



## Cambio Climático y turismo de montaña en el Pirineo aragonés

**Autor:** María Gilaberte Búrdalo

**Institución:** Universidad San Jorge

**Otros autores:** M<sup>a</sup> Rosa Pino Otín (Universidad de San Jorge); Fernando López Martín (Centro de Información Ambiental de Aragón); Esther Roldán García (Universidad de San Jorge)

## Resumen

El cambio climático y sus efectos adversos están siendo unos de los hechos más preocupantes para toda la humanidad dada su naturaleza global. A pesar de las incertidumbres que todavía existen acerca de su magnitud, su evolución cronológica y sus condicionantes regionales, sus efectos negativos sobre el territorio y los ecosistemas son ya un hecho mensurable. Estas consecuencias negativas que el cambio climático tiene sobre el planeta no se reducen solo a aquellos efectos directos como pueden ser el aumento medio de las temperaturas, sino que estos se traducen en afecciones a las actividades socioeconómicas. Tanto es así, que en los últimos años el cambio climático ha emergido en la escena internacional como un campo de preocupación para el sector turístico entre otros. El clima aparece en muchos casos como el recurso principal en torno al cual se generan multitud de actividades turísticas. Sin embargo, la variabilidad del mismo traducida en aumento de las temperaturas, menor disponibilidad hídrica, así como menor innivación en épocas invernales puede desequilibrar los recursos turísticos que más estrechamente se relacionan con el clima. Las áreas de montaña son extremadamente vulnerables al cambio climático. Hoy los efectos sobre el turismo de nieve son mucho más evidentes que en otro tipo de turismo como puede ser el de sol y playa y más complejas sus medidas de adaptación. Diversos estudios han evidenciado el aumento de las temperaturas en estas áreas, el menor espesor de la capa de nieve y la mayor irregularidad temporal y territorial de la innivación. Un efecto mesurable es la reducción de los glaciares europeos que según un estudio de la ONU, han perdido un 25% de su superficie en 30 años. Es destacada la importancia que las actividades turísticas de montaña tienen en la región pirenaica aragonesa. Un ejemplo claro es el impacto socioeconómico que el sector de la nieve produce en la región actuando como dinamizador y motor del territorio, incrementando las rentas y generando empleo. Sin embargo, es también uno de los sectores turísticos más vulnerables al cambio climático, debido a la necesidad de unas condiciones específicas que permitan la práctica de este deporte y que en los últimos años y cada vez en mayor medida se ha visto en una situación vulnerable debido al aumento de las temperaturas medias invernales. Dentro de esta problemática se enmarca el presente proyecto que estudia los impactos que el cambio climático produce en las actividades turísticas de montaña en el Pirineo aragonés. Haciendo especial hincapié en las actividades relacionadas con el turismo de naturaleza y con el turismo invernal. Se pretende de este modo poder realizar unas propuestas y modelos de gestión que avoquen hacia la mitigación de los efectos negativos y la adaptación del sector turístico de montaña ante este nuevo desafío del cambio climático.

**Palabras claves:** Cambio climático; montaña; turismo de naturaleza; deportes de invierno; medidas de adaptación; desarrollo local.

## Introducción

El cambio climático y sus efectos adversos están siendo unos de los hechos más preocupantes para toda la humanidad dada su naturaleza global. A pesar de las incertidumbres que todavía existen acerca de su magnitud, su evolución cronológica y sus condicionantes regionales, sus efectos negativos sobre el territorio y los ecosistemas son ya un hecho mensurable. Estas consecuencias negativas que el cambio climático tiene sobre el planeta no se reducen solo a aquellos efectos directos como pueden ser el aumento medio de las temperaturas, sino que estos se traducen en afecciones a las actividades socioeconómicas. Tanto es así, que en los últimos años el cambio climático ha emergido en la escena internacional como un campo de preocupación para el sector turístico entre otros.

El clima aparece en muchos casos como el recurso principal en torno al cual se generan multitud de actividades turísticas. Sin embargo, la variabilidad del mismo traducida en aumento de las temperaturas, menor disponibilidad hídrica, así como menor innivación en épocas invernales puede desequilibrar los recursos turísticos que más estrechamente se relacionan con el clima.

Las regiones de montaña se configuran como uno de los ecosistemas más frágiles del mundo y a la vez uno de los más atractivos por sus paisajes y biodiversidad. En los últimos 25 años se ha producido un fuerte desarrollo del turismo de montaña convirtiéndose en un sector muy importante para las comunidades locales, que en muchos casos basan su economía en el turismo. Sin embargo los efectos del cambio climático sobre el turismo de nieve son mucho más evidentes que en otro tipo de turismo como puede ser el de sol y playa y más complejas sus medidas de adaptación. Diversos estudios han evidenciado el aumento de las temperaturas en estas áreas, el menor espesor de la cubierta de nieve y la mayor irregularidad temporal y territorial de la innivación. Un ejemplo es la reducción de los glaciares europeos que según un estudio de la ONU, han perdido un 25% de su superficie en 30 años.

La preocupación por la conservación de los ecosistemas de montaña aparece reflejada oficialmente por primera vez en el capítulo 13 de la agenda 21 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo del año 1992, en ella se pone de manifiesto la notoria disminución de la calidad de los ecosistemas de la mayoría de las montañas del mundo.

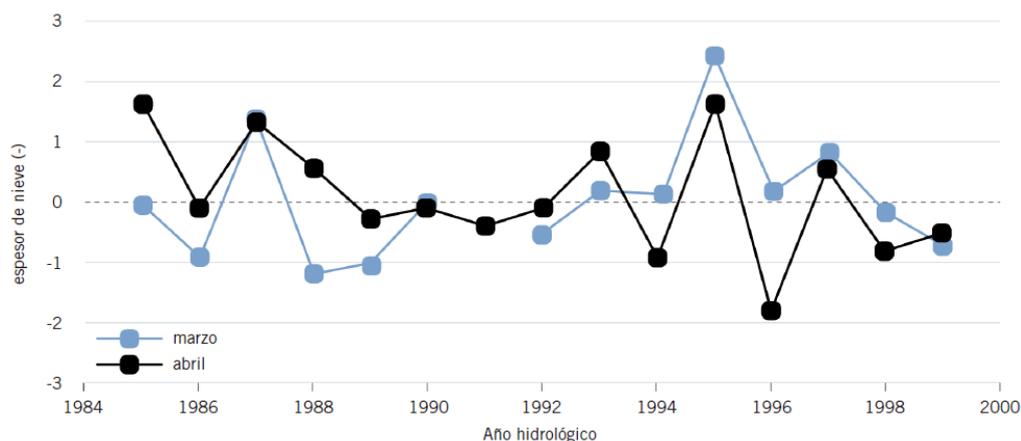
Otro hito importante es la declaración en 2002 del año internacional de las montañas por la Organización de las Naciones Unidas, que tiene como objetivo principal el desarrollo de políticas que aseguren el bienestar de las comunidades de montaña, mediante la promoción y el desarrollo sostenible de los ecosistemas montañosos.

Más recientemente la Organización Mundial del Turismo convocó en 2003 la primera Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo, haciendo hincapié en la relación entre ambos dada la importancia económica que está teniendo este sector de actividad en numerosos países. Del mismo modo la declaración de Davos extraída de la II Conferencia Internacional de Cambio Climático y Turismo de 2007, insta a la realización de investigaciones multidisciplinarias sobre los efectos del cambio climático. El objetivo principal es colmar las lagunas regionales del conocimiento actual, así como el desarrollo de herramientas de evaluación de los riesgos existentes.

En cuanto a actividad turística se refiere, Aragón se configura como un destino heterogéneo, en el que las propias características del medio y de los recursos que alberga posibilitan el desarrollo de gran variedad de actividades turísticas. De entre ellas, destacan las de turismo deportivo; estaciones de esquí y deportes de aventura y naturaleza. Un ejemplo claro es el impacto socioeconómico que el sector de la nieve produce en la región actuando como dinamizador y motor del territorio, incrementando las rentas y generando empleo. Sin embargo, es también uno de los sectores turísticos más vulnerables al cambio climático, debido a la necesidad de unas condiciones específicas que permitan la práctica de este deporte. En los últimos años y cada vez en mayor medida se ha visto en una situación vulnerable debido al aumento de las temperaturas medias invernales del Pirineo.

El turismo de nieve en Aragón se ha convertido en un referente nacional y atrae a más de un millón y medio de turistas al año, que suponen el 25% de toda España. En el 2008 concentró al 33% de todos los turistas de Aragón y el 39% de las pernoctaciones realizadas en la comunidad (estudios CAI). Estos datos de afluencia del turismo de nieve presentan fluctuaciones de unos años a otros, por resultar la demanda extremadamente dependiente del espesor y duración del manto de nieve y, por lo tanto, de las condiciones meteorológicas.

Por tanto el Pirineo aragonés no es ajeno al cambio del clima. En el estudio de la evolución de la nieve en el Pirineo llevado a cabo en el Atlas Climático de Aragón se observa la tendencia negativa de acumulación de nieve en los meses de marzo y abril en las últimas décadas, sobre todo a partir de 1978. Esta menor acumulación de nieve en el reciente periodo es debida a una disminución de la precipitación invernal y del aumento del número de días anticiclónicos (López et al, 2007).



Fuente: Atlas Climático de Aragón (2007)

Las temperaturas a su vez presentan tendencias crecientes entre 1950-2000 con incremento de entre + 0,5°C y + 1°C. Los meses en los cuales el aumento de las temperaturas con más acusadas son los invernales (diciembre, enero y febrero) y los estivales (junio, julio, agosto). En algunas zonas del Pirineo occidental este aumento supera los 0,35°C por década (López et al, 2007).

En los escenarios regionales de cambio climático realizados para Aragón en intervalos de 30 años hasta el 2100 se prevé un aumento generalizado de temperaturas medias y mínimas así como reducción de las precipitaciones (estudio sobre la nieve en Aragón, 2009) lo que viene a confirmar las tendencias observadas en los últimos años. Esto supondría claramente una amenaza para la actividad turística del esquí, que vería acortada la temporada por insuficiencia del manto nival con los consiguientes perjuicios socioeconómicos en el territorio.

La previsión para los próximos años es que las estaciones de esquí de cotas más bajas presenten dificultades para mantener completamente la actividad y cierren tratando de rentabilizar aquellas estaciones en cotas más altas. Aunque en muchos casos se utiliza la innivación artificial esta presenta del mismo modo conflictos económicos y de sostenibilidad medioambiental (Prats, 2008).

A pesar de ello los impactos sobre los sistemas socioeconómicos no han sido todavía suficientemente analizados y los estudios existentes son muy recientes. Es por ello, que no es necesario remontarse más de 20 años atrás, para encontrar los primeros estudios sobre la cuestión, focalizados en su mayor parte en la influencia del cambio climático en el turismo estival a nivel internacional, el más masificado. Sin embargo, otro tipo de turismo no menos sutil a los cambios climáticos como es el turismo de montaña, ha ido cobrando importancia dentro de este campo de investigación en los últimos años, especialmente en aquellas zonas donde los recursos naturales tienen destacado atractivo turístico.

En el presente documento se lleva a cabo un trabajo de revisión de los principales documentos científicos existentes sobre la relación entre cambio climático y turismo de montaña a nivel mundial, incluido el Pirineo aragonés. Se han tenido en cuenta especialmente el turismo de nieve y de naturaleza tanto por su fuerte dependencia de las condiciones climáticas como por su vinculación intrínseca a las áreas montañosas.

A pesar de las diferentes metodologías y de escenarios de cambio climático utilizados en los distintos estudios abordados, unas conclusiones generales apuntan a un impacto notable del cambio climático sobre el turismo invernal. Esto se hace evidente en la reducción de disponibilidad de nieve natural, así como una contracción en la duración de las temporadas aptas para la práctica de todo tipo de deportes de invierno.

El turismo de naturaleza presenta unos resultados algo distintos. A corto y medio plazo se espera un incremento en las visitas que ya viene evidenciándose en los últimos años debido a alargamiento de la temporada alta veraniega (provocado por el aumento de las temperaturas), sin embargo los efectos que el cambio climático provoca sobre los ecosistemas provocarán un marcado descenso de la calidad y atractivo turístico que afectara sin duda a la demanda turística de estos espacios.

En los siguientes apartados se presentan los principales resultados obtenidos de la labor de revisión bibliográfica para los dos sectores fundamentales del turismo de montaña: deportes de nieve y de naturaleza que se analizan en capítulos separados.

### Palabras clave

Cambio climático, turismo de nieve, turismo de naturaleza, escenario de cambio climático, montaña.

### Datos y metodología

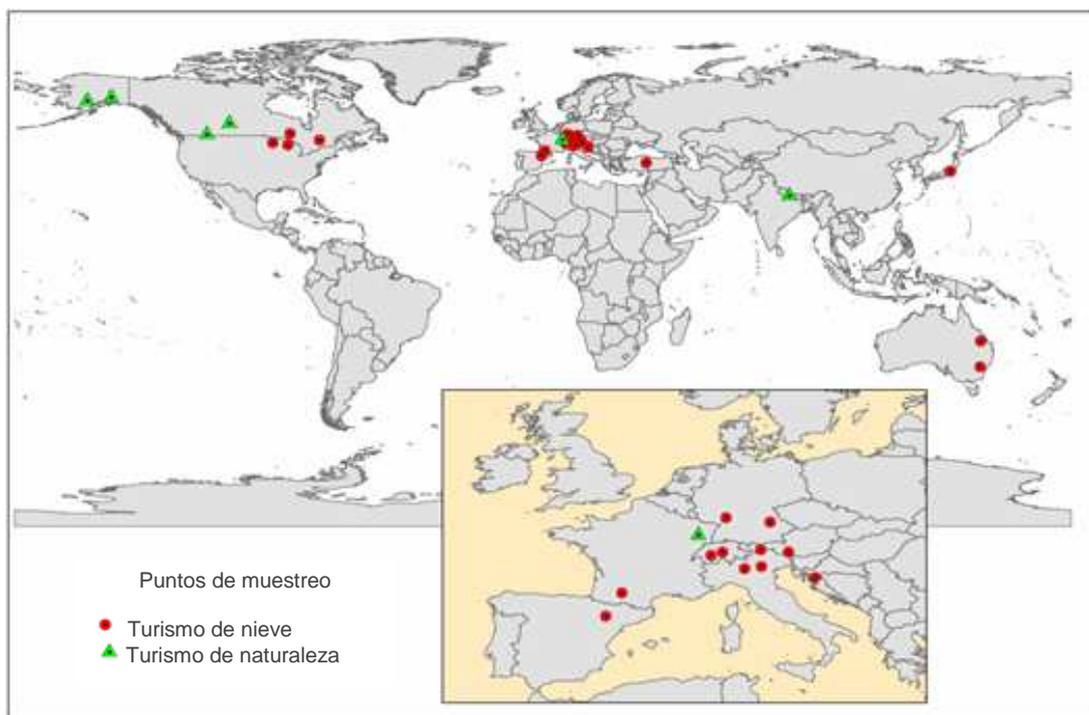
Para la realización de este análisis de revisión se ha llevado a cabo un trabajo de exploración amplio, y sistemático de la literatura científica existente sobre esta materia hasta la fecha. La búsqueda bibliográfica se ha realizado preferentemente automatizada a través de bases de datos científicas. Entre los documentos compilados se encuentran artículos de revistas especializadas, actas de congresos, informes oficiales o workshops. Además se han cotejado las referencias de otros artículos o trabajos sobre la cuestión con el objetivo de limitar el sesgo y proporcionar unos resultados más fiables.

Una vez recopilada la información se ha realizado un análisis preliminar de los documentos, de modo que se han seleccionado aquellos que cumplen más fielmente con los objetivos descritos, tratando de cubrir toda el área geográfica de estudio que en este caso son las principales cadenas montañosas del mundo donde exista algún tipo de actividad relacionada con el turismo de nieve, de naturaleza o de ambos.

En el caso de existencia de varios estudios referidos a una misma área montañosa no se han incluido todos los existentes sino que se han seleccionado los estudios más recientes. Es el caso por ejemplo la zona alpina europea donde las investigaciones realizadas para el turismo de invierno son mucho más cuantiosas que en otras áreas y de las cuales se han seleccionado aquellas de más reciente publicación.

De los artículos seleccionados para la revisión se ha extraído la información más relevante realizando además una labor de síntesis de los resultados que finalmente se presentan en este artículo. En pocas páginas pueden apreciarse los principales hallazgos y la labor investigativa que se está llevando a cabo a nivel mundial sobre este tema. La información está estructurada en dos bloques, el turismo relacionado con la nieve y el turismo relacionado con la naturaleza. A su vez, dentro de cada uno de estos bloques la información extraída se agrupa por área geográfica, región o zona montañosa. Además, en el caso de que exista más de un estudio para cada región o zona montañosa estos se incluyen en orden cronológico.

En el mapa 1 se representan los puntos de muestreo que corresponden a las áreas geográficas analizadas en los documentos incluidos en la revisión. Debido a la mayor densidad de puntos, la zona europea aparece ampliada en el mapa con el único objetivo de permitir la correcta visualización de la información.



Mapa 1: puntos de muestreo

## Resultados

### Impactos sobre los deportes de nieve

El turismo de invierno ha sido reiteradamente identificado como altamente vulnerable al cambio climático y es el que mayor atención ha recibido en la investigación respecto de otros sectores turísticos en la montaña.

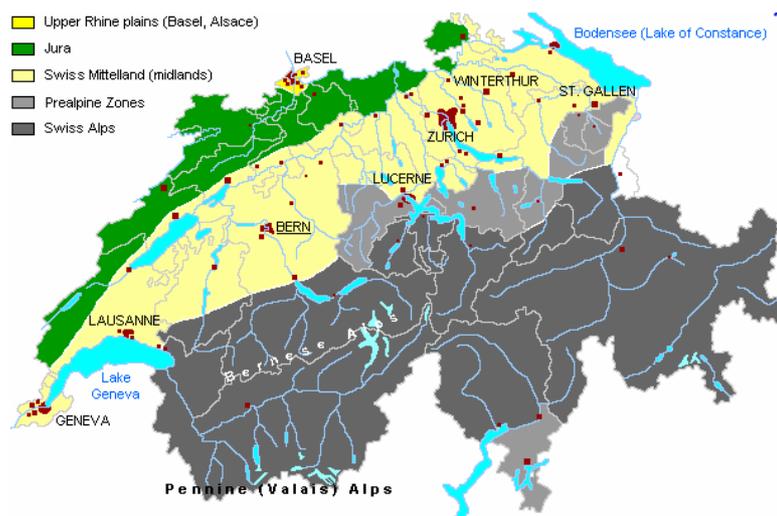
La mayoría de los estudios sobre el impacto del cambio climático en la industria del esquí y otros deportes de invierno, utilizan escenarios de cambio climático y modelos para estimar los cambios futuros en las condiciones de la nieve, especialmente, su grosor y permanencia. De este modo se puede estimar estas variaciones climáticas pueden afectar al mercado de oferta y demanda.

Uno de los primeros estudios de los impactos del cambio climático sobre el turismo de montaña en Europa fue llevado a cabo por Koenig y Abegg (1997). En concreto sobre el turismo de invierno en los Alpes suizos. En este estudio se destacaba la fuerte dependencia del turismo invernal a las condiciones climáticas y a la disponibilidad de una cantidad suficiente de nieve que permita la práctica de deportes como el esquí. El estudio surgió a raíz de un precedente en los años 80 en los cuales durante 3 temporadas consecutivas la escasez de nieve, supuso pérdidas millonarias en el sector hostelero y del transporte. Se planteó entonces las consecuencias que un aumento de temperatura como la estimada por el IPCC tendría en la disponibilidad futura de condiciones aceptables de nieve. Los resultados mostraban que con un aumento aproximado de 0,3°C por década, la cota de permanencia de la nieve en invierno se elevaría

altitudinalmente 300 metros en los Alpes centrales y 500 metros en la zona pre-alpina, la primera nevada de la temporada se retrasaría y la permanencia de la cubierta de nieve se reduciría hasta en un mes.

Con estas condiciones climáticas la fiabilidad en la disponibilidad de nieve se dará en las estaciones de esquí situadas a partir de los 1200 metros, que en los Alpes suizos son el 85% del total de estaciones. Sin embargo si las temperaturas sufren un aumento de +2°C, la línea de permanencia de la nieve aumentará hasta los 1500 metros y entonces solo un 63% de las pistas estarían en una situación favorable para su funcionamiento. En el caso de un aumento de la cota de nieve hasta los 1800 metros solo el 44% de las pistas de esquí y el 2% de los remontes podrán funcionar adecuadamente.

Por zonas las más afectadas serían las montañas del Jura y las elevaciones más bajas del Ticino. En cambio las estaciones de esquí situadas en el cantón de Grisons, y en el de Valais dispondrían de buenas condiciones para la práctica del esquí aún con un aumento de 2°C en la temperatura.



Mapa 2: Sub- áreas montañosas. Suiza.

En los Alpes suizos durante los años 80 se popularizó la práctica del esquí en los glaciares incluso durante los meses más cálidos del año, sin embargo un aumento de 0,6°C en las temperaturas afectará muy negativamente a este recurso complementario a la práctica del esquí más tradicional.

Las conclusiones de este estudio apuntaron a una reducción del atractivo turístico de las zonas de esquí a bajas y medias altitudes, lo que provocará una mayor concentración del flujo turístico en las zonas más elevadas, provocando problemas ambientales relacionados con presión sobre los recursos hídricos o de aguas residuales en estas zonas. (Koenig&Abegg, 1997).

Estos resultados son apoyados por Beniston, Keller, Koffi y Goyette (2003) según los cuales un aumento de 4°C en las temperaturas mínimas medias invernales previsto para el escenario de cambio climático 2071-2100 podría comportar una reducción de la cantidad de nieve caída en un 90% para la cuota 1000 metros, entre un 40-60% de reducción para la cuota 2000 metros y entre el 30-40% para la cuota 3000 metros con los consiguientes perjuicios para el turismo invernal en la zona. En cuanto a la duración de la temporada por cada 1°C de aumento medio de las temperaturas invernales la permanencia de la cobertura nivosa se reduciría una media de 15 a 20 días, con 4°C de aumento, la permanencia de la nieve se reduciría alrededor de 50-60 días a 2000-2500 metros de altitud y entre 110-130 días en altitudes cercanas a los 1000 metros.

La evaluación del impacto que estos cambios provocarían en la demanda se analizó a través de una encuesta realizada en los resorts de esquí suizos a los turistas. La encuesta muestra que los esquiadores responderían con cierta flexibilidad a las condiciones cambiantes de la nieve. Los resultados indican que un 49% de los esquiadores cambiaría de lugar para la práctica del esquí buscando una estación más estable, un 32% de los encuestados esquiaria con menos frecuencia y solo el 4% abandonaría la práctica de este deporte. (Bürki, Elssasser&Abegg, 2003).

En el caso de los Alpes italianos, Mercalli analiza como un aumento de la temperatura puede provocar la elevación de la cota de nieve requerida para la práctica del esquí. Un aumento de 2°C ó de 4°C en función del escenario de cambio climático que se analice provocaría una elevación de la línea de permanencia de la nieve de 300m y 600m respectivamente (EURAC, 2007). Además, advierte de como solo unas décimas más de aumento en las temperaturas actuales puede provocar consecuencias graves por debajo de los 1400 metros de altitud, disminuyendo drásticamente el manto nivoso y provocando la reducción en la duración anual de la cubierta un 35% por cada 1°C de aumento de la temperatura. Efectos menos extremos pero igualmente notables se producirían en cotas mayores con una pérdida media del espesor del 15% a los 1850 metros aproximadamente y del 12% a los 2300 metros por 1°C grado de aumento de la temperatura. (Mercalli et al; 2006, 2007)

Las estaciones de esquí en los Alpes italianos se sitúan en general en cotas bastante elevadas, sin embargo esto no las excluye de los impactos del cambio climático. En la actualidad la LAN (línea de fiabilidad de la nieve) se sitúa en los 1500 metros en los Alpes italianos. Partiendo de la premisa de que por cada 1°C de aumento de la temperatura la cota de nieve permanente para esquiar se elevaría 150 metros de altitud. De las 167 estaciones de esquí que existen en Italia con un 1°C de aumento se mantendrían operativas 131 estaciones (a partir 1650 m), bajo un aumento de 2°C de la temperatura 88 (a partir 1800 m) y bajo un aumento de 4°C solo 30 estaciones (a partir 2100 m) permanecerían con las capacidades necesarias para la práctica de deportes de invierno. (EURAC, 2007).

En la región de los Alpes Austriacos, Breiling y Charamza (1999), desarrollando un modelo estadístico con datos de temperaturas, precipitaciones y cubierta de nieve concluyeron que a una altitud de 2000 metros hasta un aumento de 2°C de las temperaturas y ningún cambio en las precipitaciones no tendrían consecuencias notables en las estaciones de esquí alpino pero que sin embargo en altitudes medias solo un aumento de 0,8°C tendría consecuencias graves.

Un estudio más reciente en esta misma región realizado por Töglhofer, Eigner y Pretenthaler (2011) examina los efectos de las condiciones de nieve en la demanda turística a una escala local para el periodo de tiempo 1973-2006 en un total de 185 estaciones de esquí. El estudio muestra una correlación positiva entre los días de pernocta y las condiciones de la cubierta nivosa para la mayoría de las estaciones. Para el periodo de estudio, el número de pernoctaciones aumentó en 27 de las 34 temporadas analizadas siendo la excepción los años 90. Sin embargo un análisis más detallado por zonas altitudinales revela que en los últimos 20 años un aumento real de las pernoctaciones solo pudo ser observado en las estaciones situadas por encima de los 1800 metros. Por el contrario predominan las tendencias a la baja en las estaciones por debajo de los 1200 metros. En todo caso la dependencia de la demanda en relación a las condiciones de la nieve se ha ido reduciendo en los últimos años por la introducción de mejores técnicas para la fabricación de nieve artificial.

En el caso de los Alpes dináricos en Croacia, Gajic-Capka (2011) destaca la mayor vulnerabilidad de esta área montañosa respecto de los Alpes centrales. Principalmente por la menor altitud media de esta rama de la cadena montañosa. Las estaciones de esquí además, son de un tamaño considerablemente menor así como la dotación de infraestructuras técnicas.

En dicho estudio se analizaron los datos de 3 observatorios representativos de las zonas de montaña croatas. Los datos analizados corresponden a los valores de temperaturas, precipitaciones, presión atmosférica y espesores de nieve para el intervalo temporal de 1950/1951-2008/2009. En este periodo de tiempo se observó que el espesor de nieve mínimo de 30cm necesarios para la práctica del esquí duró una media de 55 días a una altitud de 1000 metros, y 32 días a una altitud de 850 metros, mientras que en la cumbre del monte Velebit a 1600m (el más elevado de Croacia) la situación duró un promedio de 139 días. En líneas generales el espesor medio de nieve encontrado a 1000 metros fue de entre 12-49 cm, a 850 metros de 6-36 cm y de 36-138cm a 1600m. Teniendo en cuenta que una estación de esquí para ser fiable debe disponer de una cobertura de 30cm durante al menos 100 días la fabricación de nieve artificial será necesaria en las estaciones situadas a medias altitudes, condicionado su uso en todo caso a las temperaturas que deberán ser menores de  $-2^{\circ}\text{C}$  y de la humedad requerida, al menos 80%. (Gajic-Capka, 2011).



Mapa 3: Zonas esquiabiles en Croacia

Fuente: Gajic-Capka (2011)

En el caso de Croacia al contrario que en las otras zonas analizadas hasta el momento, no han sido realizados escenarios regionales de cambio climático por lo que se deberán realizar para poder obtener unos resultados que permitan hacer proyecciones futuras en la modelización de las condiciones de nieve así como su impacto directo en la demanda que en este caso todavía no ha sido analizada.

En Alemania Hoy, Hänsel y Matchullat (2011) llevaron a cabo un estudio para la región montañosa de Sajonia situada al este del país. Algunos estudios previos realizados en esta misma zona alertaron que en las últimas décadas habían aumentado los inviernos suaves con condiciones de nieve pobres, especialmente en altitudes inferiores a los 800 metros. Las zonas de mayor altitud también han sufrido una fuerte reducción del espesor de nieve. Incluso en la montaña más alta Fichtelberg (1215 m), la profundidad del manto nivoso se ha reducido un 25% en los últimos años.



Mapa 4: Localización del monte Fichtelberg

En el estudio se trató de investigar a través de la realización de encuestas la percepción que los agentes turísticos de la zona tienen acerca del cambio climático. Los agentes considerados para el estudio fueron los responsables de los ayuntamientos (28 agentes) y los directores de las estaciones de esquí (31 agentes). En una de las preguntas de la encuesta se interrogó a los agentes sobre el posible impacto del cambio climático en esa zona para el año 2025. Las respuestas obtenidas mostraron que el 60% de los responsables municipales consideraban que se reducirían las condiciones de nieve natural mientras que solo un 38% de los representantes de las zonas de esquí consideraba que pudiera ocurrir tal situación. (Hoy et al, 2011).

Otra de las conclusiones halladas a través de las encuestas mostró que no todos los agentes turísticos son conscientes de los impactos que el cambio climático puede producir en sus negocios. Esto en parte puede deberse a la inexactitud o la mala orientación de la información que en la mayoría de los casos proviene de los medios de comunicación y no de los informes científicos y técnicos sobre la cuestión.

En el caso de las montañas sajonas ya se han valorado alternativas al esquí alpino en vista a posibles inviernos con escasez de nieve. De este modo se valoró positivamente la posibilidad de aumentar y mejorar la oferta de actividades como el esquí de fondo, el

descenso en trineo, las raquetas de nieve o simplemente paseos por la montaña ya que casi todos los representantes estuvieron de acuerdo en que las montañas sajonas serán menos atractivas para los deportes de invierno. Sin embargo el turismo en cotas menos elevadas puede resultar favorecido por una ligera mejora de las temperaturas que pueden favorecer el desarrollo de actividades alternativas como el senderismo. (Hoy et al., 2011).

También en Alemania pero en la región de la Selva Negra situada al suroeste, Endler y Matzarakis (2011) llevaron a cabo un estudio utilizando escenarios de cambio climático (en concreto el modelo REMO) para realizar proyecciones futuras en base a los escenarios del IPCC A1 y B1 para el periodo de tiempo 2021-2050. La selva negra es especialmente interesante de cara a la evaluación del cambio climático por ser el área montañosa más extensa en Alemania y atraer a un gran número de visitantes en todas las estaciones del año aunque especialmente en invierno (Endler&Matzarakis, 2011).

Los cambios esperados en la temperatura bajo el escenario A1 para los meses de diciembre, enero y febrero son de entre 1,3 a 1,8°C, así como un aumento del 5% en las precipitaciones. Bajo el escenario B1 los cambios son algo más leves de 1°C a 1,6°C con un aumento del 10% en las precipitaciones. Respecto a la cobertura de nieve los modelos indican que en líneas generales el espesor se reducirá entre un 30% y un 40%. Así como el número de días de nieve que se reducirá un máximo de 21 días bajo el escenario A1 y 17 días bajo el escenario B1. A pesar de que los mayores cambios se podrían dar en las altitudes entre los 600 y los 900 metros los mayores cambios relativos expresados en porcentaje se producirán en altitudes inferiores a 600 metros que presentarán dificultades en el futuro para atraer a los turistas.

Del mismo modo la cota de permanencia de la nieve se incrementará hasta los 1500 metros, y dado que las mayores elevaciones en la zona están por debajo de esta altitud el cambio climático se puede considerar como una fuerte amenaza para el turismo, provocando que las estaciones de esquí en las altitudes más bajas cierren, obligando a los turistas a desplazarse hacia estaciones más altas o a regiones con nieve más permanente como los Alpes. (Bürki, Elsasser y Abegg, 2003) ya que en el caso de la selva negra la construcción de resorts a mayores altitudes está muy limitada por la topografía entre otros factores. (Endler&Matzarakis, 2011).

A pesar de esto Endler y Matzarakis, (2011) afirman que aunque los inviernos con escasez de nieve sean cada vez más frecuentes, esto no implica el final de los deportes de invierno en la región. La temporada invernal 2008-2009 fue un ejemplo de temporada turística rentable a pesar de ser el invierno más cálido registrado desde 1961.

Para el Pirineo, López-Moreno, Goyette, y Beniston, (2009) basándose en los escenarios de cambio climático para el periodo 2070-2100 proyectan un descenso en la duración de la cobertura nivosa bajo el escenario A2 (+3,1°C) de un 78% a 1500 metros y del 20% a 3000m. Bajo el escenario de cambio climático B2 (+1,3°C) se prevé un descenso en la duración de la cobertura del 44% a 1500m y del 11% a 3000m. En cuanto al volumen de nieve bajo el escenario A2 se espera una reducción del 70% a 1500 metros y del 11% a 3000 metros, mientras que para el B2 será del 32% a 1500 metros y 5% a 3000m.

El estudio sobre el sector de la nieve en Aragón del 2009, en el capítulo sobre el Pirineo aragonés, indica que bajo la perspectiva del escenario de cambio climático A2, para el horizonte 2040, el conjunto de las estaciones seguiría siendo viable pero las zonas más

bajas tendrán problemas para ser innivadas artificialmente debido a las temperaturas mínimas más elevadas especialmente durante el mes de marzo. Para el horizonte temporal de 2070 la situación empeoraría en la mayoría de las estaciones, siendo el horizonte 2100 cuando los datos calculados indican que la situación sería grave para el funcionamiento de los remontes en las estaciones más bajas. Estas conclusiones estiman la cota 1750-1800 metros como la mínima para garantizar en un futuro el buen funcionamiento y garantía de viabilidad de las estaciones pronosticando dificultades en aquellas estaciones entre los 1500-1740 metros y menos todavía aquellas estaciones con pistas por debajo de los 1500m.

En América del Norte los estudios sobre el impacto del cambio climático en el turismo se han ido desarrollando más temprano que en otras partes del mundo, y el análisis de las repercusiones sobre la demanda turística ha sido más analizado que en la zona alpina. Los primeros estudios realizados en Canadá a finales de los años 80 pronosticaban fuertes reducciones de más del 50% en la industria turística del esquí. Estos pronósticos han resultado sobrestimadores del impacto del cambio climático debido principalmente a que no consideraron en sus proyecciones la inclusión de medidas de mitigación, como son las tecnologías para la producción de nieve que actualmente son un elemento completamente integrado en el funcionamiento de las estaciones de esquí. (Scott, 2006).

Es el caso de Québec donde los estudios más recientes en la región han demostrado como el uso de tecnologías para la producción de nieve reducen considerablemente la vulnerabilidad de estas áreas ante el cambio climático. Utilizando los escenarios de Cambio Climático del IPCC para el 2020 y 2050 se halló que para el escenario B2 (el de menor incremento de las temperaturas) la reducción del espesor de nieve sería del 8% (2020) y del 26% (2050) y tendría lugar especialmente a finales del invierno, durante el mes de marzo. En cambio para el escenario más cálido, A1 la reducción sería del 29% (2020) y del 75%(2050). Para esta década el grosor de la capa de nieve no llegaría en ningún momento durante el invierno a los 30 cm necesarios para la práctica del esquí alpino. (Scott, McBoyle&Minogue, 2007).

En cuanto a la duración de la temporada las previsiones para el 2020 bajo el escenario B2 indican que se vería reducida entre un 0-2% y 4-7% para el 2050, para el escenario más cálido A1 la disminución variará entre un 13-15% (2020) y alrededor del 30% (2050). Estos resultados son menos alarmistas que los obtenidos en los primeros estudios donde no se contemplaban posibles medidas de adaptación (Scott et al., 2007). Aun así necesidad de fabricación de nieve artificial aumentaría un 15% bajo el escenario B2 (2020) y un 30% (2050). Para el escenario A1 el aumento sería del 43% (2020) y 131% (2050) respectivamente.

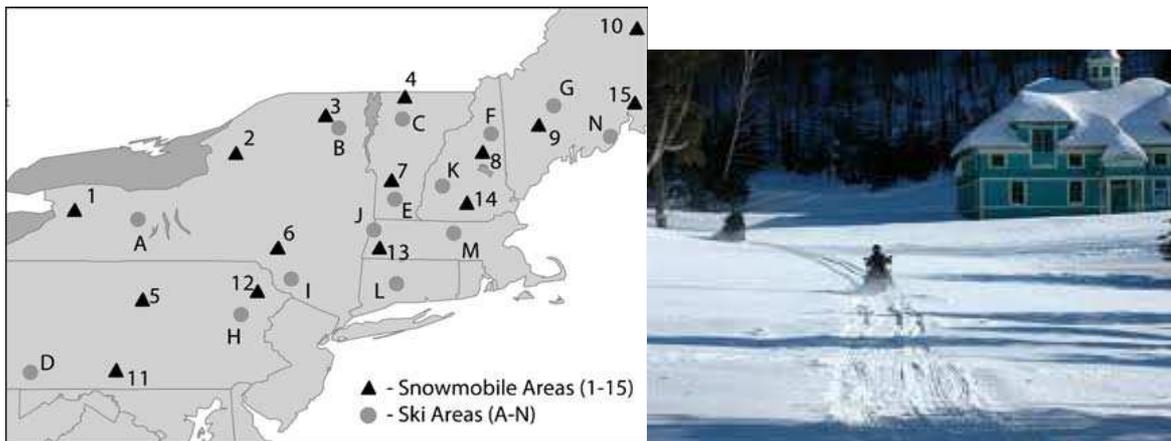
En otra zona de Canadá en este caso en la región de Ontario, en concreto en la estación de esquí de Horseshoes, se indica –en contraste con otras zonas- que las estaciones podrían seguir funcionando en un clima más cálido, pero que con los medios de fabricación de nieve actuales el promedio de la temporada de esquí se proyecta que se reduzca entre el 0-16% en la década de 2020, un 7-32% en la década de 2050 y entre el 11-50% en la década de 2080 en función del escenario de cambio climático contemplado (Scott, Mcboyle & Mills, 2003).

Concretamente bajo el escenario HadCM3B2, se produciría una reducción del 11% para la década 2080 en la duración media de la temporada. En el caso de producirse mejoras

técnicas de producción de nieve artificial, esta reducción podría suponer solo un 4% aproximadamente. Desde el análisis de otro escenario el CGCM2-B2 se proyecta una reducción del 19%, un 11% con la incorporación mejoras técnicas. Los otros 4 escenarios A2 proyectan una reducción de entre el 37% y el 50% de media para la década de 2080 (Scott et al., 2003). En un escenario aproximado del doble de emisiones de CO<sup>2</sup> se reduciría para el 2050 el promedio de la temporada de esquí entre el 7% (HadCM3-B2) y el 32% (CGCM1-IS92a) con las capacidades de fabricación de nieve actual y entre un 1% (HadCM3-B2) y el 21%(CGCM1-IS92a) con capacidades de fabricación de nieve mejoradas. En cuanto a los requerimientos para la fabricación de nieve artificial esta aumentará de media entre un 229% (escenarios B2) y un 368% (escenarios A2) para la década 2080 (Scott et al., 2003).

Dentro de las actividades turísticas de invierno no solo el esquí puede verse afectado por el impacto del cambio climático. En el noreste de Estados Unidos, el turismo de motos de nieve genera unos beneficios anuales de 10 billones de dólares y en algunas regiones es un competidor importante para otras modalidades de esquí. Según un estudio referido al uso de motos de nieve, este deporte puede verse aún más perjudicado por el cambio climático que el esquí alpino debido, a la necesidad de nieve natural para su uso y de las dificultades técnicas existentes en algunos lugares para la fabricación de nieve artificial.

Estudios realizados en la región, indican que para el abanico temporal de 2010- 2039 (bajo los escenarios B1-A1) de 4 a 6 de las 15 áreas de esquí analizadas se prevé reduzcan a más de la mitad la duración de la temporada. Además, una temporada idónea de al menos 50 días de duración se pronostica que ya no sea posible bajo el escenario de A1 para el periodo de tiempo 2070-2099. La necesidad en la fabricación de nieve aumentaría entre un 25%-50% bajo el escenario B1 y entre el 25% y 100% bajo el A1 (Scott, Dawson & Jones, 2008).



Mapa 5: Áreas turísticas de motos de nieve y de esquí en Estados Unidos

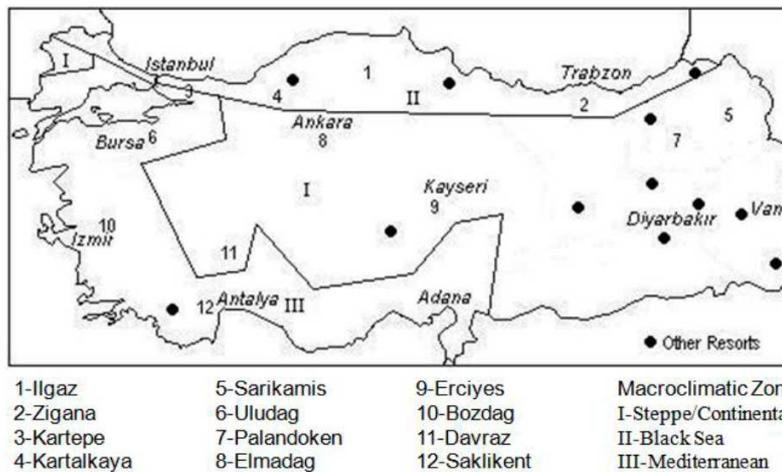
Fuente: Scott, Dawson & Jones (2008)

Imagen 1: Motos de nieve en Nueva Inglaterra

También en Estados Unidos Dawson, Scott y McBoyle (2009) llevaron a cabo un estudio para la zona noreste utilizando el método analógico. Se analizó el impacto que el cambio climático tendría sobre la duración y la permanencia de las nevadas y en consecuencia sobre la demanda turística. En este caso, no se utilizó la modelización futura sino que se tomó como referencia años anteriores en los cuales la media de las temperaturas estuvo muy por encima de un año climático normal y se analizaron las consecuencias de este fenómeno sobre el turismo invernal para el intervalo temporal 2040-2069. Como representación de un escenario de cambio climático A1 se seleccionó la temporada 2001-2002 durante la cual se batieron records de temperatura de +4,4°C por encima de la media (periodo base 1960-1990). Como ejemplo del escenario B1 se tomo como referencia la temporada 1998-1999 durante la cual la temperatura fue +2,7°C por encima del periodo base (1960-1990). El resultado fue una disminución de la nieve natural de un 40%, la temporada se redujo 5 días para el escenario de cambio climático B1 y 15 días para el escenario de cambio climático A1. En cuanto a la demanda y número de turistas esta pasó de ser de un promedio de 13 millones a 12 millones en ambos escenarios de cambio climático. Esto a su vez se tradujo en una contracción en los ingresos por turismo. Durante la temporada 1998-1999, La venta de fortfaits se redujo en un 9%, la venta de alimentos y refrescos un 5% y el alquiler de equipos un 20%. Para el periodo 2001-2002, en cambio, la visita de turistas se mantuvo en la media pero más concentrado al final de la temporada, la venta de bebidas y alimentos se redujo en un 8% y el alquiler de equipos un 1% (Dawson et al., 2009).

En el caso asiático son prácticamente inexistentes los estudios sobre cambio climático y turismo. En esta revisión se incluyen únicamente dos, uno referido a Turquía y otro a Japón.

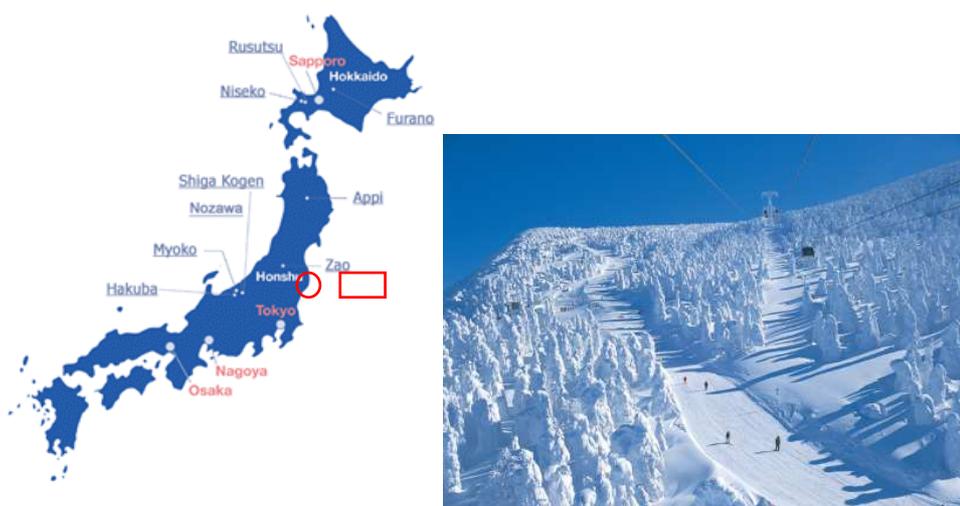
En el estudio referido a Turquía se analizan 12 de las mayores áreas de esquí situadas a lo largo del país. Utilizando los escenarios de cambio climático +1°C (2025), + 2°C (2050) y + 4° (2100) se valoró cuales de las 12 estaciones serán operativas bajo estos escenarios, utilizando el criterio de la elevación en 150 metros de la cota de permanencia de la nieve por cada grado centígrado de aumento de la temperatura. Los resultados indican con un 1°C de aumento de temperatura, la altitud a partir de la cual las estaciones serían operativas es de 2200, con +2°C, 2400m y con +4°C, 2700m. Bajo las condiciones climáticas actuales 6 de las 12 estaciones no resultan por sí mismas operativas, con +1°C solo 4 estaciones serían funcionales, con +2°C solo dos estaciones podrían funcionar y por último con un aumento de +4°C ninguna de las estaciones analizadas seguiría operativa (Cenk, 2000).



Mapa 6: Áreas de esquí en Turquía y zonas macro-climáticas

Fuente: Cenk, (2000).

En el caso de Japón Fukushima, Kureha, Ozaki, Fujimori y Harasawa (2003) desarrollando un modelo estadístico y modelado futuro de las condiciones de nieve se investigó como el cambio climático puede afectar a la demanda turística en las principales áreas de esquí de Japón. En líneas generales las conclusiones apuntan a que con un aumento de las temperaturas de +3°C y ningún cambio previsto para las precipitaciones se produciría un descenso del 30% en el número de esquiadores en todas las áreas de Japón excepto en la región de Hokkaido en el norte y en las zonas de gran altitud en la isla principal. En cambio en la zona sur del país y en las zonas de menor altitud el número de esquiadores podría descender hasta un 50%.

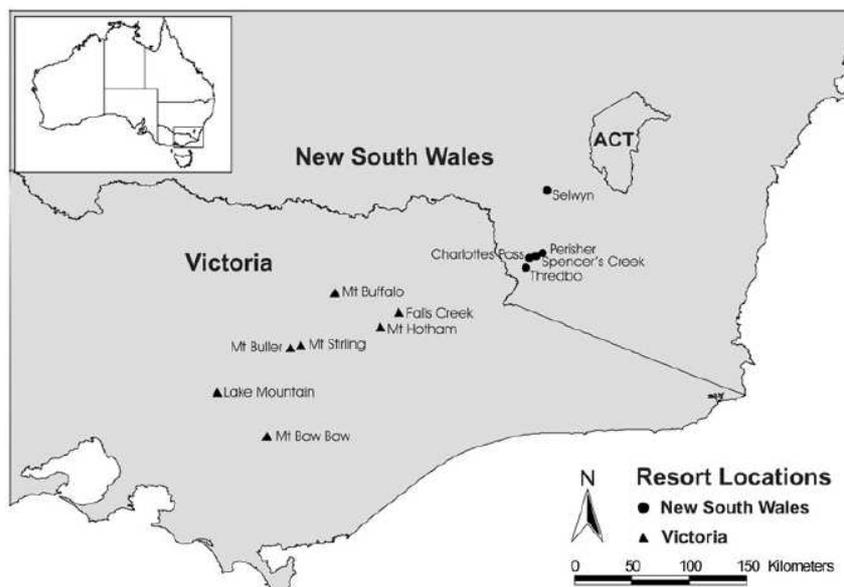


Mapa 7: principales áreas de esquí en Japón

Imagen 2: Estación japonesa de Zao

En cuestión económica se estima que las pérdidas podrían alcanzar 100 millones de yenes viéndose fuertemente afectada la comunidad local especialmente aquellas regiones que no han desarrollado otro tipo de industria y donde el esquí representa la mayor fuente de ingresos. En el caso de Japón el cambio climático sería un añadido al problema que el turismo de invierno viene sufriendo en las últimas décadas por un descenso muy marcado de la población joven (principal demandante de este turismo) y que ha expulsado ya a docenas de resorts del negocio invernal (Fukushima et al., 2002).

Al igual que ocurre en Asia en el hemisferio sur son escasas las investigaciones llevadas a cabo sobre este tema, de hecho Australia es la única zona de la que se ha obtenido y analizado bibliografía científica sobre la cuestión. Con el fin de averiguar como el cambio climático puede afectar al turismo en los Alpes australianos, Koenig (1998) analizó los impactos bajo diferentes escenarios climáticos regionales. Para el 2030 con un aumento estimado de las temperaturas de  $+0,3^{\circ}\text{C}$ , todas las estaciones de esquí analizadas (9) serían operativas excepto una, (siguiendo la regla de los 60 días.) Bajo el peor de los escenarios  $+1,3^{\circ}\text{C}$ , las operaciones de esquí solo serían viables en la estación de Charlotte Pass, pero no serían posibles en el resto de estaciones a altitudes más bajas. En el mejor de los escenarios para 2070 que supone un aumento de temperatura del  $+0,6^{\circ}\text{C}$  todas las estaciones de esquí estarían operativas excepto Mt BawBaw, Mt Buller y Mt Buffalo que presentarían importantes dificultades para funcionar. En el peor de los escenarios para 2070 con un aumento pronosticado de temperatura de  $+3,4^{\circ}\text{C}$  ninguna de las estaciones quedaría operativa (Koenig, 1998).



Mapa 8: Localización de las áreas de esquí en los Alpes australianos

Fuente: Pickerin & Bukley, (2010)

La comprensión de cómo los turistas y usuarios recreativos responderán a estas afecciones en la zona es muy limitada. Koenig (1998) a través de la realización de encuestas observó que las actitudes ante la variabilidad dependen en gran manera de la cualificación deportiva de los encuestados. El 50% de los esquiadores experimentados indicaron que viajarían a otras partes del mundo para encontrar condiciones de esquí de calidad, mientras que solo el 18% de los poco experimentados realizaría un viaje internacional. Un número similar, un 16% de los encuestados renunciaría a esquiar por completo.

En un estudio más reciente, también en los Alpes australianos realizado por Pickering y Bukley (2010) se analizó bajo un escenario de cambio climático moderado +1°C, el número de días con al menos 1cm de cobertura de nieve en 20 localidades dentro de los resorts de esquí. Solo 7 de ellas (el 35%) se espera que mantengan 70 o más días con al menos 1 cm de cubierta de nieve natural para el 2020, dos localidades tendrán entre 60 y 70 días de al menos 1cm de nieve natural, mientras que 11 tendrán menos de 60 días.

Los resultados de este estudio indican que para un escenario de 1°C de aumento de la temperatura muchas estaciones de esquí no serán operativas solo en condiciones de nieve natural. La dependencia de nieve artificial será cada vez mayor y es posible que numerosas estaciones no puedan hacer frente a los costos y el incremento del volumen de agua necesario. Sin embargo las opciones de apertura del mercado hacia actividades complementarias al esquí se presentan como en muchos otros de los casos estudiados la mejor opción, para mantener los negocios locales. Estas medidas de adaptación deberán versar hacia actividades durante todo el año, como las relacionadas con el turismo de naturaleza que tienen un gran potencial en esta zona sureste de Australia. (Pickering&Bukley, 2010).

#### Impactos sobre el turismo de naturaleza

Respecto al otro tipo de turismo de montaña contemplado en esta revisión, el de naturaleza, algunos investigadores han abordado también el estudio de los efectos que el cambio climático produce él. El desarrollo del turismo de naturaleza está intrínsecamente unido al entorno natural y puede verse afectado por el cambio climático en dos formas principalmente; la primera por la variación en la duración de las temporadas turísticas y la segunda por la afección del cambio climático hacia los ecosistemas y elementos como la fauna, la flora o los glaciares provocando que la calidad del producto turístico descienda con repercusiones directas en los flujos turísticos y las economías locales.

Desgraciadamente son muy escasos los estudios que han abordado este tipo de turismo, habiéndose encontrado únicamente información empírica para Canadá, Alaska, Alemania y algunos aspectos generales para la cordillera del Himalaya.

Un ejemplo de variación en la temporada turística es un estudio centrado en Waterton Lakes National Park, localizado en las Montañas Rocosas en el suroeste de Alberta (Canadá). En este caso se obtuvieron resultados que muestran la influencia del clima en la estacionalidad de las visitas, que alcanzan su nivel máximo en julio y agosto con 110.000 visitas mensuales. En concreto, se obtuvo que son las temperaturas mínimas las que muestran una mayor correlación entre las visitas y el clima, exceptuando durante la

temporada alta de los meses de julio y agosto donde las temperaturas mínimas no se presentan como un factor decisivo de las visitas.

El modelo de regresión utilizado en este estudio mostró que con un aumento de las temperaturas aumentaría también las visitas al parque. De esta forma se prevé que en la década del 2020 las visitas aumenten un 6% en un escenario de cambio climático B2 y un 10% en un escenario de cambio climático más severo A1 por encima del periodo promedio de referencia 1961-1990. Para el 2050 se espera un aumento de las visitas del 10% en el escenario B2 y del 36% en el escenario A1. El aumento se prevé sobre todo en las temporadas intermedias de primavera y otoño, pudiendo así producirse un alargamiento de la temporada alta. Del mismo modo, para el tercer periodo del escenario 2080 se prevé un aumento del 11% en el escenario B2 y el 60% bajo el escenario más cálido (Scott, Jones&Konopek, 2006).



Mapa 9: Localización del Parque Waterton Lakes National Park

Imagen 3: Waterton Lakes National Park (Canadá)

Este estudio corrobora lo hallado por Scott y McBoyle (2003) que usando el “*tourism climate index*” (índice del clima para el turismo) encontraron que la duración y la calidad de la temporada en los parques de montaña del oeste de Canadá podría mejorar notablemente bajo condiciones de cambio climático. Un análisis más detallado muestra como en el parque de las Montañas Rocosas en Estados Unidos, las visitas podrían aumentar de 193.000 a 333.540 visitantes debido a un alargamiento de la temporada en el periodo estival.

Aunque este efecto desde el punto de vista socioeconómico pueda parecer beneficioso Scott (2003) identificó una amplia gama de impactos del cambio climático sobre los ecosistemas de los parques naturales en Canadá. En general se esperan cambios latitudinales y altitudinales en los ecotonos con posibilidad de reorganización de las especies. El hábitat alpino se elevará altitudinalmente tornándose cada vez más fragmentado.

Además, el aumento de las visitas turísticas en unos momentos concretos de la temporada podría exacerbar las presiones ya existentes en algunos parques donde los visitantes ya suponen un estrés ecológico.

Iverson y Prasad (como cita Scott, 2003) aportaron otro ejemplo de afección a la flora referido a Nueva Inglaterra (EEUU). El turismo en este caso asociado a la caída del follaje atrae a miles de turistas de América del Norte y de otras partes del mundo, sin embargo, puede verse mermado por la ausencia cada año más evidente del árbol del Arce que proporciona el color rojizo esencial en estos paisajes. Las especies dominantes en la actualidad (Arce, Haya y Abedul) serían reemplazadas por bosques de encinas o nogales cambiando el paisaje actual.



Imagen 4: Paisaje otoñal en Nueva Inglaterra (EE.UU)

En esta misma región Sinclair como cita Scott (2003), ha analizado el turismo de la pesca deportiva que anualmente supone alrededor de 24 millones de días de pesca y que da cuenta de la importancia que este tipo de turismo tiene para la región. Sin embargo se prevé que algunas especies como las salmónidas que ya están en el límite sur de su ecosistema se desplacen hacia el norte debido al aumento de las temperaturas.

En el estudio realizado, para el conjunto de 15 parques nacionales en Canadá, por Scott y Jones (2006) utilizando los escenarios de cambio climático A1, A2, y B2, evaluaron los posibles impactos en las visitas. Los resultados muestran un aumento de entre el 6%-8% para el 2020, del 9%-29% en el 2050 y del 10%-41% en el 2080, en función del escenario de cambio climático utilizado. En cuanto a los ingresos por turismo estos se prevé que se incrementen entre 263\$-413\$ para el 2020 y bajo el escenario de mayor aumento de las temperaturas entre 301\$-474\$ (2080).

El estudio realizado por Yu, Schwart y Walsh (2009) para Alaska es un ejemplo de lo advertido al comienzo de este capítulo, de que los efectos del cambio climático sobre los patrones estacionales del turismo pueden tener un componente positivo dentro del problema que realmente supone. El turismo en Alaska supone más de 1,5 millones de visitantes y aporta cerca de 1.6mil millones de dólares de ingresos al año, siendo una de las mayores industrias en la economía.

En el estudio se analizan dos destinos turísticos, uno de turismo de naturaleza (de parques naturales) King Salmon donde el alargamiento de la temporada veraniega ha sido significativo en las últimas décadas, iniciándose 10 días antes con incremento en las visitas. Sin embargo los efectos negativos del cambio climático ya evidenciados en la zona como son: la disminución de los niveles de agua en lagos interiores, el retroceso de

los glaciares, el aumento del nivel del mar, así como impactos sobre los ecosistemas producirían un impacto negativo en las visitas de cara al futuro. Lemelin y Smale (como cita Yu 2009) muestran que el factor clave en la satisfacción de los visitantes de Churchill, Manitoba que acuden para observar la fauna y la vida silvestre del parque, es el número de osos polares que se avistan, y que sin embargo actualmente es un especie amenazada.

El otro destino turístico analizado *Anchorage*, -en este caso de turismo de invierno- muestra que las condiciones meteorológicas para el esquí se han deteriorado y que la temporada de esquí se ha reducido 9 días respecto a la duración de la misma en los años 40.



Mapa 10: Localización King Salmon y Anchorage

Imagen 5: Oso en King Salmon

En Asia donde el turismo de naturaleza es de gran importancia para muchos países ha sido escasa la información hallada. Para la cordillera del Himalaya, en concreto en Nepal el IPCC estima un aumento de la temperatura entre 1,2°C (2030) y 3°C (2100), con aumentos en las precipitaciones en torno al 5%-12%. Nyaupane y Chhetri, (2009) identificaron una serie de impactos del Cambio Climático en Nepal entre los que destacan el retroceso de los glaciares, las avalanchas, los deslizamientos de laderas, la extinción gradual de muchas especies de flora y fauna (el 2,4% de las especies se encuentran al borde de la extinción) así como otros daños forestales provocados por el fuego. De entre todos ellos, especialmente grave es el deshielo de los glaciares, en particular los del monte Everest que produce un aumento del nivel del agua en los lagos de origen glaciar hasta el punto de llegar a desbordarse. El aumento del nivel del agua en estos lagos es potencialmente peligroso para las comunidades que viven aguas abajo y para la industria del turismo en la zona.

En los cursos fluviales de las zonas más bajas de Nepal son muy comunes las actividades deportivas como el rafting o el descenso en canoa. Estos cursos fluviales se nutren directamente de la nieve y los glaciares de alta montaña, sin embargo si estos disminuyen por el aumento de las temperaturas la disponibilidad de agua en forma líquida se reducirá afectando a este tipo de deportes.

Otro ejemplo de turismo importante en la zona es el relacionado con la observación de fauna, aunque debido al cambio climático algunas especies han cambiado sus patrones migratorios y ponen en una situación crítica este tipo de turismo que se concentra en lugares y momentos muy puntuales (Nyaupane&Chhetri, 2009).

El retroceso de los glaciares es un elemento común en todas las áreas montañosas del mundo. Hall y Farge (como cita Scott 2003) evidenciaron la afección en el *Glacier National Park* que ya ha perdido 115 de los 150 glaciares que tenía en el siglo XIX, proyectándose que los 35 restantes desaparecerán en los próximos 30 años. El retroceso hace perder la esencia misma del Parque Nacional, afectando al turismo, en particular a la realización de rutas turísticas guiadas por la nieve y los glaciares que atrae a más de medio millón de visitantes al año en Columbia.

Endler y Matzarakis (2011) llevaron a cabo un estudio en la zona montañosa de la selva negra (al suroeste de Alemania) utilizando escenarios regionales de cambio climático, en concreto el modelo REMO empleando los escenarios A1 y B1 para el periodo de tiempo de 2021-2050. En base a las previsiones estimadas y aplicando unos índices térmicos extensamente utilizados como son el confort térmico, el PET (Physiologically Equivalent Temperature), el PMV (Predicted Mean Vote) entre otros, se analizaron las influencias del cambio climático en los patrones turísticos de la zona.

Las conclusiones apuntan a que los cambios proyectados son menores a los esperados y que existe poca diferencia entre el escenario A1 y B1. El otoño presentará generalmente temperaturas más suaves mientras que la primavera podría ser algo más fresca. El verano se proyecta que sea más seco y cálido. La intensidad de las temperaturas extremas aumentará. Debido a esto se espera que durante el verano (meses de junio, julio y agosto) el turismo pueda verse perjudicado especialmente en las zonas medias y bajas (500-800 metros) provocando una masificación turística en las zonas más elevadas.

Una de las características más importantes del turismo de naturaleza es la percepción que los visitantes tienen de un espacio natural, por ello el impacto del cambio climático sobre los paisajes, los bosques afectados por incendios, la pérdida de especies populares, y el retroceso de los glaciares tiene sin duda un impacto negativo en el valor social y en el número de visitantes en los espacios protegidos en todo el mundo (Scott, 2003).

Scott, Jones y Konopec (2006) usando el método de la encuesta analizaron el comportamiento de los turistas a la hora de visitar el parque de Waterton Lakes National Park en Canadá. En ella se preguntó a los turistas acerca de si visitarían con la misma frecuencia el parque bajo distintos escenarios de cambio climático, suponiendo un cambio en los ecosistemas del parque. Los tres escenarios analizados se utilizaron para medir la magnitud de los impactos esperados para el 2020, 2050, y 2080. Los cambios en los ecosistemas reflejados en la encuesta hacen referencia principalmente a la fauna, la flora, los glaciares, especies en extinción, temperatura del agua, incendios forestales y tasa de capturas de pesca.

Los resultados del estudio indican que para un escenario de cambio leve para el 2020 el 99% de los turistas continuarían visitando el parque, mientras que el 10% afirma que lo visitaría más a menudo, para el segundo escenario de cambio climático 2050 un 97% afirma que continuaría visitando el parque mientras que un 14% de ellos indica que lo

visitaría menos a menudo. Para el tercer escenario el de mayor impacto sobre el ecosistema del parque la encuesta revela que el 19% de los turistas no visitarían más el parque y de aquellos que sí lo harían el 37% indica que lo haría menos a menudo (Scott et al, 2006).

En conclusión y como se ha indicado anteriormente aunque un alargamiento de la temporada cálida pueda incrementar notablemente la afluencia de turistas, el empeoramiento de las condiciones de los ecosistemas de los parques reducirán su atractivo y mermará por esta parte las visitas.

### Discusión

En los capítulos previos se han analizado los estudios existentes sobre el impacto del cambio climático en el turismo de montaña. Un primer elemento a tener en cuenta es la escasez de estudios sobre la cuestión y la concentración geográfica de los mismos en unas pocas áreas montañosas, principalmente en los Alpes europeos y en América del Norte. Es notoria la falta de estudios, o al menos de estudios con resultados empíricos en la cadena andina, o la Cordillera del Himalaya a pesar de su importancia ecológica y turística a nivel mundial.

Es también destacada la diferencia numérica entre los estudios dedicados al turismo de nieve que son mucho más numerosos comparativamente a los del turismo de naturaleza, este hecho viene motivado seguramente por el mayor peso económico del primero y el flujo de mayor número de turistas que este genera.

Extraer unas conclusiones comparativas entre las distintas regiones de montaña es muy complicado dada la variedad metodológica empleada. Las distintas proyecciones climáticas, los distintos abanicos temporales, y las distintas escalas de análisis -que varían según los estudios desde el nivel nacional, al regional e incluso local- hacen difícil establecer patrones comunes en los resultados hallados. Sin embargo un nexo común en casi todos los estudios examinados es el empleo de escenarios de cambio climático como herramienta fundamental para la proyección futura del clima y sobre la cual se apoyan los posteriores análisis y modelados de otras variables. En algunos casos se han empleado escenarios regionalizados de cambio climático lo que permite una mayor aproximación y precisión en las proyecciones, en otros se estiman los aumentos de temperaturas y precipitaciones en función de las estimaciones aportadas por el IPCC. En los casos en los que no se han usado escenarios de cambio climático, los análisis se hacen de carácter retrospectivo, haciendo una observación de las tendencias climáticas en las últimas décadas y proyectando estos resultados hacia el futuro.

En cuanto al turismo de invierno los resultados de todos los artículos coinciden en indicar que se verá negativamente afectado de forma indirecta debido a las variaciones que el aumento de las temperaturas produce sobre los recursos necesarios para la práctica de deportes de nieve, es decir sobre las condiciones del manto de nivoso, tanto en su duración como en su espesor.

Con un aumento de 1°C a 2°C de temperatura los mejores pronósticos apuntan los 1500m la altitud a partir de la cual las estaciones de esquí podrán funcionar con una cantidad de nieve suficiente que se considera 30 cm durante al menos 100 días al año.

Los peores escenarios de aumento sin embargo apuntan los 1700 m o incluso superior la altitud a la cual las estaciones de esquí serán operativas. En muchas de las zonas de turismo de esquí analizadas las estaciones se encuentran situadas en altitudes inferiores por lo que realmente se encuentran en una situación muy susceptible.

Por regiones, en Europa especialmente vulnerables son las estaciones de los Alpes dináricos en Croacia, as montañas sajonas de Alemania o los Pirineos por presentar una menor altitud media que los Alpes centrales y un clima mas suave. Además el menor tamaño de las estaciones supone otro inconveniente añadido a la posible situación de escasez de nieve.

En el caso de las montañas de Canadá y Estados Unidos los impactos se prevén algo menores que en Europa, aún así para poder mantener las mismas condiciones esquiabiles que en la actualidad se deberá aumentar la fabricación de nieve artificial de forma considerable, en algunos casos superando el 100% de la fabricación actual. El consumo de agua y energía se incrementará igualmente. En las regiones estudiadas de norte América se encuentran algunos de los mayores lagos del mundo, por lo que aún con impacto ambiental notable, el recurso hídrico se encuentra garantizado para la fabricación de nieve en el futuro. No es el caso de las montañas meridionales europeas dónde la disponibilidad hídrica presenta una gran variación interanual y su escasez e irregularidad sumada al aumento de las temperaturas puede poner en una situación crítica a muchas estaciones. Además el aumento de la necesidad de fabricación de nieve artificial y por consiguiente el consumo hídrico genera conflictos de intereses para los distintos usos dentro de las comunidades de montaña.

La evaluación de cómo los impactos en las condiciones de nieve afectan a la afluencia turística es un tema clave para el estudio del cambio climático y el turismo pero sin embargo no ha sido suficientemente estudiado en todos los documentos analizados. En los casos en los que sí que se ha analizado se aborda de dos formas principalmente: mediante el cálculo de la duración de la temporada esquiabie, es decir, el número de días de apertura de las estaciones que está directamente relacionado con la calidad y cantidad de la cubierta de nieve y mediante el cálculo del número de esquiadores empleando análisis de correlación que muestra las variaciones interanuales de las visitas. Este segundo enfoque presenta algunas limitaciones debido a que la afluencia de más o menos turistas puede ser debido no solo a las condiciones climáticas o nivosas sino a otro tipo de coyunturas económicas o de dinámicas poblacionales, como bien se ha recalcado en algunos de estos estudios.

En todas las zonas se prevé que se reduzca la temporada esquiabie aún con aumentos leves de temperatura de 0,5°C o de 1°C especialmente al comienzo y final del invierno. El descenso en el número de turistas ha sido únicamente cuantificado en Estados Unidos y Japón donde en función del escenario utilizado el descenso se estima entre el 10% y el 50%.

Aun que no pueda establecerse un análisis comparativo no cabe duda que todos los estudios apuntan a la misma dirección y arrojan conclusiones similares, subrayando que el cambio climático no es ni mucho menos un problema a obviar en la investigación y la gestión turística de las áreas de montaña.

Estudios referidos al turismo de naturaleza donde se hagan proyecciones de los impactos del cambio climático sobre el turismo utilizando escenarios de cambio climático se han

encontrado únicamente para Canadá. Al contrario de lo que pudiera parecer obvio, el resultado muestra que con un aumento de la temperatura se espera también un incremento de las visitas de entre el 6% y el 60% (en función del escenario utilizado) en todos los espacios naturales, así como un aumento en los ingresos por turismo. Este aumento se verá provocado sobre todo por un alargamiento de la temporada alta (el verano), prologándose hacia la primavera y el otoño gracias a unas temperaturas más benévolas para la práctica de actividades al aire libre. Este efecto que puede parecer a simple vista beneficioso, no es tal si se tienen en cuenta los impactos que el cambio climático provoca sobre los ecosistemas protegidos, como la pérdida de especies de fauna y flora, aumento de los incendios, reducción de los glaciares, etc, que en definitiva reducen el atractivo turístico de la montaña provocando un descenso en las visitas, como ya se ha constatado en algunos parques naturales.

Los estudios sobre cambio climático y turismo de naturaleza están siempre focalizados en espacios naturales protegidos y se circunscriben siempre a un área de concreta delimitación. En cambio no se han encontrado estudios que aborden la cuestión del cambio climático sobre el turismo no regulado, en espacios que no se encuentren bajo algún tipo de figura de protección.

### Conclusiones

El número de publicaciones científicas ha experimentado en los últimos años un crecimiento tan notable que sobrepasa la capacidad de los especialistas para valorar e interpretar críticamente sus resultados. Ante la enorme cantidad de artículos originales, y dado que la evidencia científica no es fruto de un único del resultado sino de la integración de los hallazgos de distintos estudios, surge la necesidad de realizar revisiones integradoras de la literatura científica.

Es frecuente encontrar estudios con objetivos similares que presentan resultados coincidentes aunque poco homogéneos en su metodología como es este caso. El análisis individualizado de cada uno de estos estudios y la síntesis de sus resultados pueden ser de gran utilidad no sólo en el marco teórico del conocimiento científico sino también en el de la práctica y gestión de las partes interesadas en el turismo de montaña.

La evaluación y cuantificación de cómo los impactos del cambio climático pueden afectar a la actividad turística de las distintas regiones montañosas del mundo es fundamental para ampliar el conocimiento en este campo, que además permita la inclusión de medidas de adaptación o de mitigación, tomando como referencia estudios con solidez científica que sirvan de apoyo a la toma de decisiones.

A pesar de que el turismo es una línea prioritaria en la investigación del cambio climático tal y como se ha apuntado en el capítulo introductorio y de las evidentes interrelaciones entre el clima y el turismo de montaña, estos los procesos aun no han sido suficientemente evaluados conjuntamente por los expertos en la materia y existen aún muchas lagunas en ciertos territorios.

Por lo tanto, sería de gran interés para futuras investigaciones realizar estudios en aquellas zonas dónde aún no existen análisis de este tipo o aquellas que aunque no son tan destacadas a nivel mundial, presentan una actividad turística de montaña importante

para las comunidades locales que se asientan en dichos territorios. Además, sería de gran utilidad poder desarrollar una serie de terminología, metodología e indicadores comunes para los estudios de cambio climático y montaña de modo que puedan realizarse postrimeros análisis comparativos que permitan una mejor comprensión de los procesos que se suceden en las distintas zonas de montaña del mundo.

### Referencias bibliográficas

Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climatic Change* Vol. 59: 5–31.

Beniston, M., Keller, F., Koffi, B. & Goyette, S. (2003) Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions.

Breiling & Charamza, P. (1999). The impact of global warming on winter tourism and skiing: a regionalised model for Austrian snow conditions. *Regional Environmental Change* 1.

Bürki, R., Elsasser, H., & Abegg, B. (2003). 1<sup>st</sup> International conference on climate change and tourism. Djerba. 9-11 April, 2003.

Dawson, J., Scott, D., & Mc Boyle, G. (2009). Climate change analogue analysis of ski tourism in the northeastern USA. *Climate Research*. Vol. 39: 1–9.

Demiroglu, C. O. (2000). Impact of climate change on winter tourism: A case of Turkish ski resorts. *Anatolia Journal*.

Elsasser, H., & Bürky, R. (2002). Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate Research* Vol. 20: 253–257.

Endler, C. & Matzarakis, A. (2011) Climate and tourism in the Black forest during the warm season. *Int J Biometeorol* Vol. 55:173–186

Endler, C. & Matzarakis, A. (2011) Climatic potencial for tourism in the black forest, Germany- Winter season. *Int J Biometeorol* Vol. 55:339–351

Estudio sobre el sector de la nieve en Aragón. Síntesis de diagnóstico y escenarios de futuro, documento 4.1 (2009). Gobierno de Aragón.

EURAC (2007), “Impacts of Climate Change on winter tourism in the Italian Alps” *ClimChalp Report*.

Fukushima, T., Kureha, M., Ozaki, N., Fujimori, Y., & Harasawa, H. (2002). Influences of air temperature change on leisure industries: case study on ski activities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* Vol. 7: 173–189.

Gajic-Capka, M. (2011) Snow climate baseline conditions and trends in Croatia relevant to winter tourism. *Theoretical and Applied Climatology* Vol: 105:181–191

Hoy, A., Hänsel, F. & Matschullat, J. (2011) How can winter tourism adapt to climate change in Saxony's mountains? *Regional Environmental Change*. Vol. 11:459–469

- Koenig,U. & Abegg,B. (1997). Impacts of climate change on winter tourism in the Swiss Alps. *Journal of Sustainable Tourism*.Vol. 5, No.1.
- Koenig, U. (1998) *Tourism in a Warmer World: Implications of Climate Change Due to Enhanced Greenhouse Effect for the Ski Industry in the Australian Alps*. *Wirtschaftsgeographie und Raumplanung* Vol. 28, University of Zuerich.
- López, F., Cabrera, M., Cuadrat, J M., Saz, M., Vicente, S. (2007). *Atlas climático de Aragón*. Gobierno de Aragón, departamento de Medio Ambiente.
- López, F. (2011). *10 reflexiones sobre cambio climático y turismo de montaña*. Colegio de Geógrafos -Universidad San Jorge.
- López-Moreno, JI.,Goyette, S. & Beniston, M. (2009) Impacts of climate change on snowpack in the Pyrenees: Horizontal spatial variability and vertical gradients. *Journal of Hydrology* Vol. 374: 384–396
- Mercalli, L., Morra di Cella, U., Cremonese, E., Agnesod, E., Tornato, S. & Piccini, C. (2007). Cambiamenti climatici e ambientinivo-glaciali: scenari e prospettive di adattamento. Conferenza nazionale Cambiamenti climatici. Saint-Vicent (Vall d’Aosta) 2-3 luglio 2007.
- Nyaupane, G., & Chhetri, N. (2009). Vulnerability to Climate Change of Nature-Based Tourism in the Nepalese Himalayas. *Tourism Geographies* Vol. 11, No. 1, 95–119,
- Pickering, M. & Buckley, R. (2010) Climate response by the ski industry: The Shortcomings of Snowmaking for Australian Resorts.*AMBIO* Vol. 39:430–438.
- Scott, D., & McBoyle., Mills, B. (2003). Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate Research* Vol. 23: 171–181.
- Scott, D., (2003). *Climate Change and Tourism in the Mountain Regions of North America*.1st International Conference on Climate Change and Tourism. Djerba, Tunisia, 9-11 April 2003.
- Scott, D & Konopec, J. (2005) Tourist response to environmental change scenarios in Glacier-Waterton International Peace Park. *Global Environmental Change*
- Scott,D; Jones, B., & Konopek, J. (2006). Implications of climate and environmental change for nature-based tourism in the Canadian Rocky Mountains: A case study of Waterton Lakes National Park. *Tourism Management* Vol. 28: 570–579
- Scott, D., McBoyle, G., & Minogue, A., (2007). Climate change and Quebec’s ski industry. *Global Environmental Change* Vo. 17: 181–190
- Scott, D. (2006) *Global Environmental Change and Mountain Tourism*. In: Gössling,S and Hall, C.M (eds), *Tourism and Global Environmental Change* (pp. 54-75). London: Routledge.

Scott, D. & Jones, B. (2006). Climate Change & Nature-Based Tourism. Implications for Park Visitation in Canada. Waterloo, ON: University of Waterloo, Department of Geography.

Scott, D., Dawson, J. & Jones, B. (2008) Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation- Tourism sector. *Mitig Adapt Strat Glob Change* Vol. 13:577–596.

Töglhofer, C., Eigner, F. & Prettenthaler. (2011) Impacts of snow conditions on tourism demand in Austria ski areas. *Climate research* Vol. 46: 1–14.

Yu, G., Schwartz, Z., & Walsh, J. (2009). Effects of climate change on the seasonality of weather for tourism in Alaska. *Artic*, Vol. 62, N° 4 P. 443-457.