



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

**EL USO DEL AGUA COMO RECURSO NATURAL Y SU GESTIÓN
EN EL DESARROLLO DEL TURISMO RECREACIONAL EN ALTA
MONTAÑA, CON ESPECIAL ÉNFASIS EN EL TURISMO DE NIEVE
EN EL PIRINEO ARAGONÉS**

*THE USE OF WATER AS A NATURAL RESOURCE AND ITS
MANAGEMENT IN DEVELOPING RECREATIONAL TOURISM IN HIGH
MOUNTAIN, FOCUSING ON SNOW TOURISM IN THE ARAGONESE
PYRENEES*

Autor/es

Maria Caudevilla Lambán

Director/es

Raúl Postigo Vidal

ESCUELA UNIVERSITARIA DE TURISMO

2018



“If there is magic on this planet, it is contained in water”

Loren Eiseley

“El agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”

Directiva Europea sobre las Aguas

“Thousands have lived without love, not one without water”

W.H. Auden

“Water is a key foundation, whose importance can hardly be overestimated”

Irina Bokova, UNESCO Director General

“Water is central to the well-being of people and the planet”

Ban Ki-moon, UN Secretary General

“How inappropriate to call this planet Earth when it is quite clearly ocean”

Arthur C. Clarke

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. LA IMPORTANCIA DEL AGUA Y SU GESTIÓN EN TURISMO.....	7
2.1 LA IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA HUMANIDAD Y LOS DESAFÍOS DE SU GESTIÓN	7
2.2 LA IMPORTANCIA DEL AGUA Y SU USO EN EL TURISMO	7
2.3 LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL TURISMO.....	9
2.4 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE AGUA.....	9
2.4.1 <i>Perspectivas de la gestión del agua desde la demanda</i>	9
2.4.2 <i>Perspectivas de la gestión del agua desde la oferta</i>	11
2.5 LA IMPORTANCIA DE LAS ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DEL AGUA EN TURISMO.....	12
2.5 EL AGUA Y EL DESARROLLO DEL TURISMO EN ESPAÑA	14
2.5.1 <i>El uso del agua en España</i>	14
2.5.2 <i>Las políticas del agua en España</i>	15
2.6 EL AGUA Y EL TURISMO. PRINCIPALES PRODUCTOS Y ÁREAS TURÍSTICAS	16
2.7 CAMBIOS MEDIOAMBIENTALES EN LA HIDROLOGÍA Y LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS PIRINEOS. DESAFÍOS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	19
3. EL TURISMO RECREATIVO SOSTENIBLE EN REGIONES DE ALTA MONTAÑA COMO MEDIDA PREVENTIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	22
3.1 LA INDUSTRIA DEL TURISMO RECREATIVO SOSTENIBLE	22
3.2 EL IMPACTO DEL TURISMO RECREATIVO EN LAS MONTAÑAS PIRENAICAS.....	23
3.2.1 <i>La protección y la gestión sostenible de los lagos Pirenaicos aragoneses (ibones).</i>	24
4. TURISMO DE NIEVE EN EL PIRINEO ARAGONÉS.....	26
4.1 EL TURISMO DE INVIERNO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PIRINEOS. LA FABRICACIÓN DE NIEVE Y EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA.	27
4.2 EL ESQUÍ: UNA ACTIVIDAD ESTACIONAL MUY SENSIBLE A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.	28
4.3 LA PRODUCCIÓN DE NIEVE ARTIFICIAL	29
4.4 IMPACTO HIDROLÓGICO POR LA PRODUCCIÓN DE NIEVE ARTIFICIAL	30
4.5 LA RELACIÓN ENTRE LA CLIMATOLOGÍA Y LA AFLUENCIA TURÍSTICA	34
5. CONCLUSIONES	38
6. RECOMENDACIONES	40
7. REFERENCIAS.....	41

RESUMEN

El turismo es reconocido cada vez más por ser una industria con un importante uso y consumo de agua a escala local, regional y global. Consecuentemente, la gestión eficiente de los recursos hídricos es considerada un desafío clave en relación con la sostenibilidad del sector turístico.

Este estudio de investigación se centra en la importancia del agua como un recurso natural para desarrollar actividades turísticas y en su gestión, y enlaza con la sostenibilidad del turismo recreativo en destinos de alta montaña. En España, se considera alta montaña a las formaciones de más de 2.500 metros en la región sur del país y más de 2.000 metros en la región norte. Finalmente, se aborda el turismo de nieve en el Pirineo (norte de España); su estrategia de desarrollo, cómo el cambio climático está afectando al turismo de invierno y los métodos resolutivos que se han llevado a cabo para combatirlo, y los impactos generados por la creación de nieve artificial.

ABSTRACT

Tourism is increasingly recognized as a significant water-using and water-consuming industry on local, regional and global scales. Consequently, the efficient management of water resources is considered a key challenge regarding sustainability of the tourism sector.

This research study focuses on the importance of water as a natural resource to develop tourism activities and its management and links with the sustainability of recreational tourism in high mountain destinations. In Spain, it is considered high mountain more than 2,500 metres at the South region and more than 2,000 metres at the North region. Finally, an approach is made for snow tourism in The Pyrenees (north of Spain); its development strategy, how climate change is affecting winter tourism and what resolution methods have been carried out and the impacts of artificial snowmaking.

PALABRAS CLAVE

Gestión del agua, uso del agua, turismo recreacional, Pirineo, turismo de nieve, producción de nieve, disponibilidad del agua, sostenibilidad, abastecimiento, cambio climático.

KEYWORDS

Water management, water use, recreational tourism, Pyrenees, snow tourism, snowmaking, water availability, sustainable, supply, climate change.



1. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son explotados por el ser humano para satisfacer sus propias necesidades y estos recursos soportan una enorme demanda estacional, particularmente en destinos específicos de España. La mayoría de estos lugares son las áreas preferidas de los visitantes para desarrollar sus actividades de ocio.

España es un país turístico con una excelente infraestructura para el sector servicios. En 2016, el sector representó un 11'2% del Producto Interior Bruto (PIB) con un valor de 125.529 millones de euros, y en el mismo año registró 2'56 millones de puestos de trabajo, el 13% del total nacional (Instituto Nacional de Estadística, INE, 2016)

Este estudio se centra en la importancia del agua y su gestión como un recurso natural encontrado en la naturaleza. Considera tanto el ámbito de la demanda como el del abastecimiento del agua para el turismo porque esta industria depende en un grado considerable del agua (Ej.: hoteles, comida, jardines, piscinas, desarrollo de actividades, etc.). En el caso concreto de España, el agua ha sido un elemento importante para las diferentes poblaciones y culturas que han atravesado el territorio peninsular a lo largo de los siglos. El agua ha sido y sigue siendo empleada para numerosos propósitos y existen algunas políticas que regulan y protegen este maravilloso recurso natural tan necesario para la vida. Una explicación de los diferentes productos turísticos desarrollados usando agua también se incluye en esta investigación. A continuación, se ofrece una discusión sobre los Pirineos y el uso del agua y su gestión.

La segunda sección de este estudio es sobre el turismo recreacional en alta montaña y su impacto en el Pirineo español

Finalmente, la investigación concluye con el turismo de nieve desarrollado en los Pirineos y el impacto hidrológico que supone la creación de nieve artificial para el desarrollo del esquí y otros deportes de invierno en las montañas del norte, centrado específicamente en la región aragonesa. Todo ello se relaciona con el cambio climático y se realiza un análisis de sistemas de dispersión con una serie de variables relevantes para la recomendación de un nuevo modelo turístico de invierno.

Para terminar, se incluyen algunas recomendaciones para el futuro con el fin de lidiar con los problemas relacionados con la disponibilidad y el uso del agua.

2. LA IMPORTANCIA DEL AGUA Y SU GESTIÓN EN TURISMO

2.1 La importancia del agua para la humanidad y los desafíos de su gestión

En los últimos 50 años el consumo global de agua se ha triplicado y, consecuentemente, la escasez de agua afecta a una gran y constantemente creciente parte de la humanidad, pues ya en 1995, aproximadamente 450 millones de personas vivían bajo un severo estrés hídrico. Hoy en día, 1'2 – 1'4 billones de personas más viven en estas condiciones en el norte de África, la región Mediterránea, Oriente Medio, el sur de Asia, el norte de China, Australia, los Estados Unidos, México, el noroeste de Brasil y la costa oeste de Sudamérica (Vörösmarty et al., 2000; Arnell, 2004 citado por Gössling, 2012). Para el año 2100, se estima que hasta 3'2 billones de personas tendrán que enfrentarse a la escasez de agua en un escenario de cambio climático global en el que las temperaturas medias habrán aumentado 4°C (Parry et al., 2009). Las cifras anteriores reflejan lo importante que es la gestión del agua para la humanidad.

Como indica Pedro Arrojo (2006), en este milenio, la humanidad se enfrenta a tres desafíos en relación con la gestión del agua:

1. Garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos de la Tierra.
2. Promover nuevos modelos de gestión pública en una democracia globalizada que garantiza los derechos humanos
3. Recuperar nuestra conexión emocional con el agua, retomando los valores patrimoniales de belleza, placer e identidad territorial y colectiva de nuestros humedales, lagos y ríos.

2.2 La importancia del agua y su uso en el turismo

Es obvio que la población local consume agua en sus hogares, pero hay una fuerte evidencia de que el turismo aumenta el consumo de agua en general. Sin embargo, el uso del agua directamente relacionado con el turismo es considerablemente inferior al 1% del consumo mundial, y no será significativo, aunque el sector siga creciendo (Gössling et al., 2012). Por otro lado, la actividad económica que más agua consume es el regadío para la agricultura, que contabiliza un 70% del total del consumo de agua a nivel global. Como declara el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007), mientras que la demanda de agua se espera que aumente, los recursos hídricos disponibles disminuirán en muchas regiones debido a la disminución de los recursos hídricos fósiles no renovables (tanto las aguas subterráneas como el hielo

glacial), la contaminación de los cuerpos de agua y las fuentes subterráneas, y el cambio climático, encaminado a reducir los niveles de precipitación e incrementar la frecuencia de la aridez y aumentar la evaporación y los cambios en los patrones de escorrentía.

El turismo es una industria dependiente del agua dulce y, a su vez, es un sector con un importante uso de ésta. Los turistas necesitan y consumen agua para higiene personal, cuando participan de actividades como el turismo de esquí o de golf (producción de nieve artificial y riego de campos de golf) y cuando hacen uso de las zonas de spa o las piscinas. El agua dulce también es necesaria para mantener los jardines y el paisajismo de los diferentes alojamientos y atracciones turísticas y se incorpora en el desarrollo de la infraestructura turística, la producción de alimentos y los combustibles (Chapagain & Hoekstra, 2008; Gössling, 2001; Hoekstra & Hung, 2002; Pigram, 1995; WorldwatchInstitute, 2004 citado por Gössling et al., 2012). Muchos de los tipos de turismo existentes son también dependientes indirectamente del agua, incluyendo, para citar un ejemplo, el turismo de nieve (paisajes nevados de invierno) que será expuesto más adelante en este estudio.

Según la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2008), se espera que para el año 2020 el uso de agua en turismo se vea incrementado debido a:

- El aumento del número de visitantes
- La búsqueda de los visitantes de mayores estándares hoteleros
- El aumento de la intensidad hídrica de las actividades turísticas

El deseo de los turistas por encontrar estándares hoteleros más altos que la media mencionado anteriormente, es determinante para seguir pensando que el aumento del consumo de agua irá en aumento, debido sobre todo a los balnearios y piscinas instalados en los hoteles, pero también mayores demandas indirectas de alimentos y un aumento en el uso medio de los combustibles por viaje. En lo relativo a las áreas donde se practica el esquí y al dominio esquiable, el número de éstas ha ido aumentando lentamente durante los últimos 25 años. En general, la proporción de terreno esquiable cubierta por nieve artificial ha crecido sustancialmente, y se prevé que esta tendencia continuará a medida que las zonas de esquí intenten reducir su vulnerabilidad a la creciente variabilidad climática.

Como afirman Gössling et al. (2012), incluso aunque el sector turístico consuma menos del 1% del uso nacional del agua, la situación puede cambiar a nivel regional,

particularmente cuando el agua es escasa y hay un número considerable de turistas. En el futuro, el turismo se enfrentará a mayores problemas en relación con la disponibilidad de agua y su calidad en muchas regiones debido al creciente uso del agua y al cambio climático.

2.3 La gestión del agua en el turismo

Como se ha mostrado con anterioridad, el impacto del turismo en la disponibilidad y calidad del agua potable depende en gran medida de varios elementos. Por tanto, como Gössling et al. (2012) declaran, existe la necesidad de realizar valoraciones de la capacidad de agua a nivel local y regional y elaborar auditorías para entender el papel del turismo como un agente potencialmente insostenible en el uso de agua. Una vez que dichas auditorías se consigan, se podrán hacer recomendaciones para que tanto empresas como agencias locales de agua puedan usar esas recomendaciones para implementar sus planes de uso del agua en relación con el marco propuesto en las auditorías.

Uno de los elementos de los que depende la disponibilidad y calidad del agua es el cambio climático. Sus efectos pueden configurarse para las distintas regiones e integrarse en escenarios de uso del agua para identificar las estrategias adecuadas con el fin hacer frente al estrés hídrico en el futuro.

2.4 Estrategias de gestión de agua

En general, la gestión del agua puede estar basada en dos estrategias (Bates et al., 2008):

- La gestión del agua desde el lado de la demanda (reducir el consumo de agua).
- La gestión del agua desde el lado de la oferta (incrementar las provisiones de agua).

2.4.1 Perspectivas de la gestión del agua desde la demanda

Todas las instalaciones turísticas pueden ahorrar cantidades sustanciales de agua. Tal y como estiman Cooley et al. (2007), los hoteles pueden reducir su consumo interno de agua en un 30% con la instalación de equipos de eficiencia hídrica. Y existe aún más potencial a la hora de reducir la demanda externa de agua. O'Neill, Siegelbaum y el Grupo RICE (2012) proporcionan estimaciones de eficiencia más bajas en cierta medida; sugieren un potencial medio de reducción del 10%-20%, aunque de hasta el 45% en hoteles individuales.

Esta estrategia puede ser aplicada en multitud de escenarios como por ejemplo en jardines, piscinas, habitaciones de huéspedes, cocinas, actividades y departamentos de dirección. En este cuerpo literario, medidas específicas para las siguientes situaciones, que son de interés general, son explicadas:

- Jardines: el riego es un elemento crucial en el uso del agua. El paisajismo puede reducir considerablemente la cantidad de riego necesario. Por ejemplo, Smith et al. (2009) sugiere que minimizar el consumo de agua en el paisajismo puede ahorrar un 30% - 50% de agua. Ello mediante la instalación de contadores de agua para monitorizar el uso del agua, la selección de vegetación y céspedes resistentes a la sequía, la fertilización de las zonas verdes para reducir la evaporación, la instalación de sistemas de riego por goteo y el uso del agua de lluvia o aguas grises para regar (Gössling et al., 2012).
- Piscinas: las piscinas pueden ser las responsables de un considerable consumo de agua. Por consiguiente, la medida más importante a llevar a cabo es reducir su tamaño y evitar paraques con grandes piscinas durante el diseño de hoteles. Además, fuentes, cascadas u otras funcionalidades que incrementan la evaporación deben ser evitadas. Por ejemplo, las cubiertas nocturnas de las piscinas pueden recoger los desbordamientos y dirigirlos de vuelta a la piscina (Smith et al., 2009).
- Habitaciones para huéspedes: en las habitaciones para huéspedes, los inodoros, duchas y grifos de éstas pueden ser reemplazados por otros más eficientes. Como indican Lazarova et al. (2003) y Hill et al. (2012), los cambios en la cantidad de agua que es empleada para la limpieza, o la sustitución de ese agua por agua reciclada, serán medidas altamente económicas. Del mismo modo, los cabezales de ducha de bajo caudal pueden reducir el consumo de agua a la mitad, en comparación con los sistemas de cabezales de ducha más antiguos.
- Cocinas: en las cocinas se emplea agua para limpiar, preparar alimentos, descongelar comidas y lavar utensilios. Cambiar las prácticas de cocina, usando lavavajillas eficientes, máquinas de creación de hielo y reguladores de control del flujo de agua en fregaderos puede reducir significativamente el uso del agua a la vez que son medidas altamente económicas (Smith et al., 2009).
- Actividades: existen una gran cantidad de medidas que pueden ser conseguidas a fin de reducir el consumo de agua en las actividades turísticas. Como postulan Rodríguez Díaz et al. (2007), los campos de golf pueden realizar mediciones de

la humedad para controlar y optimizar el uso de agua. Algunas de estas medidas podrían consistir en reducir el exceso de riego, reducir las superficies de juego, cambiar el tipo de césped a especies que demandan menos agua o a otras que toleren la sal, utilizar aguas grises o aguas tratadas para el riego, entre otras (Balogh & Walker, 1992; Ceron & Kovack, 1993; Ceron, 1990; Hawtree, 1983, citado por Gössling et al., 2012).

- Departamentos de dirección / gestión: la dirección puede centrarse en proporcionar programas educativos para el personal y diseñar paneles informativos sobre cómo ahorrar agua, dirigidos también a los turistas. La medición del consumo de agua y el establecimiento de normas pueden ayudar a comprender mejor los patrones de consumo. El uso de agua reciclada para usos no potables es una forma de reducir la presión sobre los suministros de agua, y está atrayendo un mayor interés de las autoridades de gestión del agua y de las empresas turísticas (Gikas & Tchobanoglous, 2009a, 2009b; Hills et al., 2002; Lazarova et al., 2003, citado por Gössling et al., 2012). En general, la reducción del consumo de agua suele ser una medida económica. Fortuny et al. (2008) muestran, por ejemplo, que muchas de las tecnologías de ahorro de agua, como los limitadores de caudal en grifos y duchas, o las cisternas de inodoros con opciones de descarga reducida, tienen tiempos de amortización cortos, lo que las hace económicamente atractivas. Por el contrario, como indican Prettenthaler y Dalla-Via (2007), los bajos costes del agua son una barrera potencial para entrar a la acción y controlar su consumo. Estos puntos de vista deben tenerse en consideración en las políticas del agua, que pueden centrarse en el control del consumo a través del aumento de los costes, y en las que puede exigirse un aumento considerable de los precios del agua para sensibilizar a las partes interesadas e implicarlas de forma proactiva en las medidas de ahorro de agua.

2.4.2 Perspectivas de la gestión del agua desde la oferta

En vista de que las necesidades humanas son ilimitadas pero los recursos locales limitados, el abastecimiento de agua ha sido una de las claves para el crecimiento de los destinos turísticos (Vera Rebollo, 2006).

Existen varias opciones para aumentar las capacidades de agua disponibles. A modo de ejemplo, la prospección y extracción de agua subterránea puede suministrar agua adicional en situaciones en las que no se dispone de suficientes recursos hídricos, mientras que se puede prestar más atención al uso de agua reciclada para usos urbanos no

potables, como la descarga de la cisterna de los inodoros o el riego de las zonas verdes (Lazarova et al., 2003). Desafortunadamente, la primera práctica tiene amenazas como, por ejemplo, que las aguas subterráneas son extremadamente vulnerables a la contaminación y que los acuíferos son también cada vez más vulnerables a la salinización si están cerca de masas de agua salada como resultado del aumento del nivel del mar.

La opción más ampliamente considerada para mejorar los recursos hídricos es la desalinización, una medida de las más ecológicas que existen, a pesar de que este procedimiento aumenta considerablemente el consumo de energía y, en muchas zonas no conectadas a la red nacional, la dependencia de la importación de combustible para hacer funcionar el generador utilizado produce considerables emisiones adicionales de gases de efecto invernadero perjudiciales para el medio ambiente (Gössling et al., 2012).

En resumen, los costes de hacer frente a las actuales y futuras demandas de agua bajo escenarios relacionados con un importante cambio climático han de ser considerados. A nivel mundial, Parry et al. (2009) calculan que hacer frente a la escasez de agua ocasionada por el cambio climático costará entre 9.000 y 11.000 millones de dólares adicionales al año. Aunque ellos mismos también hacen hincapié en que es probable que esto sea una subestimación de los costes de adaptación, pues no son datos reales si la suma no incluye los costes de los bienes perdidos relacionados con el turismo, como lagos, ríos y arroyos, cuyo uso recreativo amenaza y deteriora la calidad del agua. Aunque solo una parte de estos costes recaería en el turismo, éstos, sin embargo, abogarían por una importante política climática para limitar las emisiones y un mayor esfuerzo en la gestión y conservación de la calidad del agua por parte de las empresas.

2.5 La importancia de las estrategias de gestión del agua en turismo

Como se ha analizado anteriormente la importancia del agua es clave en el sector turístico y, su disponibilidad limitada, mala calidad del agua o la representación de una crisis del agua en los medios de comunicación pueden, por consiguiente, perjudicar gravemente la imagen de los destinos turísticos (Hall, 2010; Hall and Stoffels, 2006, citado por Gössling et al., 2012).

En comparación con el uso de agua en otros sectores económicos, como la agricultura, el turismo suele ser menos relevante. Sin embargo, en algunos países, así como a nivel

regional, el turismo puede ser el principal factor en el consumo de agua, por ejemplo, en las regiones costeras de España. En estas áreas, puede aumentar la presión directa sobre los ya disminuidos recursos hídricos y competir con el uso del agua de otros sectores económicos, así como con las necesidades de subsistencia de las poblaciones locales (Thiel, 2010). Además, el turismo también puede contribuir a la disminución de la calidad del agua de los ríos o del destino y de los suministros de agua potable como resultado de un deficiente o incluso inexistente tratamiento de las aguas residuales, que luego penetran en los acuíferos y en los sistemas hídricos, lo que lleva a la contaminación de las aguas (Dillon, 1997; Kocasoğlu, Mutlu & Aylin Zeren Alagöz, 2008 citado por Gössling et al., 2012). Significativamente, en una serie de regiones con cada vez mayor escasez de agua, como el Mediterráneo, la concentración del turismo en el tiempo y el espacio como resultado de la demanda turística estacional, puede ejercer una enorme presión sobre los suministros de agua domésticos e industriales, así como sobre la infraestructura de las aguas residuales. Estas situaciones también ponen de relieve la importancia de analizar las demandas de agua de la industria turística a una escala temporal y espacial adecuada, en lugar de basarse únicamente en evaluaciones realizadas anualmente o a escala nacional.

En el artículo escrito por Gössling et al. (2012) se presenta que, dependiendo de la ubicación geográfica y las condiciones ambientales y/o climáticas, los principales factores de consumo de agua varían. Sin embargo, mientras que el uso directo del agua es más relevante para la gestión del agua en el destino, el uso indirecto del agua es responsable de una mayor contribución a la cantidad total de agua utilizada. En particular, se ha demostrado que la producción de alimentos y combustible tiene una huella hídrica comparativamente grande: solo el transporte de combustible hasta el destino puede más que duplicar el uso directo del agua. La alimentación es, quizás, el factor más relevante en el uso del agua, ya que es una necesidad básica se viaje o no y, el consumo adicional de agua que se hace por el turismo a través del consumo de una mayor cantidad de alimentos aún no está identificado.

Dado el crecimiento mundial del turismo, la tendencia hacia alojamientos de mayor calidad y actividades de mayor consumo de agua, que probablemente coincidirán con cambios en el sistema climático mundial, conducirán a una disminución de los recursos hídricos en muchas regiones y aumentarán la presión sobre los recursos hídricos y los conflictos relacionados con el agua en muchos destinos. En consecuencia, el desarrollo del turismo en muchas zonas del mundo puede llegar a ser menos sostenible o dejar de ser viable. Esta situación requerirá claramente un enfoque más integrado del papel del

turismo en la gestión del agua. (Hall & Härkönen, 2006; Matias, Gago & Boavida, 2008, citado por Gössling et al., 2012).

Para adaptarse a los inevitables cambios en la disponibilidad de agua, así como para mitigar su propia contribución al cambio climático y su presión sobre los limitados recursos hídricos, el turismo debe participar en la gestión de la energía y el agua, centrándose en la política, la gestión, la investigación y el desarrollo, así como en la educación y el cambio de comportamiento para animar a los turistas y al personal a adoptar medidas de ahorro de agua (Gössling et al, 2012).

2.5 El agua y el desarrollo del turismo en España

Durante miles de años, el agua ha sido empleada por los seres humanos en la Península Ibérica para sus actividades económicas. Comprensiblemente, con diferentes grados de uso y al abrigo de las tendencias de cada momento histórico. Los remotos usos que se le ha dado al agua han sido actividades como el riego, la producción o la electricidad. Desde principios del siglo XXI, las tendencias en el uso del agua han ido cambiando. En un mundo urbanizado, el agua es un elemento de ocio y riqueza natural, un componente intrínseco del patrimonio cultural mediterráneo español (García González, 2004). A veces llamada “Nueva Cultura del Agua” por algunos autores, es difícil de entender en otros escenarios que no tienen la tradición e importancia hídrica presente en España.

2.5.1 El uso del agua en España

Como propone García González (2004), el agua en España es empleada para varios fines:

- Cumplir con los caudales ecológicos.
- Aplicar nuevos planes como “áreas protegidas”: agua para un parque nacional, para un puente histórico o una ciudad.
- Abastecer las demandas internacionales, pero también las nacionales. En cuanto a los sistemas de abastecimiento de agua en España, Vera Rebollo (2006) señala que debido al crecimiento de la población estacional y a la dinámica demográfica de los grandes destinos, cuya población permanente crece de forma espectacular, es necesario establecer sistemas de abastecimiento con recursos no locales a diferentes escalas espaciales:
 - Entre los municipios costeros dedicados al turismo como actividad emergente y el interior montañoso, con marcado componente rural y tendencias económicas y demográficas regresivas.

- Entre diferentes comarcas, destacando el caso del embalse de Yesa, situado en la comarca de las Cinco Villas, en Aragón, que abastece de agua desde los Pirineos a través del río Aragón, tanto a la población como a los cultivos de parte de la provincia de Zaragoza y gran parte de Navarra gracias a su gran capacidad (446'86 hm³). En un futuro próximo se espera que esta capacidad de triplique (1079 hm³).

2.5.2 Las políticas del agua en España

Para poder tener éxito en las prácticas mencionadas con anterioridad, es importante establecer un marco legal que regule todos los asuntos implicados en la gestión del agua.

Como explica García González (2004), en este mismo momento del siglo XXI, existen algunos factores que no eran predominantes en el pasado y que ahora influyen a las principales políticas:

- Influencia Europea

La creación del Ministerio de Medioambiente (actualmente denominado Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) por el gobierno español ha sido un hito histórico para el conjunto de las políticas. La calidad del agua, la lucha contra la contaminación hídrica, etc. son aspectos importantes a nivel de la Unión Europea debido al grado de desarrollo económico que suponen y sus efectos en las aguas.

Además, la *Directiva Europea de las Aguas 2000/60/EC* destaca como uno de los documentos más importantes de los últimos años sobre el agua. Finalmente, las Políticas Económicas Europeas son también importantes, pues el agua genera importantes actividades económicas.

- El Marco Regional

El tema del agua en España depende del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Las cuencas hidrográficas (Ebro, Guadiana, Guadalquivir, Aragón, etc.) son entidades públicas adscritas al Ministerio, que a su vez son administradas regionalmente por las Confederaciones Hidrográficas, que consisten en comunidades formadas por los propios agricultores, que las emplean para el regadío (Ej.: Confederación Hidrográfica del Ebro).

- El Plan Hidrológico y los trasvases

En cuanto a la planificación hidrológica, España está a la vanguardia europea y otros países imitan el modelo español. Es por ello por lo que se han llevado a cabo diferentes planes donde la construcción de embalses ha sido la actividad principal, o la transformación de los métodos de riego en áreas extensas, o la producción eléctrica en grandes complejos.

2.6 El agua y el turismo. Principales productos y áreas turísticas

García González (2004) defiende su propio punto de vista cuando declara que, en el contexto de un turismo nacional o internacional, existen algunas tendencias que están mejorando el crecimiento de los flujos turísticos en regiones de interior y menciona los principales productos relacionados con el agua, diferenciados en los grupos que se encuentran alrededor:

- Cruceros fluviales

Dentro del turismo de interior existe una importante demanda para el pleno desarrollo de los espacios fluviales en sus diversas versiones como actividades paisajísticas, atracciones culturales, etc. Hablando de la Península Ibérica, el río Duero es el ejemplo más fascinante de desarrollo turístico donde, gracias a su amplitud, hay un gran número de barcos que ofrecen cruceros a lo largo de su recorrido. Como lo demuestran Fazenda, Nunes da Silva y Costa (2010), ésta región ha desarrollado acciones turísticas sostenibles, coherentes, integradas y eficientes que han contribuido a la gestión del destino. Según informa el estudio, el Valle del Duero es el primer destino del mundo que ha sido evaluado por el *World Centre of Excellence for Destinations* y ello se debe a su oferta turística diversificada relacionada con el vino, la cultura, el agua y el paisaje, entre otras acciones bien gestionadas como las cuestiones medioambientales o las infraestructuras.

- Zonas de baño y ocio

En España, hay un número considerable de regiones que cuentan con una serie de espacios naturales como cascadas, barrancos, lagos, piscinas naturales, pequeños ríos, lagunas y embalses que influyen en los flujos de visitantes, especialmente en verano. En todos estos lugares es posible realizar diversas actividades recreativas como piragüismo, vela, windsurf, turismo de aventura, etc. También existen zonas de picnic con posibilidad de acampar en algunas de

ellas. Cabe señalar que las pequeñas presas del país, en las que se pueden practicar actividades como la pesca o el baño, tienen un notable valor ecológico.

- Actividades turísticas complementarias

Las actividades turísticas relacionadas con el ocio juegan un papel cada vez más destacado. Los usos de las aguas fluviales y de los embalses abarcan una amplia gama de deportes náuticos: natación, remo, esquí acuático, etc. Estas actividades son uno de los pilares de la consolidación del turismo en los destinos de interior y en algunas regiones el boom ha sido excepcional al abrigo del turismo rural o de los deportes extremos.

El caso de los Pirineos es un buen ejemplo. Como los define el portal oficial de turismo de España:

"Los Pirineos son la gran cadena montañosa que separa el norte de España del resto de Europa, y es fascinante por sus impresionantes paisajes naturales. [...]. Es una frontera natural donde el agua, los bosques y los valles dominan el paisaje y donde te esperan muchas y emocionantes sensaciones, porque los Pirineos son sinónimo de emoción y aventura".

Algunas de las actividades que el visitante puede practicar en este abrupto paisaje son: senderismo, escalada y montañismo, rafting, kayak, espeleología, orientación, deportes de invierno, parapente, ala delta, ultraligero, bicicleta de montaña, equitación y caza.

- Balnearios. Agua y tradición

Los balnearios son una de las principales formas de turismo relacionadas con el agua. En muchas zonas de la Península Ibérica tienen una gran tradición balnearia. Recientemente, este tipo de turismo ha tenido un auge a nivel nacional con al menos 100 instalaciones termales y balnearios. Según el Observatorio Nacional de Termalismo y Desarrollo había 113 balnearios en funcionamiento en 2016. Todas las regiones de España cuentan con balnearios, aunque hay algunos que destacan como Galicia (20), Cataluña (18) o Aragón (12).

- El agua y el patrimonio natural y cultural

En la Península Ibérica, el patrimonio cultural es muy importante. En la mayoría de los planes turísticos, los elementos relacionados con el patrimonio son cada vez más apreciados en los aspectos naturales y culturales, influenciados por la

UNESCO y su clasificación como "Patrimonio de la Humanidad". La presencia de monumentos, edificios, etc. relacionados con el agua es notable y muchos de ellos son focos de atracción turística. En general, el mayor número de sitios y edificios relacionados con el patrimonio hídrico podría agruparse en:

- Puentes: el repertorio es amplio, variado y excepcional. Como ejemplo cabe mencionar los puentes de Alcántara (Cáceres) y el puente romano de Córdoba.
- Los acueductos: el acueducto de Segovia, San Telmo en Málaga o Lodosa en Navarra son ya ejemplos famosos.
- Los antiguos embalses: en la Península Ibérica existe un excepcional legado histórico de embalses, desde los construidos por los romanos hasta los de época moderna, pasando por los de origen árabe-medieval.
- Baños y balnearios: pocos lugares en el mundo pueden tener, en pleno funcionamiento, complejos termales históricos como España. Vilas del Turbón, en Aragón, y Lanjarón, en Andalucía, son buenos ejemplos de ello.
- Molinos, norias, acequias, canales y arroyos: quizás los vestigios históricos más abundantes de España en el ámbito de las aguas. Buenos ejemplos son Esla (León), el Molino Árabe (Córdoba) o la Rueda de Ñora (Murcia).
- Abrevaderos y estanques: el patrimonio ganadero está formado por numerosos kilómetros de vías pecuarias, caminos y senderos donde el agua ha sido un elemento importante para llevar a cabo la trashumancia.
- Fuentes y jardines: son habituales en muchos itinerarios urbanos como en plazas, salidas de localidad, paisajes, etc. Generalmente, son lugares para el ocio y la recreación.

En resumen, el agua es uno de los principales componentes del paisaje en muchos lugares. Como ejemplo mundial de la presencia de agua, cabe señalar el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel (Ciudad Real) y la necesidad permanente de trasvase desde los ríos Tajo y Segura para su supervivencia. Otros ejemplos serían: Doñana (Andalucía) y la Cola de Caballo, una impresionante cascada situada en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Aragonés). Pero también cabe destacar la Alhambra de Granada, donde con el paso del tiempo se fue construyendo una complicada red hidráulica, destacando sus acequias, cisternas, jardines, ramales subterráneos, fuentes y cuencas artísticas, baños árabes y pozas que reciben las aguas del río Darro.

2.7 Cambios medioambientales en la hidrología y la gestión del agua en los Pirineos. Desafíos para el cambio climático.

Por último, es importante abordar la gestión del agua en el Pirineo español, ya que más adelante en esta bibliografía se realiza una investigación sobre el uso del agua en el desarrollo del turismo recreativo de alta montaña y de nieve en el mencionado Pirineo.

Las montañas son la principal fuente de agua para muchos de los ríos del mundo (Viviroli et al., 2003) particularmente en ambientes mediterráneos y semiáridos donde las montañas se comportan como "islas" de humedad.

Según López-Moreno, Beniston y García-Ruíz (2008), esta situación ha favorecido la construcción de infraestructuras hídricas de abastecimiento de agua para las zonas de regadío y los núcleos urbanos a través de embalses y de una compleja red de canales que deben dar servicio a un clima mediterráneo extremadamente irregular, con largos e intensos períodos secos e inundaciones catastróficas que amenazan vidas y propiedades.

Estos problemas hacen que la administración de los recursos hídricos sea una cuestión clave para la gestión del suelo en la región mediterránea.

Por todo lo expuesto anteriormente, López-Moreno, Zabalza, Vicente Serrano, Revuelto, Gilaberte, Azorín Molina, Morán Tejeda, García Ruíz y Tague (2014) realizaron un estudio de simulación de la combinación de cubierta terrestre y cambio climático en la hidrología de los Pirineos, así como otra simulación de gestión de un embalse pirenaico (Yesa) para escenarios futuros. Las simulaciones fueron desarrolladas utilizando el Sistema Regional de Simulación Hidroecológica (RHESys), definido por Tague y Band (2004) como "un modelo hidroecológico diseñado para simular el ciclo integrado del agua, el carbono y los nutrientes y su transporte sobre terrenos complejos a escalas pequeñas y medianas".

Tras una investigación bibliográfica sobre la temática se ha realizado una síntesis que muestra las principales afecciones medioambientales que puede tener el cambio climático en la gestión medioambiental del Pirineo. A continuación se muestra una tabla donde aparecen las ideas clave y los autores que las presentan:

IDEAS CLAVE	AUTORES
Construcción de infraestructuras para el suministro, producción y almacenamiento de agua	López Moreno et al. (2014) Batalla et al. (2004) López y Justribo (2010) García Vera (2013) López Moreno et al. (2011)

Disminución de la escorrentía y del rendimiento hídrico de los ríos	García-Ruiz et al. (2011) Lopez Moreno et al. (2014) Beguería et al. (2003) Gallart y Llorens (2003) López Moreno et al. (2008) Lasanta et al. (2000) García Ruiz et al. (2008) López Moreno et al. (2004) Milly et al. (2005) Nohara et al. (2006) Majone et al. (2012) García-Vera (2013)
Aumento de la temperatura y la evaporación y disminución de las precipitaciones y de la acumulación de nieve	Lopez Moreno et al. (2014) El Kenawy et al. (2012) López Moreno et al. (2011) López Moreno et al. (2005) Nogués Bravo et al. (2008) García Ruiz et al. (2011)
Cambios en el uso de la tierra	Lopez Moreno et al. (2014) Lasanta (1988) López Moreno et al. (2008) Playón y Mateos (2006) Lecina et al. (2010)
Reducción de caudales	López-Moreno et al. (2014) López-Moreno y García-Ruiz (2004) Christensen y Lettenmaier (2007) Barnett et al. (2008) Dawadi y Ahmad (2012)
Revegetación	García-Ruiz et al. (2011) López Moreno et al. (2014) Weatherheada y Howden (2009) Warburton et al. (2012) Zégre et al. (2010) Bunte y MacDonald (1995) Andréassian (2004) Calder (2007)
Incertidumbre en la disponibilidad futura de recursos hídricos	López Moreno et al. (2014) Parajuli (2010) Tong et al. (2012)

Los resultados obtenidos a raíz de esta simulación sugieren que los efectos combinados de los cambios en el clima y en la cobertura de la tierra llevarían a la necesidad de restricciones en el suministro de riego o en los caudales ambientales en 92 meses (38,3%) de los 20 años que dura la simulación. Investigaciones anteriores basadas en observaciones históricas indican que las reducciones de los caudales de salida aguas abajo del embalse de Yesa en las últimas décadas se están acercando a niveles críticos (López Moreno et al., 2014), lo que concuerda con los estudios de otras cuencas mediterráneas.

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha iniciado las obras de ampliación de la presa de Yesa, con el objetivo de casi triplicar la capacidad actual de almacenamiento del embalse. La ampliación a 1059 hm³ permitirá la aplicación de estrategias de gestión plurianuales. Así, el agua almacenada en los años húmedos estará disponible para su uso en los años secos subsiguientes. Esto puede reducir sustancialmente el número de meses en los que es necesario aplicar restricciones a los desagües de las presas. Sin embargo, los cambios previstos en el clima y en la cubierta terrestre podrían afectar gravemente al régimen del río Aragón aguas abajo de la presa, que está condicionado únicamente por los caudales ambientales, y podrían ser necesarias restricciones en un número sustancial de meses (22,5%). Además, el embalse resultaría claramente sobredimensionado, con casi ningún mes con un almacenamiento superior a 600 hm³.

Existe además un marcado aumento de la probabilidad de que se den restricciones de agua, especialmente en un contexto muy probable de aumento de la demanda de agua de, por ejemplo, la ciudad de Zaragoza, donde la población está mostrando un aumento constante en las últimas décadas, que pretenden consumir agua del río Aragón, sustituyendo el abastecimiento actual del río Ebro, o la zona regada del curso inferior del río Aragón, donde los regadíos se están ampliando y la actual modernización de los regadíos provoca un aumento de la demanda de agua debido a la expansión de cultivos que consumen mucho agua (hortalizas, alfalfa y maíz) (Playón y Mateos, 2006; Lecina et al., 2010, citado por López Moreno et al., 2014).

Los resultados de este estudio ponen de relieve la necesidad de desarrollar estrategias flexibles para la gestión del agua a escala local (en términos de operaciones en embalses), pero también a escala de la cuenca. Esto permitirá optimizar el uso del agua disponible en la cuenca del Ebro, muy variable en el tiempo y en el espacio (García-Vera, 2013). Los resultados también evidencian la necesidad de más investigación y la aplicación de tecnologías y prácticas de ahorro de agua, así como de un marco jurídico para garantizar el suministro y la calidad de los recursos hídricos. En este contexto, la integración de la ciencia y las políticas es una prioridad para abordar los desafíos de los impactos relacionados con el agua en condiciones de cambio ambiental continuo (Quevauviller, 2011).

3. EL TURISMO RECREATIVO SOSTENIBLE EN REGIONES DE ALTA MONTAÑA COMO MEDIDA PREVENTIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO

En relación con la sección anterior, la Organización Mundial del Turismo (OMT) define el turismo sostenible como:

"Un turismo que tenga plenamente en cuenta sus impactos económicos, sociales y medioambientales actuales y futuros, atendiendo a las necesidades de los visitantes, la industria, el medio ambiente y las comunidades anfitrionas"

El uso del concepto de sostenibilidad comenzó a generalizarse en España a finales de los años ochenta, cuando el Informe sobre Nuestro Futuro Común (*Our Common Future*) definió el desarrollo sostenible como aquel que satisface nuestras necesidades actuales pero sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades. Los componentes esenciales de la sostenibilidad son tres: la sociedad, la economía y el medio ambiente, y la comprensión básica de su filosofía radica en disociar la calidad de vida de un consumo excesivo de recursos, y en apreciar todos aquellos servicios prestados por la naturaleza (Naredo, 1996, citado por Arruebo, del Valle, Pardo, Rodríguez, Santolaria, 2014). Conseguir un turismo sostenible es un reto extremadamente complejo, dónde el equilibrio entre la protección del medio ambiente y la competitividad en el mercado son clave para el desarrollo sostenible de un destino turístico en alta montaña.

El éxito en la creación de valor está, por tanto, estrechamente relacionado con una gestión ética de las bases de la sostenibilidad a nivel de destino turístico. Sin embargo, la realidad demuestra que, en este tipo de destinos turísticos, la prosperidad económica tiene una importancia relativamente superior a otros aspectos como el bienestar de los trabajadores, la satisfacción de los visitantes o la cultura y la conservación de la naturaleza.

3.1 La industria del turismo recreativo sostenible

Hoy en día, el turismo recreativo en el sector de alta montaña se enfrenta a serios y difíciles retos. El mercado, la demanda y el clima son los factores que más afectan al sector y están provocando profundos cambios (Sauvain, 1998 citado por Saz Gil y Carús Ribalaygua, 2008).

En cuanto al esquí, como señala Sauvain (1998), la lucha por conseguir cuotas de mercado obliga a los operadores de remontes mecánicos a mejorar la calidad de su

oferta (confort de las pistas, supresión de los tiempos de espera, etc.) y a intentar posicionarse con un producto en particular (Ej.: nieve 100% artificial). El hecho es que todas las mejoras con soporte tecnológico están disponibles para prácticamente todos los destinos, lo que provoca un aumento en el uso de nuevas instalaciones, un equilibrio de la oferta siempre a niveles más altos y una espiral de crecimiento de los costes.

Además, como observa Hudson (2000), a pesar de la creciente conciencia ambiental, tanto los destinos turísticos de alta montaña como su demanda tienen un largo camino por recorrer antes de comprender la necesidad y los beneficios de la creación de valor sostenible. Será difícil para un destino crear valor simplemente presentándose como "ecológico". Si desea aprovechar la ventaja que supone el concepto, debe asegurarse de que los trabajadores y los clientes lo entienden y de que el servicio ofrecido satisface las expectativas de los consumidores y los estándares del segmento de la industria.

En consecuencia, se debe buscar un proceso de aprendizaje colectivo basado en un debate abierto entre todos los actores afectados, en el que cada uno acepte rechazar su visión parcial a favor de una visión global del destino como un todo centrando sus objetivos en la mitigación del cambio climático y la consecución de la sostenibilidad.

3.2 El impacto del turismo recreativo en las montañas Pirenaicas

Desde principios del siglo XX, el turismo ha sido el motor de muchos ámbitos en los destinos (económico, social, cultural, etc.) (Crouch y Ritchie, 1999), controlando la migración de las zonas deprimidas a las ciudades a través de la creación de empleo y la mejora de las infraestructuras, dando importancia a las tradiciones locales o a la creación de una imagen de marca de los destinos a través del reconocimiento internacional de una región. De todo ello son buen ejemplo los centros recreativos que funcionan en los Pirineos (Ej.: ARAMÓN).

Sin embargo, también es cierto que el turismo ha sido fuente de impactos negativos como la especulación, la inflación, la corrupción, la venta del patrimonio cultural, la congestión humana, la hostilidad a la mano de obra extranjera, el impacto ecológico, etc. que también tienen presencia en los Pirineos.

Por ejemplo, la evolución del clima, tal y como está previsto, tiende a la concentración del turismo de alta montaña. Los centros recreativos que disfrutan de ubicaciones privilegiadas en cuanto a altitud y precipitación nival experimentarán un uso cada vez más intenso, a la vez que sus dominios esquiables sufrirán un uso masivo. Se multiplicarán

las demandas de equipamiento de los dominios esquiabiles situados en altitudes altas y sus conexiones con los dominios de bajo nivel, mientras que las pistas se equiparán con instalaciones artificiales de retirada de nieve, los remontes terrestres se sustituirán por telesillas, se tratará de abrir instalaciones en las que se acumulen pendientes sombreadas de la mayor cantidad de nieve posible y se modificará el terreno para adaptar el relieve y las infraestructuras de pista (Saz Gil y Carús Ribalaygua, 2008).

Tanto las actividades recreativas, con el esquí a la vanguardia, como la infraestructura necesaria para llevarlas a cabo, son el origen de toda una variedad de problemas ambientales que son verdaderos desafíos para los destinos. De hecho, según Hudson (2000), el principal obstáculo para el desarrollo del sector proviene de los problemas ambientales relacionados con el tráfico y la congestión humana, y con el uso intensivo de los recursos naturales por parte de los turistas.

La relación entre el agua y la nieve es obvia. Como sostiene Grabowski (1992), para la fabricación de nieve, los cañones de nieve utilizados consumen más de 2,8 millones de litros por kilómetro de pista. Además, algunos años más tarde la CHE (2005) afirmaba que la cifra era de $300\text{hm}^3/\text{año}$ en la cuenca del Ebro para usos recreativos, incluida la fabricación de nieve. Además, esta nieve se derrite muy lentamente y reduce el periodo de recuperación de la vegetación pirenaica durante el verano (Clarimont, 2008). A largo plazo, el paisaje y la atmósfera cambian, y el ecosistema se modifica.

Todo ello, unido a los impactos de las infraestructuras de acceso a los destinos, hace que lugares frágiles como los Pirineos, cuya capacidad de regeneración está fuertemente limitada por la altitud, se vean sometidos a una presión creciente. Los impactos sobre el suelo y el agua, así como las construcciones afectarán al paisaje pirenaico en los dominios de los centros de recreo aún más que hasta ahora (Saz Gil y Carús Ribalaygua, 2008).

3.2.1 La protección y la gestión sostenible de los lagos Pirenaicos aragoneses (ibones).

Relacionado con el turismo recreativo, es posible practicar numerosas actividades cerca de los lagos de alta montaña del Pirineo Aragonés. Los más comunes son el senderismo y el paisajismo. La importancia ecológica y medioambiental de estos lagos, así como el interés por su estudio, recuperación y regulación, puede justificarse en muchos aspectos, tanto sociales como científicos.

En este contexto, los ibones constituyen enclaves idóneos para implantar un modelo de gestión sostenible basado en la conservación de sus valores naturales y el desarrollo

ordenado de las diferentes actividades y usos que en ellos se realizan. En este marco, surgió una propuesta para declarar estos ecosistemas como Áreas Naturales Protegidas (Rodríguez et al., 2009). En la actualidad, alrededor del 40% del territorio aragonés cuenta con algún tipo de protección, lo que demuestra la sensibilidad de esta región hacia la conservación de la biodiversidad. Existe una Red de Espacios Naturales Protegidos en Aragón que incluye Parques Nacionales (Ej.: Ordesa y Monte Perdido, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO), Parques Naturales (Ej.: Posets-Maladeta), Reservas Naturales (Ej.: Laguna de Gallocanta), Monumentos Naturales (Ej.: glaciares pirenaicos), Paisajes Protegidos (Ej.: San Juan de la Peña y Monte Oroel) y Refugios de Fauna Silvestre (Ej.: Laguna de Sariñena). El especial valor de estos enclaves desde una perspectiva ecológica, científica, económica y humana justifica tal consideración (Rednaturaldearagon.com, 2017).

Como afirman Arruebo et al. (2014), los ibones son algunos de los ecosistemas acuáticos más frágiles y singulares de Aragón. Además, por su alto grado de aislamiento, cada lago pirenaico puede ser considerado como un ecosistema único en el que es posible observar las relaciones entre las diferentes especies, así como sus respuestas a los cambios ambientales y la influencia que la actividad humana ejerce sobre ellas (Margalef, 1983).

Desde una perspectiva científica, estos lagos son sistemas ideales para el control de los cambios globales a largo plazo, e incluso para la predicción de cambios en los patrones climáticos globales (Gurung, 2005). Además, ofrecen un enorme interés socioeconómico debido a su potencial de evaluación, uso y desarrollo sostenible desde un punto de vista recreativo, deportivo y de conciencia ambiental (Del Valle y Rodríguez, 2004).

A día de hoy, algunos de los ibones pirenaicos cuentan con cierta protección, bien porque están localizados dentro de algún Espacio Natural Protegido, bien porque están incluidos dentro del Inventario de Humedales Singulares (Decreto 204/2010), o ambas medidas a la vez. De este modo, disfrutan de un estado de protección que, aunque no es específico y acorde con sus características, permite su conservación y protección.

En cuanto al desarrollo socioeconómico de los Pirineos, y en particular el desarrollo de actividades recreativas relacionadas con la industria turística, existe un proyecto de investigación en vigencia financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo y liderado por el Instituto Pirenaico de Ecología denominado REPLIM, que consiste en una red de centros científicos y gestores especializados en la dinámica de lagos y turberas de alta montaña y su relación con el cambio climático. Su fin es contribuir al desarrollo y

aplicación de la estrategia y el plan de acción del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, basado en observar y evaluar el impacto del cambio climático en zonas de gran altitud y proporcionar datos científicos sólidos para desarrollar políticas de mitigación y adaptación, reconstruyendo los cambios pasados, documentando las tendencias actuales y modelando los previsible impactos futuros. Del mismo modo, pretende servir como método de concienciación para los agentes interesados y los ciudadanos (www.ipe.csic.es). Estos últimos, pueden colaborar con el envío de fotografías del estado de estos ecosistemas, hacer observaciones o conocer su evolución conectándose a través de una aplicación facilitada para ello.

4. TURISMO DE NIEVE EN EL PIRINEO ARAGONÉS

Por último, pero no por ello menos importante, esta investigación se centra en el turismo de nieve en el Pirineo desarrollado en la región del Pirineo Aragonés.

El Pirineo Aragonés es una cadena montañosa situada en el norte de la Península Ibérica, entre España, Andorra y Francia. Se extiende a lo largo de 415 kilómetros desde el Mar Mediterráneo (Cabo de Creus) al este, hasta su unión con la Cordillera Cantábrica al oeste.

Sobre el suelo del bosque, las montañas tienen dos recursos estacionales: nieve y hierba. Tal y como afirman García Ruiz et al. (1985 y 1986 citados por Lasanta, 2010), la presencia de nieve puede ser de hasta siete meses (de noviembre a mayo) en las montañas continentales de España como los Pirineos. Por el contrario, López Moreno et al. (2007) afirman que su permanencia se reduce considerablemente en aquellas montañas de condiciones oceánicas (Cordillera Cantábrica) o situadas en latitudes más bajas (Sistema Ibérico, Cordillera Central, Cordillera Bética).

Hasta hace muy poco, la nieve se utilizaba casi exclusivamente para mantener la temperatura del suelo e impulsar el desarrollo de los pastos alpinos y subalpinos. Por otra parte, los pastos eran un recurso clave para las economías de montaña. A su alrededor surgieron poderosas granjas de ovinos. Este ganado ovino realizó la migración estacional a tierras planas durante la estación fría (trashumancia), una vez que la nieve volvió a estar presente en las montañas (Balcells, 1976).

Sin embargo, a lo largo del siglo XX, la nieve es cada vez más importante. Como afirman Arnáez (1981) y Callizo (1991), se utiliza para esquiar y como mencionan López Moreno et al. (2008), también se utiliza como reserva de agua, que se acumula en embalses para abastecer ciudades, polígonos industriales y campos de regadío.

Como señala Lasanta (2010), el turismo de nieve se ha convertido recientemente en un sector económico clave en algunos municipios de la sierra española. Desde los años 60 se han construido 29 estaciones de esquí alpino, de las cuales 16 están situadas en los Pirineos, 5 en la Cordillera Cantábrica, 3 en el Sistema Ibérico, 4 en el Sistema Central y 1 en la Cordillera Bética. Además de las estaciones de esquí alpino, existen estaciones de esquí de fondo y se desarrollan otras actividades relacionadas con la nieve (paseos en trineo, construcción de iglús, conducción en motos de nieve, desplazamientos en raquetas de nieve, pernoctaciones en la nieve, etc.).

La explotación económica de la nieve en España trata de encontrar nuevas alternativas económicas que permitan reequilibrar el territorio y evitar el abandono del sector primario y el declive demográfico que sufre la montaña española desde mediados del siglo XX.

En Aragón se construyeron cinco estaciones de esquí alpino en el Pirineo entre 1965 y 1976: Candanchú (con una historia anterior que se remonta a 1920), Formigal, Cerler, Panticosa y Astún. El objetivo era desarrollar la actividad turística y mejorar la situación socioeconómica regresiva que se inició con el abandono progresivo de la zona por parte de la población y la grave crisis del sector primario desde principios del siglo XX.

Como observa Lasanta (2010), la situación demográfica de los Pirineos españoles ha mejorado desde la consolidación de las estaciones de esquí. Muchas poblaciones han emigrado a los municipios donde se establecieron las estaciones de esquí y han creado sus propios negocios relacionados con el turismo (82,2% de la población) y sólo unos pocos trabajan en el sector primario (2,6%). Esta situación es diferente a la de los municipios sin estaciones de esquí, donde la población está disminuyendo poco a poco y, en consecuencia, hay pocas oportunidades de progreso económico.

4.1 El turismo de invierno y el cambio climático en los Pirineos. La fabricación de nieve y el uso sostenible del agua.

Los recursos hídricos son un elemento indispensable para el desarrollo del turismo de nieve y para controlar los efectos del cambio climático en las zonas de montaña donde se practica el esquí (Clarimont, 2008). Para hacer frente a la notable disminución de las nevadas, la mayoría de las estaciones de esquí de los Pirineos han recurrido a la producción de nieve artificial. A pesar de que no existen estudios exhaustivos sobre la fabricación de nieve, el consumo de agua para el abastecimiento de cañones en el Pirineo debería ser muy inferior al consumo medio en la parte francesa de los Alpes (alrededor de 12 hm³ por temporada), dada la menor cantidad de estaciones de esquí.

Aun así, el fuerte y reciente aumento de la producción pirenaica de nieve artificial sigue siendo preocupante. La escasez de información sobre el consumo de agua en la fabricación de nieve se debe a que algunas estaciones de esquí se han negado a comunicar datos precisos sobre el tema. En otras estaciones, no se conoce exactamente el consumo de agua necesario para la producción de nieve artificial y/o el consumo de energía por falta de contadores específicos. Esto deriva en que no se puedan adoptar medidas específicas para mejorar la eficiencia del sistema.

4.2 El esquí: una actividad estacional muy sensible a las condiciones climáticas.

El turismo en general y el esquí en particular son actividades muy sensibles a las variaciones y cambios climáticos. El esquí depende en gran medida de las condiciones climáticas, ya que se basa en la explotación de un recurso natural: no sólo necesita una gran cantidad y calidad de nieve, sino también un clima bastante despejado y estable para ofrecer a los esquiadores visibilidad y seguridad. Los destinos dedicados al turismo de nieve son, por lo tanto, particularmente vulnerables al cambio climático:

“el impacto del cambio climático en la industria del turismo de nieve es potencialmente grave” [WTO, 2008, p. 67].

El calentamiento global es un fenómeno reconocido desde el siglo XIX. La temperatura media mundial ha ido en aumento desde que se dispone de datos desde 1850. Desde 1950, la temperatura ha acelerado su aumento. Esto se debe probablemente a las actividades humanas, en particular al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los efectos del cambio climático ya son significativos: reducción de los glaciares en las zonas montañosas y de las banquisas y casquetes polares, aumento medio del nivel del mar, fuerte aumento de la frecuencia de huracanes, incendios, tsunamis y otros desastres naturales (GIEC, 2007). Los expertos del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) pronostican un deterioro de la situación en el siglo XXI: la temperatura media mundial aumentaría de +1'8°C a +4°C para 2100. Si esta situación se se confirmara, se produciría una transformación muy notable del clima en Europa.

Las zonas montañosas de Europa ya están sufriendo un aumento de la temperatura media en invierno. Además de estos cambios de temperatura, la disponibilidad de recursos hídricos está experimentando a su vez una evolución significativa. En los Pirineos, la pluviometría es conocida por su gran variabilidad espacial debido a los importantes gradientes altitudinales y a la influencia de diferentes masas atmosféricas.

Durante el siglo XX se ha observado una reducción acelerada de la superficie de los glaciares pirenaicos. A corto o medio plazo, se espera que la disminución de las nevadas y la reducción de la permanencia de la capa de nieve afecten gravemente al turismo de invierno, especialmente en niveles inferiores a 2.000 metros. (Clarimont, 2008). Para muchos centros de turismo invernal, las expectativas sobre la evolución de las condiciones climáticas en las zonas de montaña son muy alarmantes.

4.3 La producción de nieve artificial

Para hacer frente a las predicciones sobre la disponibilidad de agua debido al cambio climático, las estaciones de esquí de los Pirineos han adoptado diversas estrategias de adaptación. Como afirman Boudières et al. (2006), la diversificación del producto y la transformación de las "estaciones de esquí" en "estaciones de montaña" se inscriben a menudo en los planes de desestacionalización de la oferta (senderismo, bicicleta de montaña, ascenso a las cumbres, etc.). Sin embargo, el invierno sigue concentrando la mayor afluencia en el destino y las estrategias más destacadas consisten en consolidar y diversificar la oferta de nieve (esquí, snowboard, freeride, construcción de iglúes, alpinismo, ski ratrack, toboganning, boardercross) mediante la ampliación del dominio esquiable a niveles superiores y/o la intensificación de la nieve artificial. Es un desafío para las estaciones de esquí reducir el impacto del calentamiento climático sin considerar cambiar el modelo de desarrollo turístico actual.

Así, la irregularidad de la nieve ha obligado a adoptar la fabricación de nieve artificial como estrategia para producir este recurso natural con la instalación de cañones de nieve, superando así las condiciones climáticas. Esta práctica es habitual en todas las estaciones de esquí desde 1985, cuando La Molina (Girona, Barcelona) instaló los primeros cañones. En la temporada 2002/2003 se instalaron un total de 3.319 cañones en los Pirineos.

Con el paso del tiempo, el uso de los cañones para la fabricación de nieve va en aumento y no sólo son necesarios para cubrir determinadas zonas de las pistas, sino para ampliar la superficie esquiable disponible.

Con el fin de reforzar el sector aragonés de la nieve, el Gobierno Autónomo de Aragón aprobó el Plan Estratégico de la Nieve 2003-2008, cuyo objetivo era convertir a Aragón en el mayor destino de nieve de España. Para alcanzar este objetivo, se invirtieron 216 millones de euros hasta 2008, y se creó una sociedad anónima al 50% por el Gobierno de Aragón y un banco (Ibercaja): ARAMÓN - Montañas de Aragón.

Actualmente, ARAMÓN, creada en 2002, es el primer holding español de nieve. Abarca el 20% del dominio esquiable nacional y gestiona tres estaciones de esquí pirenaico (Formigal, Cerler, Panticosa) y dos estaciones del Sistema Ibérico (Javalambre, Valdelinares). Se está discutiendo la integración de las dos estaciones del valle del río Aragón (Candanchú y Astún).

Para consolidar el papel de la nieve en la economía regional, ARAMÓN emprendió una ambiciosa tarea de modernización de las instalaciones existentes, así como de ampliación de las estaciones de esquí y de la superficie esquiable. En Formigal se han renovado 21 telesillas y se han acondicionado 70 nuevos kilómetros con nieve artificial (Soriano, 2005). Al mismo tiempo, se lleva a cabo un cambio de tecnología: sustituir el cañón clásico que se desplazaba por las pistas en función de las necesidades de producción de nieve por un cañón fijo totalmente automático.

En la temporada 2015/2016, más de 1 millón de esquiadores visitaron las estaciones del grupo Aramón, que comprenden un total de 283 kilómetros de territorio esquiable, la mayor superficie esquiable de España. En 2017, las estaciones de esquí del grupo contaban con 1.237 máquinas de nieve que *"garantizan una excelente nieve durante toda la temporada invernal"* a lo largo de 115 kilómetros de pista (ARAMÓN, 2017). En 2018, ARAMÓN despidió la temporada de invierno con 150 kilómetros de abiertos y unos 1.400 cañones operativos, pudiendo los visitantes disfrutar de los 6 valles que conforman sus pistas. Además, se han podido realizar numerosas actividades de ocio y competiciones, como el Campeonato de España de Boardercross, el Mountain Fest de Panticosa, la carrera Home Run de Redbull o el festival +QSKI. Todo ello, debido a la meteorología que ha acompañado este año la temporada (ARAMÓN, 08/04/2018).

Cabe mencionar que, con el tiempo, la producción de nieve artificial será menos eficiente y más costosa, no solo económica sino también medioambientalmente. Esto plantea la cuestión de su sostenibilidad a largo plazo, que parece incierta.

4.4 Impacto hidrológico por la producción de nieve artificial

La instalación de una red de máquinas de nieve artificial implica no sólo la colocación de cañones de nieve, sino también la construcción de sistemas de recogida, almacenamiento y distribución. Estas construcciones afectan directamente a las zonas montañosas más sensibles. Cuando comienza la temporada de primavera, esta nieve artificial se derrite más lentamente, lo que reduce, en unos 15 días, el breve período de recuperación de los pastizales y arbustos. Además, según lo declarado por Clarimont (2008), la producción de nieve artificial requiere una cantidad significativa de agua. En

teoría, para producir 2m³ de nieve se necesita 1m³ de agua, pero esta cantidad puede variar dependiendo de las condiciones climáticas (es decir, humedad, temperatura). En resumen, es difícil calcular con precisión el consumo de agua en la fabricación de nieve artificial.

En el caso de los Pirineos, los ríos pirenaicos presentan al menos un período de estiaje invernal de diciembre a febrero o marzo con un mínimo en enero o febrero (CHE, 2005). Por lo tanto, la nieve artificial tiende a aumentar la presión sobre los recursos hídricos en un momento crítico del año. Estas presiones son muy variables temporal (dependiendo de las condiciones climáticas) y espacialmente. La demanda de agua es insignificante en numerosos pequeños complejos (hoteles, balnearios) mientras que los grandes complejos de invierno como Formigal casi alcanzan los 200.000 m³ de agua por temporada. Además, la implementación de sistemas artificiales de fabricación de nieve a menudo conduce a un aumento de la demanda de agua y electricidad (Clarimont, 2008).

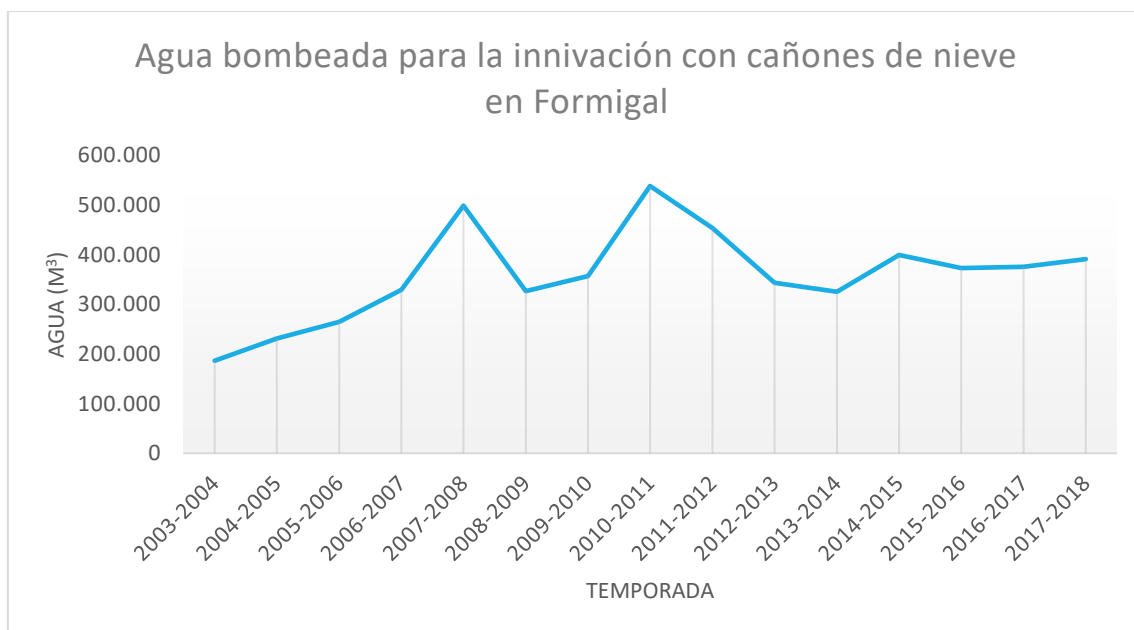
Estos sistemas de cañones son suministrados por diferentes métodos en las estaciones de esquí de los Pirineos según Clarimont (2008):

- Entrada directa de agua superficial o subterránea.
- La utilización de la red de abastecimiento de agua potable.
- La concesión de parte del embalse utilizado para la producción hidroeléctrica con el previo acuerdo de la empresa afectada.
- La rehabilitación de lagos naturales y la construcción de balsas de control.

Como afirma el autor, la captación directa del agua del río es una forma alternativa de abastecer a las máquinas de nieve cuyo impacto en el régimen hidrológico es notable. La conexión del sistema de innivación artificial con la red de suministro de agua potable es la forma técnicamente más fácil de producir nieve artificial, sin embargo, también es una de las más cuestionables, ya que los cañones no requieren agua potable para funcionar. El uso de embalses hidroeléctricos es uno de los métodos más interesantes de suministro de agua para la fabricación de nieve porque la construcción de nuevas estructuras hidráulicas es innecesaria, aunque es un método poco difundido. No obstante, la construcción de cuencas de regulación es la solución más exitosa debido a su escaso impacto ambiental y este método está muy extendido. A pesar de ello, estas construcciones tienen un impacto ambiental directo y/o indirecto ya que modifican la operación hidrológica de los ríos de montaña en época seca, si bien es cierto que en España existe una Ley de Aguas que obliga a respetar un caudal ecológico mínimo establecido en el 10% del caudal medio anual.

En última instancia, la cubierta de nieve ejerce un fuerte control sobre la ecología, la agricultura, la disponibilidad de recursos hídricos, la operación de un rango diverso de actividades económicas, y los riesgos asociados en regiones montañosas y de alta latitud (Beniston, 1997 y Barnett et al., 2005, citado por López-Moreno, Goyette y Beniston, 2009). Por ello, es importante llevar a cabo un uso sostenible y eficiente del agua para desarrollar actividades turísticas como el esquí y tener en cuenta los impactos sobre los recursos hídricos que tiene la fabricación de nieve, intentando minimizarlos en la medida de lo posible.

A raíz de esto, es importante señalar el consumo de agua necesaria para la creación de nieve artificial con el fin de innivar el dominio esquiable. Los datos a los que se ha podido tener acceso pertenecen a la estación de esquí de Formigal, con una serie histórica de información lo suficientemente larga como para obtener algunas conclusiones.

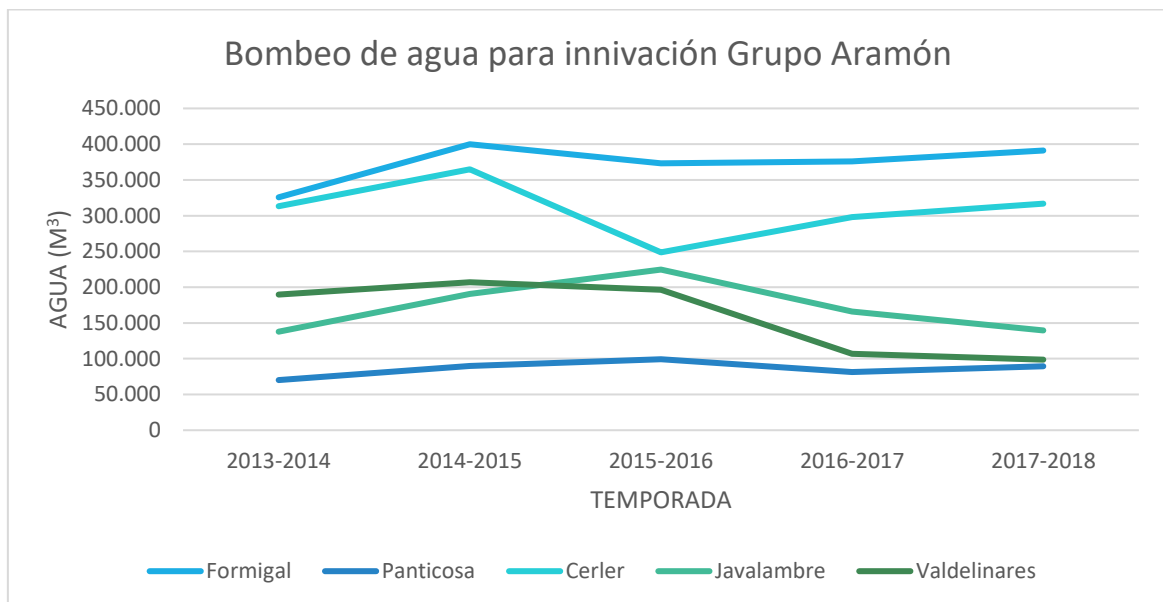


Fuente: Elaboración propia a partir de la información facilitada por Grupo Aramón (serie 2003-2018)

En la gráfica se dispone la cantidad de agua empleada para innivación artificial con cañones de nieve en metros cúbicos por temporada. Se puede observar la constante intensificación del consumo del agua para el uso de estos cañones, justificable por el desarrollo del modelo turístico de nieve, el aumento de la demanda turística, la menor acumulación de nieve temporada tras temporada y factores climatológicos relacionados con el aumento de las temperaturas medias. Cabe mencionar además que los picos de

mayor y menor cantidad de agua empleada se deben a que el proceso de innivación no es siempre el mismo. En principio comienza en noviembre, si la acumulación de nieve del año anterior o la previsión de nevadas no va a ser suficiente para la apertura de pistas en diciembre. Después, dependiendo de las cotas o las orientaciones de las laderas, los cañones funcionan más o menos horas durante determinados momentos de la temporada. Es importante destacar que el agua empleada en este proceso regresa al sistema fluvial mediante la filtración, la evapotranspiración o fluyendo en las cuencas de los ríos cuando la nieve fabricada se derrite.

A continuación, se detalla un gráfico con el consumo de agua para innivación artificial en todas las estaciones de esquí alpino pertenecientes al Grupo Aramón, localizadas tanto en el Sistema Ibérico como en el Pirineo aragonés.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información facilitada por Grupo Aramón (serie 2013-2018)

Puede notarse el mayor uso de agua en la estación de Formigal. Esto puede deberse a múltiples factores como por ejemplo que cuente con la cota mínima más baja del Grupo (1.150 m) y una de las menos elevadas (2.251 m); también a la mayor oferta turística de esta estación, no solo a nivel de kilómetros de pista (con casi 140km esquiables), sino también en cuanto a número de plazas hoteleras, tanto en las inmediaciones de la propia estación (3.112), como en el área de influencia (16.826).

Asimismo, creo que es importante mencionar el modelo turístico de nieve que se lleva a cabo en las estaciones de esquí del Sistema Ibérico. Si bien es cierto, el modelo

urbanístico que poseen Javalambre y Valdelinares, de bajo impacto ambiental (con construcciones efímeras típicas de una estación de 4ª generación) y total integración en la estructura territorial (pues son estaciones comarca, dónde el beneficio se queda en la zona), augura un futuro alternativo y viable para su futura reconversión en estaciones de montaña. A pesar de ello, se puede observar como el consumo de agua es significativo a la hora de la creación de nieve artificial, teniendo en cuenta que el dominio esquiable es de 15km para Javalambre y 14km para Valdelinares. Este hecho podría derivar en una mayor exposición hacia el incremento de la temperatura media que pronostican los estudios del IPCC.

4.5 La relación entre la climatología y la afluencia turística

Para concluir este estudio de investigación he considerado importante realizar una comparación entre el número de turistas que han visitado las estaciones de esquí del Grupo Aramón localizadas en el Pirineo aragonés (Formigal – Panticosa y Cerler) durante la temporada de invierno (diciembre – abril) y la influencia de la climatología en las mismas.

Con este análisis, pretendo justificar la necesidad de un modelo exploratorio para el monitoreo futuro, que cuente con la suficiente cantidad de datos como para que los resultados revelen la necesidad de acciones futuras que lleven a la inclusión de un modelo turístico más sostenible en alta montaña.

Pese a la dificultad de obtención y tratamiento de la información, se han conseguido recopilar los datos de los últimos 5 años, y relacionar la información proporcionada por ATUDEM (Asociación Turística de Estaciones de Esquí y Montaña) sobre las estaciones de esquí del Pirineo Aragonés pertenecientes al Grupo Aramón y la suministrada por la CHE relativa a los datos históricos de los teleniómetros pertenecientes al ámbito geográfico de dichas estaciones, cuyas mediciones determinan la cantidades máximas, medias y mínimas de nieve precipitada medida en milímetros (mm) y las temperaturas máximas, medias y mínimas medidas en grados Celsius (°C). También el Grupo Aramón ha contribuido facilitando datos globales del número de esquiadores que acuden cada temporada a las estaciones de esquí. Éste será el dato base con el que estarán relacionadas estadísticamente el resto de las variables a estudiar. Además, también se relaciona la cantidad de agua empleada para la fabricación de nieve artificial comentada en el apartado anterior.

Así, tras simplificar las observaciones a partir del cálculo de promedios, los datos de dichas variables quedan simplificados en la siguiente tabla de elaboración propia:

Datos por temporada del Grupo Aramón en el Pirineo aragonés

TEMPORADA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2013-14	874.992	661,03	678,21	646,39	4,97	0,42	-2,78	-	-	-	709.227
2014-15	847.243	593,6	635,38	563,81	4,05	-0,56	-3,96	925	37,55%	255	854.695
2015-16	853.850	395,94	486,9	466,26	4,18	0,18	-2,87	925	37,55%	255	721.291
2016-17	853.850	476,97	546,99	524,16	6,74	1,87	-1,56	925	37,55%	255	755.135
2017-18	1.053.850	584,91	623,63	601,15	3,1	-0,89	-4	925	37,55%	253	797.522

Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por CHEBRO, ATUDEM y Grupo Aramón

Leyenda

N.º DE ESQUIADORES	1
PROMEDIO PRECIPITACIONES MEDIAS (mm) en forma nieve	2
PROMEDIO PRECIPITACIONES MAX (mm) en forma de nieve	3
PROMEDIO PRECIPITACIONES MIN (mm) en forma de nieve	4
PROMEDIO TEMPERATURA MAX (°C)	5
PROMEDIO TEMPERATURA MEDIA (°C)	6
PROMEDIO TEMPERATURA MIN (°C)	7
N.º DE CAÑONES DE NIEVE	8
% INNIVACIÓN ARTIFICIAL de las pistas de esquí	9
KM DE PISTA	10
M ³ DE AGUA BOMBEADOS PARA INNIVACIÓN ARTIFICIAL	11

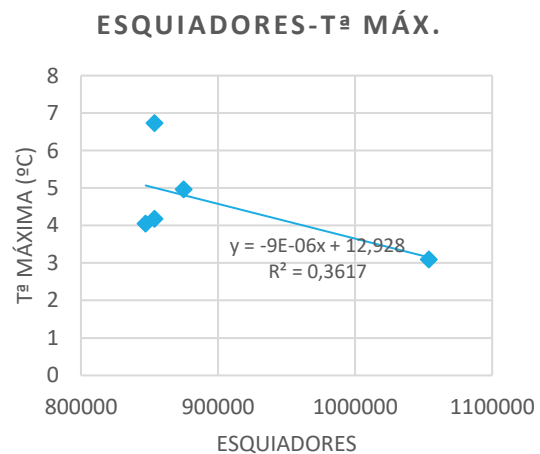
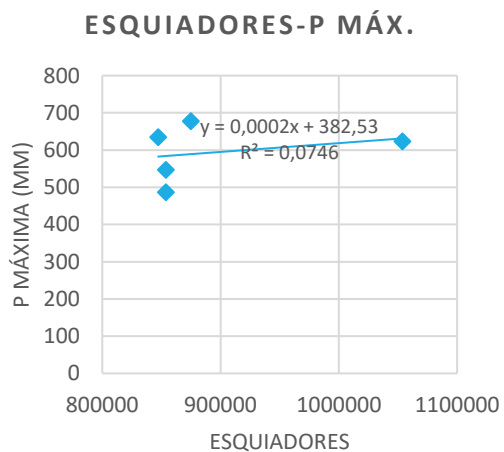
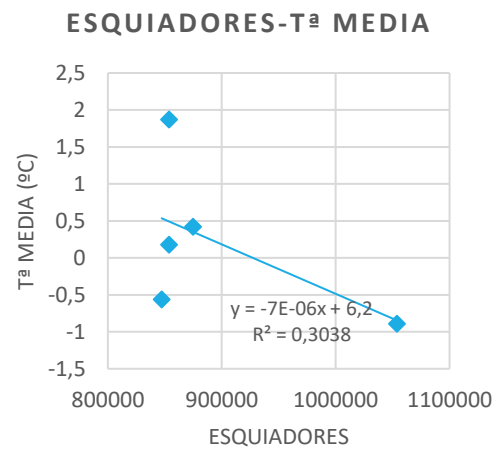
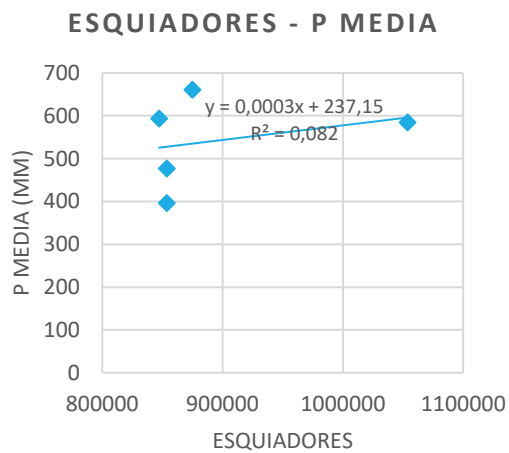
Tras depurar las bases de datos y realizar los correspondientes coeficientes de correlación entre variables, tomando como base el dato del número de esquiadores por temporada, se han obtenido los siguientes resultados:

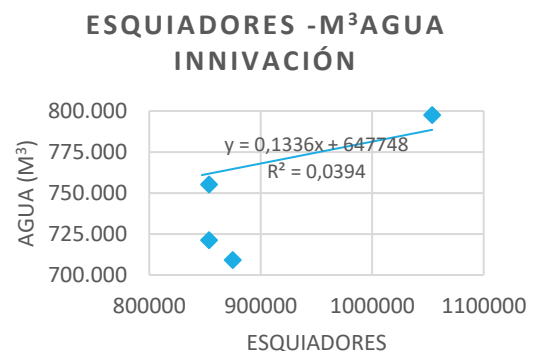
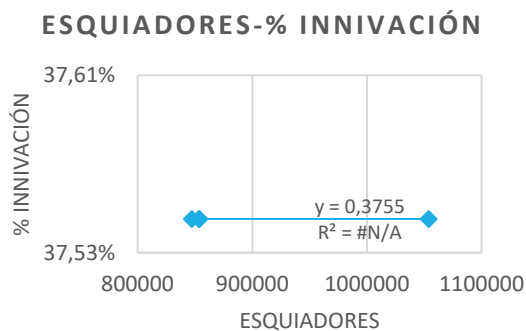
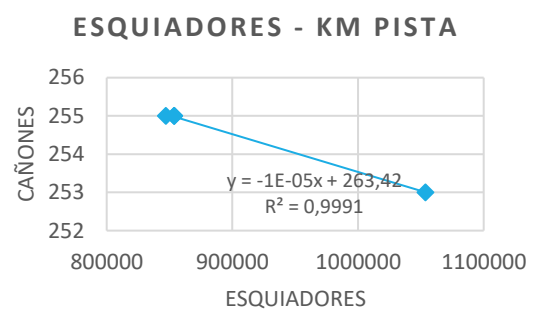
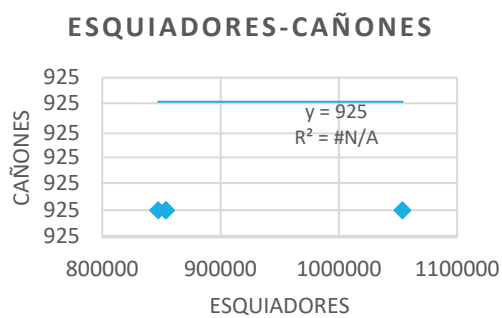
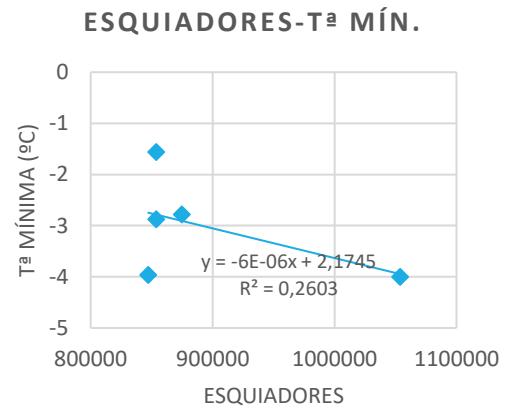
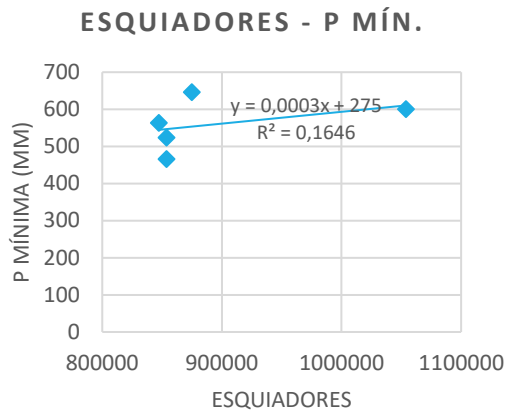
VARIABLES RELACIONADAS CON EL N.º DE ESQUIADORES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)
PROMEDIO PRECIPITACIONES MEDIAS (mm) en forma nieve	0,286355
PROMEDIO PRECIPITACIONES MAX (mm) en forma de nieve	0,273179
PROMEDIO PRECIPITACIONES MIN (mm) en forma de nieve	0,405749

PROMEDIO TEMPERATURA MAX (°C)	-0,601423
PROMEDIO TEMPERATURA MEDIA (°C)	-0,551219
PROMEDIO TEMPERATURA MIN (°C)	-0,510189
N.º DE CAÑONES DE NIEVE	-
% INNIVACIÓN ARTIFICIAL	-
KM DE PISTA	-0,999526
M ³ DE AGUA BOMBADOS PARA INNIVACIÓN ARTIFICIAL	0,19842

A partir de los mismos, se han creado los siguientes diagramas de dispersión de elaboración propia:

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN ENTRE VARIABLES





El análisis exploratorio de datos indica que existe correlación positiva entre el número de esquiadores y la cantidad de precipitaciones nivales ocurridas en el periodo de cinco meses que dura la temporada de invierno para la práctica del esquí (diciembre – abril). Al ser los valores obtenidos cercanos a 0, demuestra que la cantidad de nevadas que suceden en las diferentes cotas de las montañas pirenaicas no son un factor determinante a la hora de realizar turismo de nieve. Sin embargo, la datación histórica de información es de solo 5 años, no siendo concluyentes los resultados obtenidos.

Por el contrario, tal y como queda reflejado en los diagramas de dispersión, la correlación entre el número de esquiadores y las temperaturas monitorizadas por los telenivómetros es negativa, aunque algo más significativa que en las variables

anteriores, pues los valores de R^2 obtenidos se alejan más de 0. Por tanto, puede decirse que el modelo turístico de nieve es más dependiente de la temperatura que de la presencia de precipitaciones. Es por esto por lo que es necesario plantear nuevos escenarios paralelos y alternativos a los que nos muestran los informes del IPCC de aumentos de la temperatura media global. En el Pirineo aragonés, este problema de incremento de temperatura afectará de la misma forma que en otras áreas geográficas, pero quizás en un plazo de tiempo más largo, debido a su altitud, latitud y mayores niveles de precipitaciones. Sin embargo, a esto se añade un modelo de infraestructura urbanística sobredimensionado, con 26.050 plazas hoteleras en el área de las estaciones de esquí del Grupo Aramón analizadas (Formigal-Panticosa y Cerler), de las cuales 4.203 se encuentran en las inmediaciones de las propias estaciones, y el resto en las zonas de influencia más cercanas. Este factor, requerirá planes futuros para la reconversión progresiva de las estaciones de invierno en estaciones de montaña, tratando de conseguir así un modelo turístico sostenible, viable, desestacionalizado y diversificado para poder hacer frente a la alta dependencia de la temperatura.

En lo relativo a la cantidad de agua bombeada para la fabricación de nieve artificial en pistas, gracias a los datos obtenidos, puede observarse que aunque las cantidades de agua puedan ser elevadas, gran parte de ésta va a parar al manto freático y a la propia escorrentía superficial en el momento del deshielo, volviendo de este modo a la cuenca fluvial.

En definitiva, podemos plantear que el modelo turístico actual funciona, pero se desconoce su viabilidad en el futuro, debido principalmente al fenómeno del cambio climático y sus efectos sobre la climatología (aumento de las temperaturas medias y disminución de las precipitaciones medias). El modelo de correlación planteado para poder plantear estrategias que mitiguen los efectos del cambio climático debe ser diacrónico, y para ello ha de existir un modelo de gobernanza, transparencia y cooperación entre las administraciones y los observatorios turísticos y climáticos para poder extender los análisis en el tiempo, tanto para los datos históricos pasados como para los del futuro, a través de estudios prospectivos del clima.

5. CONCLUSIONES

De este informe podemos concluir que el agua es un elemento muy importante no sólo para la vida humana sino también para un sector económico que sigue creciendo y que contribuye en gran medida al bienestar económico y social de muchos países desarrollados.

Hemos visto que el agua que se encuentra en un paisaje natural puede ser utilizada para varios fines turísticos como el desarrollo de actividades acuáticas o deportivas. Sin embargo, el agua no sólo es característica de muchos paisajes naturales, sino también de los artificiales que se encuentran en los hoteles. Desafortunadamente, la limitada disponibilidad de agua y la mala calidad del agua pueden dañar la imagen de los destinos turísticos, por eso es importante ahorrar agua y darle más de una vida utilizando agua reciclada cuando sea posible, así como otras medidas exitosas.

En España, el agua ha sido un componente intrínseco de su cultura y las tendencias de uso de este recurso han ido cambiando. Hoy en día se utiliza para muchos fines y hay algunas políticas, tanto nacionales como europeas, que regulan las cuestiones relacionadas con la gestión del agua. A nivel regional cabe destacar las Confederaciones Hidrográficas, cuya misión es llevar a cabo la planificación hidrológica, la gestión de los recursos del dominio público hidráulico según la cuenca en la que se encuentren, la concesión de derechos de explotación de los recursos hídricos, la construcción y planificación de infraestructuras hidráulicas y la gestión ambiental de la zona hídrica, con especial atención a la preservación de los recursos y a la calidad del agua. Debido a la presencia del agua en España, se pueden desarrollar numerosas actividades turísticas en ríos, lagos, montañas, costas, cascadas, embalses y zonas termales entre otras.

La importancia de las montañas para el abastecimiento de agua es trascendental. En cuanto a los Pirineos, la gestión del agua en estas montañas septentrionales es muy importante porque la cordillera, al igual que el resto del mundo, se enfrenta a cambios climáticos y medioambientales que afectan a la disponibilidad de agua tan necesaria para el desarrollo del turismo de alta montaña. Por ello, es necesario un desarrollo turístico sostenible en los destinos de alta montaña para satisfacer tanto las necesidades actuales como las de las generaciones futuras. Este reto podría lograrse mediante un equilibrio entre la protección del medio ambiente y la competitividad en el mercado. Por lo tanto, es importante un aprendizaje comunitario basado en un debate abierto entre todos los actores implicados: visitantes, propietarios, trabajadores y población local.

En el caso del Pirineo aragonés, donde se pueden practicar muchas actividades turísticas durante todo el año, el uso masivo de la montaña para la recreación y la infraestructura necesaria son el origen de toda una serie de problemas ambientales que constituyen verdaderos retos para los destinos. Por lo tanto, los impactos en el agua son notables,

principalmente en su uso para la fabricación de nieve, aunque no existen estudios en profundidad sobre el consumo de agua en el Pirineo Aragonés.

Finalmente, se puede concluir que el esquí es una actividad estacional muy sensible a las condiciones climáticas y que el cambio climático está afectando seriamente la práctica de este deporte de invierno. En consecuencia, la fabricación de nieve puede justificarse, pero se deben llevar a cabo prácticas más sostenibles en la producción de nieve como, por ejemplo, el uso de agua reciclada en lugar de agua potable de la red de suministro de agua o la captación de agua de acuíferos subterráneos.

Como hemos podido observar tras el análisis exploratorio, las temperaturas están estrechamente ligadas con la viabilidad del turismo de invierno a largo plazo. Por tanto, es necesario un cambio de mentalidad hacia un nuevo modelo turístico de montaña, que incluya actividades practicables a lo largo de todo el año, desestacionalizando la oferta y la demanda, evitando el uso intensivo de recursos en una sola época del año, pues se prevé que, en 2050, nadie pueda asegurar la supervivencia de las estaciones de esquí en Aragón.

Actualmente, se está diseñando una estrategia para mitigar el cambio climático en Aragón, donde el turismo tiene una mesa estratégica específica dada su importancia y se están planteando actuaciones para llevar a cabo la adaptación de la oferta turística al nuevo escenario de cambio climático.

6. RECOMENDACIONES

Para el futuro, se necesitan prácticas mejores y más sostenibles para preservar los recursos naturales, así como la continuidad de los destinos turísticos con un equilibrio entre los objetivos y beneficios económicos, sociales y ambientales.

Se deberían recopilar datos más precisos para diferenciar el consumo de agua por parte de los turistas y el consumo realizado por la población local para sus propias necesidades, y cómo el cambio climático afecta a la disponibilidad del agua para sus diferentes usos. Sería interesante desarrollar un Big Data turístico-climático con el fin de poder extender los análisis en el tiempo. Estos análisis más detallados y desagregados espacial y temporalmente pueden servir como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en tan necesarias estrategias de adaptación y mitigación de la actividad turística al cambio climático.

Se deben implementar políticas estrictas con el fin de regular la cantidad y calidad del agua presente en ríos, lagos y embalses.

Los gobiernos y las autoridades locales deberían promover campañas de sensibilización entre los residentes y visitantes sobre el uso sostenible del agua, enseñándoles a no desperdiciarla y a aprovechar el agua reciclada; así como fomentar estudios sobre la sobrecarga de la demanda de agua en determinadas zonas turísticas.

Las autoridades también deberían subvencionar la instalación de tecnologías que hagan un mejor uso del agua al producir nieve artificial para el desarrollo del turismo de invierno.

Cabe mencionar, que existen futuras oportunidades de investigación sobre la cantidad de agua real necesaria y la empleada para la fabricación de nieve artificial en la temporada de invierno, así como métodos eficaces para su almacenamiento el resto del año con el fin de reusarla en la temporada siguiente. Como ejemplo puede mencionarse la estación de esquí de Candanchú, pues gracias a que la nieve ha sido un recurso abundante durante esta temporada, se han decidido almacenar 12.000 m³ de nieve debajo de una cubierta de paja para evitar que se derrita y de esta forma poder aprovecharla en otoño. La previsión es que se conserve aproximadamente un 70% de la acumulación. La iniciativa es pionera en España si bien se ha probado en otras estaciones de los Alpes (Austria y Suiza) y en Rusia. Al ser el primer año que se pone en marcha todavía no está demostrada su efectividad, pero si tiene éxito se prevé ampliarla a otras zonas de la estación en las próximas campañas. Esta medida, es una operación alternativa a la fabricación de nieve artificial con cañones y se va a comprobar su rentabilidad para poder sustituir esta herramienta.

7. REFERENCIAS

Alberto, R., Cervantes, J., Sanz, G. (2011). Natural de Aragón: revista trimestral del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. *Investigación. Los ibones pirenaicos aragoneses. Un tesoro natural*. ISSN 2255-1522, N.º 42, pp. 26-27.

Arnáez, J. (1981). Pautas para el comportamiento del turismo en la estación de esquí de Valdezcaray (Rioja). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 7 (1-2): 101-114.

Arrojo, P. (2006). Los retos éticos de la nueva cultura del agua. *Revista Latinoamericana (online)*, 14. Disponible en: <http://polis.revues.org/5060> (Accedido el 9 Mar. 2017).

Arruebo, T., Del Valle, J., Pardo, A., Rodríguez, C., Santolaria, Z (2014). *Sostenibilidad y Espacios Naturales Protegidos: una propuesta para los lagos de Alta Montaña del Pirineo Aragonés*. (online) Research Gate. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228359909_Sostenibilidad_y_Espacios_Naturales_Protegidos_una_propuesta_para_los_lagos_de_alta_montana_del_Pirineo_Aragones.

Balcells, E. (1976). *El Pirineo: contraste de paisajes; enlace de pueblos*. Comisión Internacional de los Pirineos. Imprenta del Ministerio de Asuntos Exteriores, 77 pp., Madrid.

Batalla, R.J., Gómez C.M., Kondolf, M. (2004). Reservoir-induced hydrological changes in the Ebro River basin (NE Spain).; 290:117–36.

Beguiría, S., López-Moreno, J.I., Seeger, M., García-Ruiz, J.M. (2002) Assessing the effects of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees.

Beniston, M., 1997. Variations of snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcing. *Climatic Change* 36, 281–300.

Bielza de Ory, V. (2001). Patrimonio y turismo sostenible desde la ordenación del territorio: el caso del Pirineo Aragonés. *Estudios Geográficos*, 62(245), pp.583-603.

C.H.E. (2005): *Caracterización de la Demarcación y Registro de Zonas Protegidas. Demarcación Hidrográfica del Ebro. Implantación de la Directiva Marco del Agua*, Zaragoza: CHE [<http://www.chebro.es>]

Callizo, J. (1991). *Aproximación a la Geografía del Turismo*. Síntesis: 215 pp., Madrid

Campos, L.M., Freire, J., González, A., Puig, I. (2016) Costes y beneficios de la adaptación al cambio climático en el sector del turismo de nieve en España, pp. 96-108.

Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2008). The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water international*, 33(1), 19-32.

Clarimont, S. (2008) Turismo de invierno y cambio climático: La producción de nieve artificial en los Pirineos, ¿un uso sostenible del agua? *Université de Pau et des Pays de l'Adour*.

Crouch, G. I. y Ritchie, J.R.B. (1999). "Tourism competitiveness and societal prosperity", *Journal of Business Research* (44), 137-152.

Damm, A., Greuell, W., Landgren, O., Prettenhaler, F. (2017) Impacts of +2°C global warming on winter tourism demand in Europe. *Climate Services*, ISSN: 2405-8807, Vol: 7, Page: 31-46

Del Valle, J. y Rodríguez, C. (2004): Análisis de la calidad ambiental y paisajística del entorno de los ibones del Pirineo Aragonés, *Actas VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*, Madrid, 24 pp.

Del Valle, J. y Rodríguez, C. (2004): Análisis de la calidad ambiental y paisajística del entorno de los ibones del Pirineo Aragonés, *Actas VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*, Madrid, 24 pp

El Kenawy, A., López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M. Trend and variability of temperature in northeastern Spain (1920–2006): linkage to atmospheric circulation. *Atmos Res* 2012; 106:159–80.

Fazenda, N., Nunes da Silva, F. and Costa, C. (2010). Duoro Valley Tourism Plan. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 2(4), pp.428-440

Gallart, F., Llorens, P. Observations on land cover changes and water resources in the headwaters of the Ebro catchment, Iberian Peninsula. *Phys Chem Earth* 2003; 29: 769-73

García González, L. (2004) Agua y Turismo. Nuevos usos de los recursos hídricos en la Península Ibérica. Enfoque Integral. *Boletín de la A.G.E.* N°37, pp.239-254.

García-Ruiz, J.M., López-Moreno, J.I., Serrano-Vicente, S.M., Beguería, S., Lasanta, T (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario;105(3–4):121–39.

García-Ruiz, J.M., Regüés, D., Alvera, B., Lana-Renault, N., Serrano-Muela, P., Nadal-Romero, E., Navas, A., Latron, J., Martí-Bono, C., Arnáez, J.N. Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the Central Pyrenees. *Journal of Hydrology* 2008; 356:245-60.

García-Ruiz JM. Impact of climate evolution and land use changes on water yield in the Ebro basin. *Hydrol Earth Syst Sci* 2011;15:311–22.

García-Ruiz, J. M., Puigdefábregas, S. J., Creus, J. (1985). *Los recursos hídricos superficiales del Alto Aragón*. Instituto de estudios Altoaragoneses. Colección de estudios Altoaragoneses, pp. 224, Huesca.

García-Ruiz, J. M., Puigdefábregas, S. J., Creus, J. (1986). La acumulación de la nieve en el Pirineo Central y su influencia hidráulica. *Pirineos*, 127: 27-72

García-Vera, M.A. (2013). The application of hydrological planning as a climate change adaptation tool in the Ebro basin. *29(2):219–36.*

GIEC (2007): *Bilan 2007 des changements climatiques. Les bases scientifiques physiques (I). Impact, adaptation, vulnérabilité (II). Mesures d'atténuation (III)*, Genève: PNUE.

Gikas, P., & Tchobanoglous, G. (2009a). The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. *Journal of Environmental Management*, 90(1), 144e152.

Gikas, P., & Tchobanoglous, G. (2009b). Sustainable use of water in the Aegean Islands. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2601e2611
Global Planet Change 2008;66(3–4):300–12.

Gössling, S. (2015). New performance indicators for water management in tourism. *Tourism Management*, 46, pp.233-244

Gössling, S., Peeters, P., Hall, C., Ceron, J., Dubois, G., Lehmann, L. and Scott, D. (2012). Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review. *Tourism Management*, 33(1), pp.1-15.

Grabowski, P. (1992). "White gold", *In Focus*. (5), 8-9.

Hall, C.M. (2010). Crisis events in tourism: subjects of crisis in tourism. *Current Issues in Tourism*, 13, 401e417.

Hall, C.M., & Härkönen, T. (Eds.). (2006). *Lake tourism: An integrated approach to lacustrine tourism systems*. Clevedon: Channel View Publications.

Hall, C.M. & Stoffels, M. (2006). Lake tourism in New Zealand: sustainable management issues. In C. M. Hall, & T. Härkönen (Eds.), *Lake tourism: An integrated approach to lacustrine tourism systems* (pp. 182e206). Clevedon: Channelview Press.

HUDSON, S. (2000). *Snow Business. A Study of the International Ski Industry*, Cassell, NY.

Kocasoy, G., Mutlu, H._I, & Aylin Zeren Alagöz, B. (2008). Prevention of marine environment pollution at the tourism regions by the application of a simple method for the domestic wastewater. *Desalination*, 226(1e3), 21e37.

Lardiés Bosque, R. (2004). *La política de calidad en los destinos turísticos en España: el ejemplo del Plan de Excelencia Turística en el Valle de Tena*. 1st ed. Universidad de Zaragoza, pp.179-195.

Lasanta T. (1988) The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*; 132:15–36.

Lasanta, T. (2010). El turismo de nieve como estrategia de desarrollo en el Pirineo aragonés. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 36(2), pp.145-163.

Lasanta T, García-Ruiz JM, Pérez-Rontomé C, Sancho-Marcén C. Runoff and sediment yield in a semi-arid environment: the effect of land management after farmland abandonment. *Catena* 2000;38:265–78.

Lazarova, V., Hills, S., & Birks, R. (2003). Using recycled water for non-potable, urban
Lecina S, Isidoro D, Playón E, Aragüés R. Irrigation modernization and water conservation in Spain: the case of Riegos del Alto Aragón. *Agric Water Manag* 2010;97:1663–75.

Lecina S, Isidoro D, Playón E, Aragüés R. Irrigation modernization and water conservation in Spain: the case of Riegos del Alto Aragón. *Agricultural Water Management* 2010;97:1663–75.

López-Moreno, J., Beniston, M. and García-Ruíz, J. (2008). Environmental change and water management in the Pyrenees: Facts and future perspectives for Mediterranean mountains. *Global and Planetary Change*, 61(3-4), pp.300-312.

López-Moreno, J., Goyette, S. and Beniston, M. (2009). Impact of climate change on snowpack in the Pyrenees: Horizontal spatial variability and vertical gradients. *Journal of Hydrology*, 374(3-4), pp.384-396

López-Moreno, J., Zabalza, J., Vicente-Serrano, S., Revuelto, J., Gilaberte, M., Azorín-Molina, C., Morán-Tejeda, E., García-Ruíz, J. and Tague, C. (2014). Impact of climate change and land use change on water availability and reservoir management: Scenarios in the Upper Aragón River, Spanish Pyrenees. *Science of the Total Environment*, 493, pp.1222-1231.

López-Moreno, J.I., García-Ruiz, J.M. (2004). Influence of snow accumulation and snowmelt on streamflow in the Central Spanish Pyrenees. 49(5): 787-802.

López-Moreno, J.I., Beguería, S., García-Ruiz, J.M., 2004. The management of a large Mediterranean reservoir: storage regimes of the Yesa reservoir, Upper Aragón River basin, Central Spanish Pyrenees. *Environ. Manage.* 34 (4), 508–515.

López Palomeque, F. (1996) *Turismo de invierno y estaciones de esquí en el Pirineo catalán*. Investigaciones geográficas. 1996, nº 15, pp. 19-39

Lopez, R.; Justribo, C. (2010). The hydrological significance of mountains: a regional case study, the Ebro River basin, northeast Iberian Peninsula; 55(2):223–33.

Majone B, Bovolo CI, Bellin A, Blenkinsop S, Fowler HJ. Modeling the impacts of future climate change on water resources for the Gallego river basin (Spain). *Water Resour Res Manage* 2007;251:110–20.

Margalef, R. (1983): *Limnología*, Editorial Omega, Barcelona, 1010 pp.

Matias, N.-G., Gago, J., & Boavida, M.-J. (2008). Catchment consultation for water management: the case of two Portuguese reservoirs with different water quality. *International Journal of Environmental Studies*, 65, 737e754.

Milly PCD, Dunne KA, Vecchia AV. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature* 2005;437:347–50.

Moreno Rodríguez, J. (2005): *Main conclusions from the Preliminary Assessment of the Impacts in Spain due to the Effects of Climate Change = Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. 1st ed. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, p.846

Nogués-Bravo D, Lasanta T, López-Moreno JI, AraújoMB. Climatewarming in Mediterranean mountains during the XXIst century. *Ambio* 2008;37(4):280–5.

Nohara D, Kitoh A, Hosaka M, Oki T. Impact of climate change on river discharge projected by multimodel ensemble. *J Hydrometeorol* 2006;7:1076–89.
of sediment and water quality. International Association of Hydrologic Sciences Publication; 1995. p. 226.

Pigram, J. J. J. (1995). Resource constraints on tourism: water resources and sustainability. In R. W. Butler, & D. Pearce (Eds.), *Change in tourism: People, places, processes* (pp. 208e228). London: Routledge.

Pons, M., López-Moreno, J. I., Esteban, P., Macià, S., Gavaldà, J., García, C., Rosas, M. & Jover, E. (2014). *Influencia del cambio climático en el turismo de nieve del Pirineo. Experiencia del proyecto de investigación NIVOPYR*. *Pirineos*, 169, e006. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/Pirineos.2014.169006>

Quevauviller P. (2011). Adapting to climate change: reducing water-related risks in Europe —EU policy and research considerations; 14:722–9.

Rodríguez, C., Arruebo, T. y Pardo, A. (2009): *Modelo de gestión para espacios naturales de alto interés ecológico: lagos de alta montaña (ibones)*. Publicaciones del Consejo de protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza, 288 pp.

Sauvain, P. (1998). “El desenvolupament sostenible d’una estació de neu”, en el Libro de Intervenciones del 1er. Congreso Mundial de Turismo de Nieve y Deportes de Invierno, OMT, Madrid.

Saz-Gil, M. and Carús-Ribalaygua, L. (2008) *La sostenibilidad del turismo recreativo de alta montaña*. 1st ed. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Instituto de Estudios Rurales. Cuadernos de Desarrollo Rural, 5(60), pp.11-36.

Soboll, A. and Schmude, J. (2011). Simulating Tourism Water Consumption Under Climate Change Conditions Using Agent-Based Modeling: The Example of Ski Areas. *Annals of the Association of American Geographers*, 101(5), pp.1049-1066.

Solans Prat, J (2001). *El Turismo rural en Aragón*. 1st ed. Acciones e investigaciones sociales, pp.185-261.

Soriano Ascaso, I. (2005): «El desarrollo del Pirineo aragonés», *Revista Aragonesa de Administración Pública*, n°26, pp.353-373.

Thiel, A. (2010). Constructing a strategic, national resource: European policies and the up-scaling of water services in the Algarve, Portugal. *Environmental Management*, 46, 44e59.

UNWTO, UNEP and WMO (United Nations World Tourism Organization, United Nations Environment Programme and World Meteorological Organization) (2008). *Climate change and tourism: Responding to global challenges*. Paris & Madrid: UNWTO & UNEP. ISBN: 978-92-844-1234-1 (UNWTO) ISBN: 978-92-807-2886-6 (UNEP).

Valero, F. ARAMÓN, un plan para conquistar las montañas. *Revista Territorio (online)*. Disponible en: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/PoliticaTerritorialJusticialInterior/Documentos/docs/Areas/Informaci%C3%B3n%20territorial/Publicaciones/Bolet%C3%ADn%20Electronico/Comarcas_Aragon/n11_informe_aramon.pdf (Accedido el 29 Mar. 2017)

Vera Rebollo, J. (2006) Agua y modelo de desarrollo turístico: la necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos. *Recursos de agua y desarrollo turístico en España: sistemas de indicadores en la planificación sostenible del turismo en áreas litorales*, Boletín de la A.G.E. N°42, pp.155-178.

Vicente-Serrano, S.M., 2006. Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910–2000). *Hydrol. Sci. J.* 51, 83–97.

Viviroli, D., Weingartner, R., Messerli, B., 2003. Assessing the hydrological significance of the World's mountains. *Mt. Res. Dev.* 23, 32–40.

Vörösmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R. B. (2000). Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289, 284e288.

Weatherheada EK, Howden NJK. The relationship between land use and surface water resources in the UK. *Land Use Policy* 2009;265:243–50.

White, S., García-Ruiz, J.M., Martí, C., Valero, B., Errea, M.P., Gómez-Villar, A., 1997. The 1996 Biescas campsite disaster in the Central Spanish Pyrenees, and its temporal and spatial context. *Hydrol. Process.* 11, 1797–1812.

Worldwatch Institute. (2004). Rising impacts of water use. <http://www.worldwatch.org/topics/consumption/sow/trendsfacts/2004/03/03/>.

Zégre, N., Skaugset, A.E., Som, N.A., McDonnell, J.J., Ganio, L.M. In lieu of the paired catchment approach: hydrologic model change detection at the catchment scale. *Water Resour Res* 2010;46(11):W11544.

Websites:

AEMET (2018) Agencia Estatal de Meteorología [online] Disponible en: <http://www.aemet.es/es/portada> [Accedido el 18 Jun. 2018]

Aramon.com. (2017 - 2018). ARAMÓN | *Estaciones de Esquí en Aragón.* [online] Disponible en: <http://www.aramon.com/> [Accedido el 1 Abr. 2017 y el 16 May. 2018].

ATUDEM (2018) Guía oficial de estaciones esquí (2014-2015-2016-2017-2018). Editor: Media Pro Dynamic, S.L Barcelona.

Balnearios.org. (2017). *Balnearios de España | Asociación Nacional de Balnearios de España, ANBAL.* [online] Disponible en: <http://www.balnearios.org/> [Accedido el 6 Abr. 2017].

Heraldo.es (2018). *Candanchú almacena nieve y la cubre con paja para guardarla hasta la próxima temporada.* [online] Disponible en: <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/huesca->

provincia/huesca/2018/05/01/candanchu-almacena-nieve-cubre-con-paja-para-guardarla-hasta-proxima-temporada-1241470-302.html [Accedido el 29 May. 2018]

IPE.csic.es. (2018). Instituto Pirenaico de Ecología. [online] Disponible en: <http://www.ipe.csic.es/> [Accedido el 29 May. 2018]

IAEST (2018) Instituto Aragonés de Estadística [online] Disponible en: <http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Institutos/InstitutoAragonésEstadística> [Accedido el 20 Jun. 2018]

Infonieve.es (2018) Parte de nieve [online] Disponible en: <https://www.infonieve.es/> [Accedido el 26 Jun. 2018]

ipcc.ch. (2017). IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. [online] Disponible en: <http://ipcc.ch/> [Accedido el 30 Mar. 2017].

Red Natural de Aragón. (2017). Espacios Naturales Protegidos de Aragón - Red Natural de Aragón. [online] Disponible en: <http://www.rednaturaldearagon.com/espacios-naturales-protegidos-aragon/> [Accedido el 9 Abr. 2017].

SAIHEBRO (2018) Confederación hidrográfica del Ebro [online] Disponible en: <http://www.saihebro.com/saihebro/index.php> [Accedido el 15 Jun. 2018].

Spain.info. (2017). Turismo de España | Información turística de España | *spain.info España*. [online] Disponible en: <http://www.spain.info/es/> [Accedido el 7 Abr. 2017].

Termalismodeandalucia.com. (2017). Observatorio Nacional del Termalismo y Desarrollo Rural. [online] Disponible en: <http://termalismodeandalucia.com/observatorio/> [Accedido el 12 Abr. 2017].

Turismodearagon.com. (2017). <http://www.turismodearagon.com> | Turismo de Aragón. [online] Disponible en: <http://turismodearagon.com/> [Accedido el 29 May. 2018].

Www2.unwto.org. (2017). World Tourism Organization UNWTO; Specialized agency of the United Nations. (online) Disponible en: <http://www2.unwto.org/> [Accedido el 5 Abr. 2017].