técnica y táctica), conocimiento del territorio, frecuencia en la práctica de la actividad, grado de especialización y experiencia. En general, cuanto mayor es el nivel del practicante más exigente es en cuanto a la información meteorológica que quiere tener. En este campo el desconocimiento lleva a menudo a la imprudencia y a la exposición a riesgos innecesarios.

El turismo de montaña introduce a menudo masiva e indiscriminadamente a muchas personas sin la preparación y el equipo adecuados que, al practicar actividades básicas como la marcha, constituyen un colectivo especialmente vulnerable a los riesgos meteorológicos. De hecho un alto porcentaje de accidentes se produce en la práctica de esta actividad. Un estudio realizado por la Federación Aragonesa de Montañismo (FAM) en la cima del Aneto (3404 m) durante dos días consecutivos del mes de agosto de 1999 mostró que un 19% de los encuestados (de un total de 243) llevaba pantalón corto y un 17% tenía una experiencia máxima de un año de actividad (El Mundo de los Pirineos, 2000).



Fig. 2. Cima del Matagalls (Montserrat) bajo frío invernal.

Por otro lado, la práctica de los deportes de montaña se apoya con frecuencia en la existencia de infraestructuras y servicios generales o específicos que también dependen, incluso en mayor grado, del factor tiempo meteorológico: refugios de montaña (284 en el año 2000 (Moscoso, 2003)) con su equipo de guardas, vías de comunicación y medios de transporte específicos (carreteras y pistas de montaña, trenes cremallera, teleféricos, etc), caminos señalizados y acondicionados, estaciones de esquí alpino y nórdico con sus instalaciones y trabajadores, instructores y guías de montaña, guardas forestales, equipos de rescate (con el helicóptero como herramienta de trabajo), cuidadores de caminos, cartógrafos especializados

en trabajo de campo, organizaciones de actividades masivas competitivas o no, etc. Incluso las pruebas de material y equipo deportivos se realizan en ocasiones en determinadas condiciones atmosféricas con el fin de determinar sus prestaciones.

El desarrollo de las actividades profesionales relacionadas en el párrafo anterior y otras similares requiere con frecuencia disponer de información meteorológica y climatológica lo más precisa y actualizada posible. Piénsese, e.g., en las dificultades de un rescate, la conducción de uno o varios clientes por terreno alpino (con las posibles incursiones en imprudencia temeraria) o el mantenimiento durante todo un invierno de las actividades de guardería de un refugio situado a más de 2000 m de altitud.

5. Generadores y proveedores de información meteorológica para el montañismo en España.

Actualmente los servicios meteorológicos e hidrológicos estatales no son los únicos generadores y proveedores de información meteorológica aunque siguen siendo en la mayoría de los casos los que disponen de mayores recursos humanos y materiales.

Después realizar un análisis detallado de lo que ofrecen los distintos generadores/proveedores meteorológicos se concluye que la información de montaña y/o para el montañismo representa un porcentaje pequeño del total. Se han analizado los organismos y empresas españolas y algún ente extranjero, como elemento de comparación.

Entre los organismos oficiales en España son el Instituto Nacional de Meteorología (INM), el Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) y el Servicio Meteorológico Vasco (Euskalmet) los únicos que elaboran boletines de predicción específicos para diversas áreas de montaña. Mientras que el INM lo hace para las 6 principales cordilleras o macizos españoles, el SMC lo hace para el Pirineo catalán, (8 zonas) y Euskalmet para 3 sectores montañosos de Euskal Herría. Estos servicios disponen además de redes de observación bastante densas. El SMC dispone de una red nivometeorológica automatizada (12 estaciones) además de observadores colaboradores especializados en nivología al igual que el CMT en Aragón, La Rioja y Navarra (INM).

Los Gobiernos de La Rioja, Valencia, Navarra y Galicia también disponen de departamentos propios u organismos vinculados que elaboran y/o presentan información meteorológica, incluyendo datos de redes propias de observación, pero no hacen referencia específica a la montaña (en el de La Rioja se da especial relevancia al pronóstico de nevadas en relación a la viabilidad invernal).

Entre las empresas que elaboran o difunden información de este tipo se debe destacar Barrabés. Aunque surgió como una tienda de material de montaña hace varias décadas en la población oscense de Benasque, se ha convertido hoy en una gran empresa que incluye varias grandes tiendas, un gran volumen de ventas por Internet, una editorial y una página web muy completa (nacida en 1996) y ampliamente visitada. Uno de sus puntos fuertes es la información meteorológica que suministra, gratis parcialmente. El servicio dado por Barrabés está elaborado por y para montañeros, lo cual implica el uso de un registro lingüístico bastante alejado del utilizado por los servicios oficiales.

La editorial Desnivel, fundada como sello en 1991 en Madrid, especializada en montaña y viajes, también dispone en su página web de un apartado dedicado a las condiciones del terreno en determinadas zonas españolas y francesas de especial interés alpinista, establecidas a partir de la información procedente de diferentes fuentes y un relato de la situación de los últimos días.

Tres de las principales empresas españolas generadoras y suministradoras de información meteorológica (Meteosim, SAM y Meteorológica) incluyen en sus catálogos de una manera más o menos explícita productos dirigidos especialmente al mundo empresarial del esquí alpino y nórdico, cuyo potencial económico es muy superior al del montañismo, aunque también se hace referencia a este campo. Las dos primeras, fundadas en 2003 y 1997 respectivamente, tienen sus sedes en Catalunya mientras que Meteorológica (1997) la tiene en Madrid. Los servicios que ofrecen son de pago.

Canalmeteo es un servicio de información meteorológica perteneciente a Vocento-Grupo de comunicación, gratuita en su web además de disponer de otros productos de pago. En este portal hay un apartado de tiempo para sistemas montañosos españoles y otro específico para nieve mediante el enlace a otro servicio de Vocento, canal-Esquí.

Por otro lado existen en España multitud de páginas webs personales o pertenecientes a asociaciones o entidades diversas que contienen información meteorológica o están diseñadas específicamente para ello. La mayoría son básicamente páginas de enlaces que presentan la información de una manera más o menos acertada. Meteonatura, Asturmet y Grup dels sis: Meteorologia i muntanya son algunas de las más completas en lo que se refiere a meteorología de montaña, aunque su presencia en la red no está totalmente garantizada.

En cuanto a los servicios meteorológicos oficiales de los países vecinos cabe destacar sin duda la información que presenta Météo France. Dispone en

su completísimo catálogo de un apartado específico de montaña. Concretamente el Pirineo está subdividido en dos zonas y cada una de ellas en varias subzonas. Dispone de una red de 6 estaciones nivológicas automáticas además de otras manuales y automáticas situadas en áreas de montaña. Sus productos son parcialmente gratuitos. Météo France dispone de centros especializados en montaña como el de Chamonix, situado fuera del área de estudio. El Gobierno de Andorra dispone de un servicio meteorológico propio pero la mayoría de sus productos son elaborados gracias a la colaboración con Météo France. El servicio meteorológico portugués no muestra ni en su catálogo, ni en su página web, información específica para montaña.

Algunas empresas extranjeras presentan información meteorológica de montaña para el ámbito español. Cabe destacar entre ellas a la francesa Meteo Consult y la británica Snow-forecast. Ambas son páginas muy completas, vistosas e interactivas y presentan su información ordenada y agrupada pensando en el usuario. Parte de sus productos son gratuitos y la información para las estaciones de esquí ocupa un lugar central en sus catálogos.

Tanto la FEDME como la mayoría de federaciones territoriales disponen de páginas web propias, de mayor o menor cuidado formal y de contenidos. De ellas tan solo la catalana, la andaluza, la vasca, la extremeña y la castellano-leonesa tienen un enlace directo a información meteorológica bien sea a la página del INM (andaluza, extremeña, castellano-leonesa), al servicio meteorológico autonómico (vasca) o a diferentes enlaces (SMC, INM, otros) (catalana). La FEDME, la gallega y la riojana conectan con información meteorológica a través del botón enlaces o similar. Las conexiones son normalmente al INM, al servicio meteorológico autonómico en su caso, a Météo France, a Barrabés y en varios casos a Meteonatura.

Un comentario aparte merecen las páginas de redes de observación (públicas o privadas) o webcams mostrando datos en tiempo real o históricos, con frecuencia de áreas de montaña y estaciones de esquí. Entre las públicas, los SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) de las diferentes cuencas hidrográficas españolas a menudo disponen de datos termopluviométricos en las montañas. Entre las particulares se encuentra Meteoclimatic (131 estaciones activas en el 2006). Destaca por su originalidad en este campo la red flowcapt consistente en 6 estaciones pirenaicas capaces de medir, entre otras variables, la nieve transportada por el viento. Estas estaciones están fabricadas por la empresa suiza IAV Engineering y han sido instaladas en España por el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) aunque pertenecen a diferentes organismos o empresas.

6. Contenidos, formatos y canales de difusión de los productos disponibles.

La información meteorológica de montaña contiene habitualmente observaciones y/o predicciones de las siguientes variables:

Comunes a boletines de predicción general:

- Estado del cielo
- Precipitaciones o tormentas
- Viento en superficie
- Temperaturas máximas y mínimas
- Cota de nieve (límite lluvia-nevada)

Específicas:

- Nieve acumulada en varios periodos
- Viento en diferentes cotas (1500 m, 2000 m, 3000 m, 4000 m)
- Temperaturas en diferentes altitudes (2000 m,...)
- Índice de sensación de frío (*windchill*)
- Altitud de las isotermas de 10 °C, 0°C (isocero) y -10°C
- Cota de nieve

La altura prevista de la cota de nieve se incluye normalmente en los boletines generales cuando se sitúa por debajo de un determinado nivel, e.g., 2000 m. También debe tenerse en cuenta que una nevada no implica necesariamente la acumulación de nieve en el suelo.

Están ausentes algunos hidrometeoros como la lluvia engelante, el granizo (Fig. 3) o combinaciones de viento y nevada (ventisca) y nieve levantada por el viento (*torb* en el Pirineo catalán; uno de los fenómenos más mortíferos en la alta montaña invernal (Pascual, 2001)). También se echa en falta en general en los textos, expresiones que hagan referencia a fenómenos específicos de montaña o frecuentes en esta como Föhn, brisas de valle/montaña, bloqueos, inversiones térmicas, nieblas de montaña, *flash floods*, ondas de montaña, y pronósticos del índice UV en zonas elevadas y/o nevadas.

Los formatos son muy heterogéneos yendo desde los boletines de texto hasta los mapas interactivos en relieve mostrando en algunos casos la evolución temporal del tiempo significativo. Las tablas con simbología meteorológica más o menos estándar se utilizan habitualmente para la información asociada a zonas muy concretas o puntos como estaciones de esquí o localidades. Los productos de teledetección y las salidas gráficas de los modelos numéricos también se muestran en las páginas web o se distribuyen como productos de pago.



Fig. 3. Chubasco intenso de granizo en el Prepirineo oscense.

Los apartados dedicados a formación, galerías fotográficas y foros también están presentes en aquellas páginas específicamente dirigidas a los montañeros como las de Barrabés, Desnivel o las personales. El objetivo en estos casos es doble: formar y concienciar por parte del responsable de la página y recabar información a partir de las aportaciones de los montañeros. De hecho las condiciones de tiempo pasado y presente en las zonas montañosas son a menudo mal conocidas por los servicios meteorológicos oficiales, especialmente si no disponen de redes de observación específicas de montaña. En algunos estudios (Gillet-Chaulet et Viel, 2004), se ha utilizado sistemáticamente información recabada por guardas de refugio para verificar predicciones.

En cuanto a los medios de difusión, éstos se han diversificado casi al mismo ritmo que las nuevas tecnologías aunque en este sentido no todos los organismos y empresas se han adaptado con la misma rapidez. De la clásica difusión a partir de los medios de comunicación de masas, los contestadores telefónicos y los envíos por fax se ha pasado a la información contenida en las páginas web, los boletines y alertas enviados por correo electrónico, los SMS a teléfono móvil o a PDA, WAP, teletexto o televisión interactiva. Los servicios a móviles u otros dispositivos de mano, aunque limitados en algunos sentidos, permiten a muchos usuarios la consulta de información meteorológica desde lugares relativamente remotos.

La información en papel está disponible en algunos puntos (pocos) neurálgicos como refugios de montaña, oficinas de turismo, estaciones de esquí o centros de recepción y acogida en espacios naturales protegidos, pero no siempre está actualizada.

7. Información nivológica.

En la actualidad los dos únicos organismos que elaboran y distribuyen operativamente boletines nivológicos y de riesgo de aludes son el INM a través de su centro en Zaragoza y el SMC. El ámbito

competencial del primero es el Pirineo Navarro y Aragonés y el segundo se limita al Pirineo Catalán. El boletín elaborado en Aragón distingue dos zonas: Pirineo Navarro y Pirineo Aragonés. Dentro de este considera 4 macizos, que se corresponden aproximadamente con las comarcas pirenaicas, aunque pueden agruparse si no hay diferencias substanciales entre ellos. Si el riesgo de previsto u observado aludes es de nivel 5 en la escala europea se debe abrir un aviso de fenómeno adverso.

El boletín elaborado por el SMC distingue 7 zonas. El SMC también muestra un mapa de espesores de nieve, total y reciente, en tres intervalos altitudinales que empiezan en 1500 m.

Inicialmente la información nivológica elaborada en Catalunya provenía del ICC, pero actualmente el grupo de aludes de este organismo autónomo de la Generalitat de Catalunya realiza tareas de estudio, divulgación y predicción espacial, es decir, la cartografía de zonas de riesgo.

También un grupo de aludes en la Universitat de Barcelona (UB) realiza investigación en este campo. La cartografía de zonas de riesgo ha sido elaborada parcialmente en Aragón por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

8. Vinculación entre los diferentes tipos de actividades y el factor tiempo/clima.

Los diferentes deportes de montaña listados anteriormente y sus variantes son sensibles en diferente grado a las condiciones meteorológicas pasadas, presentes y futuras. En este apartado se va a presentar un resumen de esta vinculación. Antes de describir las influencias del tiempo en función de la especialidad deportiva es conveniente considerar los siguientes aspectos:

Climatología: El conocimiento de la climatología de una determinada cordillera o macizo montañoso es una herramienta a menudo fundamental para programar actividades adecuadas en épocas adecuadas. No solo se deben considerar los valores medios de las variables climatológicas en la zona sino los fenómenos más frecuentes. Complementariamente el conocimiento de la climatología es indispensable para la ubicación, el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructuras de apoyo al montañismo, como los refugios de montaña.

Tiempo pasado: Las condiciones meteorológicas registradas durante las últimas horas, días, semanas e incluso meses pueden modificar substancialmente las condiciones del terreno, especialmente en la alta montaña, donde son a menudo extremas. La

evolución estacional del manto nivoso, las dinámicas glaciaria y periglaciaria y el resto de procesos de destrucción de vertientes son algunos de los factores que afectan a la alta montaña, directamente ligados a las condiciones meteorológicas. Las crónicas de actividades realizadas por otros montañeros (normalmente disponibles en Internet) son a menudo de gran utilidad en este campo. E.g., las escaladas a algunas cascadas de hielo de difícil formación se concentran a menudo durante unos pocos días de la temporada invernal, después de que unos primeros escaladores hayan comunicado las óptimas condiciones en algún foro.

Tiempo presente: Condiciona de forma evidente el tipo de actividad realizable, no solamente por el impacto directo sobre el montañero sino también por las modificaciones en las condiciones del terreno: mojándose, cubriéndose de nieve, helándose, agrietándose, etc. Los datos en tiempo real o casi real, las webcams o las crónicas en directo desde puntos de interés son útiles para conocer el tiempo en una zona y momento determinado.

Tiempo futuro (predicción): Las supuestas condiciones que se registrarán en la montaña en las próximas horas, días, semanas o meses es un dato fundamental a considerar al planificar una actividad deportiva, tanto más cuanto más difícil, comprometida o compleja sea. Según la proyección temporal, duración de la actividad prevista y situación de la que se parte se deberán usar los productos de predicción inmediata, a corto, medio, largo plazo o incluso la predicción estacional.

Aunque es un caso algo extremo el ejemplo de una expedición al Himalaya es ilustrativo: 1) Se programa realizar la expedición con un año de antelación y se decide la época según la localización precisa del macizo y su climatología. 2) Meses antes, a nivel orientativo, puede ser útil el seguimiento del ciclo monzónico mediante la predicción estacional. 3) Semanas antes, y en función de la estrategia de la expedición y de los pronósticos a largo plazo disponibles se pueden proponer algunas fechas para “hacer” cumbre. 4) Desde el campamento base se rectifica la fecha inicialmente prevista si las condiciones meteorológicas a 3-5 días vista así lo sugieren (Actualmente las nuevas tecnologías ya permiten realizar consultas de este tipo desde lugares relativamente remotos). 5) Desde un campo en altitud se decide el ataque a la cumbre con un día de antelación o incluso el mismo día si, tras conexión por radio con el campo base, parece que el tiempo va a acompañar.

Respecto a las actividades realizadas en el ámbito español o próximo son probablemente los pronósticos de corto y medio plazo (hasta D+5) los

que tienen potencialmente un mayor número de consultas ya que la toma de decisiones se lleva a cabo en periodos temporales que en la mayoría de los casos no superan una semana. La consulta del pronóstico inmediato o a muy corto plazo a menudo se realiza desde la propia montaña (cuando es posible), siendo en este punto cuando la pericia en la observación, diagnóstico y predicción inmediata adquirida por el montañero a partir de una formación adecuada y la experiencia, supone un valor añadido fundamental en la toma de decisiones.

La organización de actividades masivas en las que los cambios en el programa son complejos y costosos y los rescates, son ejemplos de actividades muy ligadas al montañismo, altamente sensibles a las condiciones meteorológicas. Requieren unos pronósticos a corto o muy corto plazo lo más ajustados posible tanto espacial como temporalmente, además de que describan las condiciones previstas con la mayor exactitud.

Se resume ahora la influencia que tiene el tiempo atmosférico sobre las principales especialidades del montañismo, ordenadas según el grado de complejidad de la actividad y la sensibilidad a las condiciones meteorológicas. Otros deportes de montaña como el esquí alpino, el parapente o la espeleología también son sensibles al tiempo atmosférico (INM, 2004) pero por razones de espacio no se incluyen en esta relación.

- Excursionismo (marcha a pie): Es la actividad que requiere menores conocimientos técnicos y tácticos y menor preparación física y psíquica, a excepción de las largas travesías. Es entre moderada y notablemente sensible a las condiciones meteorológicas (INM, 2004) ya que normalmente se puede renunciar a la actividad o escoger un itinerario alternativo más corto, fácil o seguro. Aunque el tipo de terreno en el que se desarrolla no implica normalmente especiales dificultades técnicas en la progresión, los cambios en las condiciones del terreno debido a las condiciones meteorológicas pueden dificultar bastante la marcha especialmente para los practicantes menos experimentados. Los elementos meteorológicos que pueden presentar más riesgos son la niebla (dificultades en la orientación) (Fig. 4), las tormentas y las bajadas de temperaturas bruscas.

El excursionismo invernal con o sin raquetas añade a lo dicho anteriormente el riesgo de aludes y las dificultades técnicas en la progresión, que se incrementan notablemente, e.g., bajo una bajada brusca de las temperaturas y la transformación de la nieve húmeda en nieve helada e incluso hielo.

- Bicicleta todo terreno: Tiene unas características bastante similares a las del excursionismo pero incluye lógicamente unos conocimientos técnicos y tácticos específicos. Es moderadamente sensible a las condiciones meteorológicas siendo las tormentas y las nevadas dos de los elementos de mayor riesgo para su práctica (INM, 2004).
- Barranquismo: Comparte también muchas características con el excursionismo, sin embargo, es una actividad mucho más técnica que requiere un buen conocimiento del medio específico en el que se desarrolla. Es moderadamente sensible a las condiciones meteorológicas siendo las lluvias intensas y/o copiosas, presentes y pasadas, y las subidas (por fusión de nieves) o bajadas bruscas de las temperaturas los elementos meteorológicos de mayor riesgo. Además las escapatorias o retornos son a menudo imposibles.
- Escalada en roca: Se desarrolla con frecuencia en lugares no excesivamente alejados de la civilización pero sobre elementos orográficos de mayor o menor tamaño en los que predomina la verticalidad. Se trata de una actividad altamente técnica que requiere una buena preparación física y psicológica. Es moderadamente sensible a las condiciones meteorológicas, ya que a menudo no se realizan escaladas de larga duración y es posible renunciar a ellas, aunque con el uso de complejas técnicas de descenso. Los principales elementos de riesgo son la lluvia (roca mojada) y las tormentas.
- Escalada en hielo: Sus características son muy similares a las de la escalada en roca, siendo por las mismas razones moderadamente sensible a las condiciones meteorológicas. Ahora bien, al desarrollarse sobre hielo, la calidad y cantidad de éste, muy ligado a la temperatura y humedad presentes y pasadas, serán unos factores de seguridad a tener muy en cuenta.
- Esquí de montaña: Esta actividad se desarrolla en nuestro país en un entorno de alta montaña durante el invierno y la primavera. Requiere unos conocimientos técnicos y del medio elevados, al igual que una buena forma física. Es una actividad notablemente sensible a las condiciones meteorológicas (INM, 2004) ya que, aunque también es relativamente sencillo renunciar a la actividad o cambiar de itinerario, el mal tiempo puede dificultar mucho la progresión, ya de por sí menos intuitiva que la marcha a pie, tanto en el ascenso como en el descenso. La estabilidad del manto nivoso también es muy sensible a las condiciones

meteorológicas, incrementándose el riesgo de aludes bajo determinadas situaciones.

- **Alpinismo:** Es la modalidad de montañismo más completa y compleja. Requiere unos buenos conocimientos técnicos y tácticos y una preparación física y psicológica óptimas, especialmente si se plantean objetivos de gran envergadura. El contexto es habitualmente difícil y remoto, en el ámbito de la alta montaña. Es muy sensible a las condiciones meteorológicas ya que las escapatorias en caso de mal tiempo a menudo no son posibles y el cambio en las condiciones del terreno (nieve, hielo y roca) dificultan aun más la progresión, ya de por sí difícil. Todos los fenómenos meteorológicos comunes pueden implicar situaciones de riesgo y por tanto hay que limitarse a realizar esta actividad con pronósticos de “buen tiempo”.

Se presentan ahora los posibles impactos (directos sobre el montañero o indirectos, sobre el medio) ligados a la meteorología. Un interesante resumen de estos se puede encontrar en George, 1993.

- **Tormentas**

Directos: rayos, chubascos intensos, granizo, nevadas imprevistas, bajada brusca de las temperaturas, vientos muy fuertes. Indirectos: Cambios en las condiciones del terreno, caída de piedras, incendios forestales, crecidas e inundaciones.

- **Nevadas intensas o copiosas**

Directos: Precipitaciones intensas y/o persistentes, a veces con tormenta (primavera), reducción de la visibilidad, ventisca, temperaturas diurnas bajas. Indirectos: Cambios en las condiciones del terreno, pérdida de caminos o trazas, cierre de accesos, inestabilización del manto nivoso.

- **Vientos fuertes**

Directos: Pérdida de estabilidad, impacto de objetos, aumento de la sensación de frío. Indirectos: caída de piedras, nieve levantada por el viento (reducción de la visibilidad, transporte masivo de nieve), propagación rápida de incendios forestales, efectos en tiendas de campaña, igloos, etc.

- **Temperaturas muy bajas**

Directos: Congelaciones, hipotermia. Indirectos: Cambios en las condiciones del terreno, falta de agua líquida.

- **Temperaturas muy altas**

Directos: Insolaciones, golpes de calor, deshidratación. Indirectos: caída de piedras, incendios forestales, inestabilización del manto nivoso.

9. Formación meteorológica para potenciales usuarios.

En los apartados anteriores se ha hecho referencia a la elaboración y difusión de información meteorológica de montaña. En este se presentan brevemente algunos aspectos relacionados con la formación en esta materia dentro del colectivo de montañeros.



Fig. 4. Nieblas de valle y cúmulos orográficos. Pirineo Central.

Dejando a parte la enseñanza que se esté realizando en el ámbito universitario (normalmente incluida de manera marginal en asignaturas de la licenciatura de geografía), los entornos en los que se realiza esta formación son habitualmente los siguientes:

- Cursos de formación de deportistas impartidos por escuelas federativas y clubes o secciones de montañismo.
- Cursos de formación de Técnicos Deportivos de Montaña y Escalada (Enseñanza de Régimen Especial) impartidos por Institutos de Educación Secundaria o Escuelas acreditadas.
- Asociaciones de meteorología. E.g., la Associació Catalana d'Observadors Meteorològics (ACOM) ha impartido en alguna ocasión cursillos de este estilo.
- Se debe mencionar explícitamente el Curso de Meteorología de Montaña, dirigido tanto a montañeros como a aficionados a la meteorología, que organiza el Observatori Meteorològic de Sort (Lleida) conjuntamente en la actualidad con Barrabés. Se han realizado ya 20 ediciones de este curso al cual acuden alumnos de toda España.

- También se imparten en la actualidad cursos de nivología y aludes, que incluyen además nociones de meteorología de montaña. Además de los dos primeros grupos listados encima, Barrabés organiza cursos sobre esta materia.
- Finalmente, se debe señalar que se han venido celebrando en España durante las últimas décadas algunas jornadas o congresos en los que se han tratado cuestiones relacionadas con estas materias, aunque normalmente han ido dirigidos a profesionales de la meteorología, nivología, riesgos naturales o del sector servicios. Sus objetivos no son directamente formativos aunque sí divulgativos.

El VII Coloquio de Geografía (Pamplona, 1981), organizado por Asociación de Geógrafos Españoles, versó sobre meteorología y clima de montaña pero no trató la cuestión de las actividades realizadas en su entorno. Fue en el I Simposio Nacional de Meteorología de Alta Montaña, organizado por la Asociación Meteorológica Española, en 1982, en que se empezaron a tratar dichos temas ampliamente. Este simposio no ha tenido continuidad directa pero han surgido otras iniciativas como las Jornades Tècniques de Neu i Allaus, organizadas por la Generalitat de Catalunya, la UB y la Associació Catalana d'Estacions d'Esquí i Activitats de Muntanya, cuya segunda edición se celebrará en junio de 2006, o las organizadas por la Associació Catalana de Meteorologia: VII Jornades de Meteorologia Eduard Fontseré (2001), que incluyeron ponencias sobre meteorología de montaña, VIII Jornades de Meteorologia Eduard Fontseré (2002), con el título Meteorologia d'Alta Muntanya y el seminario Precipitació a Alta Muntanya i Nivometeorologia (2003). Las actividades organizadas por la ACAM han tenido un enfoque más atractivo para los montañeros.

En general, la formación que tienen los profesionales y aficionados al montañismo es muy heterogénea y se basa en una voluntad personal de aprendizaje más que en una estrategia clara por parte de las instituciones implicadas para la reducción de la siniestralidad asociada al factor tiempo/clima.

10. Reseña bibliográfica.

En la bibliografía española no existen obras técnicas (a excepción de algunas tesis doctorales) cuya temática principal sea la meteorología de montaña, la nivología o los aludes, aunque sí un buen número de artículos en revistas especializadas, informes o contribuciones a congresos. También se debe señalar que muchas obras generales de meteorología o climatología incluyen de manera algo marginal capítulos relacionados con estas materias. Entre las escasas excepciones se debe destacar por su especial

enfoque la tesis doctoral de J. M. Cuadrat, *El clima del Pirineo Central. Ensayo de aplicación al turismo de montaña*, publicada en forma resumida por la Universidad de Zaragoza en 1983.

En cuanto a las obras de divulgación, normalmente dirigidas al colectivo de montañeros, su número, aunque sigue siendo reducido, se ha incrementado durante los últimos años, publicándose la práctica totalidad a partir de la década de los 90.

En 1962, el Centre Excursionista de Catalunya publicó *Meteorología de l'excursionista: epítome dels coneixements indispensables*, del meteorólogo catalán Eduard Fontseré. Esta obra, pionera en su enfoque, respondía a la gran afición montañera que siempre ha existido en Catalunya desde mediados del siglo XIX.

La nueva era de publicaciones de esta temática se inició en 1992 cuando se publicó la *Guía meteorológica del montañero: Manual elemental de predicción* (Madrid: Acción Divulgativa, D. L.) del Dr. Antonio Naya. Ese mismo año Pere Rodés publica *Aludes* (Madrid: Ergon), también pionera en su género en España. En 1996 las editoriales Sua de Bilbao y Desnivel de Madrid publican conjuntamente la traducción *Avalanchas*, de los americanos McClung y Schaerer. Esta es seguramente la mejor obra de esta temática traducida al español y algo más que una obra de divulgación para montañeros. En 1998 la editorial Martínez Roca, de Barcelona, publica la traducción *La meteorología de montaña* de J. Thillet, meteorólogo de Météo France y miembro del CAF. La mejor obra publicada en español de meteorología de montaña. En el ámbito catalán J. Sacasas publica un libro de formato reducido titulado *Meteorologia del Pirineu català*. (1999) de Publicacions de l'Abadia de Montserrat. Desnivel continúa la línea de publicaciones de esta temática con las obras de J. Colorado *Meteorología. Cómo prever el tiempo en montaña* (2002) y *Tormentas en montaña* (2004). También en 2002 la traducción *Avalancha!: evalúa y reduce los riesgos*. de R. Bolognesi. El INM ha publicado a su vez un par de obras divulgativas de formato reducido: En el 2004 (conjuntamente con la FEDME) el manual con formato de folleto *La Guía de Montaña*, traducción-adaptación de una publicación de Météo France y en el 2005, *Clima y meteorología de las montañas*, publicada por la madrileña andarines.com de R. Pascual y J. R. Mercè, meteorólogos del INM en Cataluña. Finalmente, la editorial Alpina de Granollers (Barcelona) tiene previsto publicar durante el 2006 una obra de C. García y F. Vilar: *La Montaña. Manual de Meteorología*.

Por otro lado, en la mayoría de los libros dedicados a la temática general de seguridad en montaña o

manuales de formación se incluyen apartados de meteorología de montaña o nivología. Uno de los más completos es la traducción *Seguridad y riesgo. Análisis y prevención de accidentes de escalada*, del alemán P. Schubert, publicado por Desnivel en el 1996. Incluye multitud de ejemplos de accidentes relacionados con las condiciones meteorológicas.

11. Reflexión final y posibles escenarios futuros.

Hay muchos tipos de potenciales usuarios de información nivometeorológica de montaña pero la mayoría tienen unas características comunes: un buen conocimiento del medio, una gran dependencia del tiempo meteorológico y, en consecuencia, una elevada exigencia en la calidad de los productos disponibles.

Hay, sin embargo, un grupo concreto, voluminoso en cuanto a miembros, para el cual es necesaria una fase formativa en meteorología de montaña para el correcto uso del boletín: Es el turista o profesional ocasional, desconocedor del medio y por tanto más vulnerable a los riesgos propios de este.

La exigencia en la calidad de los productos implica que mientras una desconfianza en ellos lleva a un progresivo desuso de los mismos, la confianza surgida de una buena valoración (especialmente de las predicciones) convierte a los usuarios en fieles clientes. Se deben señalar aquí los efectos perniciosos de un pronóstico incorrecto o poco preciso: Una infravaloración del “mal tiempo” puede poner en grave riesgo a los practicantes de las modalidades más comprometidas pero al mismo tiempo una sobrevaloración del mismo puede implicar la renuncia a iniciar la actividad e indirectamente la cancelación de reservas en campings y refugios, hecho que disgustará a sus guardas (Gillet-Chaulet et Viel, 2004).

Es fundamental que la información contenida en los boletines sea útil para el desarrollo de las actividades profesionales o lúdicas que se llevan a cabo en las áreas montañosas, con el fin de que se realicen con la mayor seguridad, confort y eficiencia. Sus principales objetivos deberían ser por tanto:

- ❖ Proporcionar los valores pasados y presentes de aquellas variables atmosféricas y nivológicas, que son relevantes en el desarrollo de las diferentes actividades.
- ❖ Proporcionar estos datos para aquellas áreas consideradas geomorfológica, climática y socialmente bien individualizadas con el fin de que aparezcan reflejados en el boletín los diferentes tiempos observados y no haya una excesiva homogeneización espacial de éstos.
- ❖ Proporcionar unos pronósticos meteorológicos que incluyan aquellas variables relevantes,

teniendo en cuenta los aspectos relacionados específicamente con la meteorología de montaña, que implican habitualmente tipos de tiempo extremos y variables.

- ❖ Proporcionar unos pronósticos meteorológicos a escala espacial suficientemente pequeña que permita al usuario una consulta rápida de la predicción para la zona de interés para él.
- ❖ Difundir estos boletines de observación-predicción de la manera más rápida y extensa posible entre los diferentes colectivos de usuarios mediante los canales más adecuados a las especiales circunstancias de su uso.

Referencias

- Albentosa, L. (1991). “Climas de montaña”. *El clima y las aguas*. Madrid: Síntesis.
- Barry, R.G. (1981). *Mountain weather and climate*. New York: Methuen.
- El Mundo de los Pirineos (2000). **14**.
- Faura, E. (2004). Centres Excursionistes. *Vèrtex*, **200**, 10-14.
- FEDME (2003). Estatutos. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- George, D. J. (1993). Weather and mountain activities. *Weather*, **48** (12), 404-410.
- Gillet-Chaulet, B. et C. Viel (2004). Prévoir les orages sur les Pyrénées en été: contrôle des prévisions de Météo-France. *La Météorologie*, **46**, 37-43.
- INM (2004). *La Guía de Montaña*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Martí, A. (1982). Demanda meteorológica del montañismo y escalada. *Geographicalia*, **13-14-15-16**, 79-87. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. CSIC.
- Moscoso, D. (2003). *La montaña y el hombre en los albores del siglo XXI*. Cuarte: Barrabés.
- Pascual, R. (1982). Aspectos meteorológicos en la conservación y uso de los parques nacionales. *Geographicalia*, **13-14-15-16**, 125-133. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. CSIC.
- Pascual, R. (2001). La situación meteorológica del 30 de diciembre de 2000 en el Pirineo oriental: entrada brusca de vientos fuertes. V Simposio Nacional de Predicción. I.N.M. Madrid.20-23- Noviembre-2001.
- Pascual, R. y J. R. Mercè (2005). *Clima y meteorología de las montañas*. Madrid: Andarines.com.
- Roldán, E. (1982). La meteorología en la seguridad y desarrollo de los deportes de invierno. *Geographicalia*, **13-14-15-16**, 75-77. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. CSIC.
- Roma, F. (2004). La nova imatge de la muntanya. *Vèrtex*, **200**, 17-20.
- Zorrilla, J. J. (2000). *Enciclopedia de la montaña*. Madrid: Desnivel.