

## **ANALISIS DE LA AFLUENCIA DE ESQUIADORES A TRES ESTACIONES DE ESQUÍ DEL PIRINEO ARAGONÉS EN RELACIÓN CON LA DISPONIBILIDAD DE NIEVE, EL CALENDARIO VACACIONAL Y LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

**María Gilaberte Búrdalo**

Universidad San Jorge, Campus Universitario, Autovía Mudéjar, km. 299,  
50830 Villanueva de Gállego, Zaragoza

**Juan Ignacio López Moreno**

Instituto Pirenaico de Ecología, (CSIC), Avenida de Montañana, 1005,  
50059, Zaragoza, España

**Fernando López Martín**

Instituto Geográfico de Aragón (IGEAR), Pº María Agustín, 36,  
Edificio Pignatelli, 50071, Zaragoza, España

**Resumen:** En este estudio se analizan los datos de asistencia diaria de esquiadores en tres estaciones de esquí en el Pirineo aragonés y su relación con la disponibilidad de nieve, las condiciones meteorológicas y el calendario vacacional durante el período 2003-2013. Los resultados muestran una gran variabilidad interanual en la duración de la temporada y en la asistencia de esquiadores. Las estaciones abrieron un promedio de 130 días por temporada y las fechas de inicio y final estuvieron muy condicionadas por calendario vacacional y no solo por factores nivo-meteorológicos. Los fines de semana concentran el doble de esquiadores que un día entre semana. La baja disponibilidad de nieve y el viento tuvieron gran impacto en la asistencia, así como en el cierre de las estaciones. El porcentaje de pistas abiertas también se correlaciona con la asistencia; hubo tres veces más esquiadores cuando el 75% de las pistas de esquí estaban abiertas que los días en que solo el 25% estaba abierto.

**Palabras clave:** Estaciones de esquí, afluencia de esquiadores, condiciones meteorológicas, nieve, Pirineo aragonés.

## **Relationship of attendance at three ski stations in Central Pyrenees with snow availability, holidays schedules and weather conditions**

**Abstract:** This study analyzes the daily attendance data of skiers in three ski resorts in the Aragonese Pyrenees and their relationship with the availability of snow, the weather and the holiday calendar during the period 2003-2013. The results show great interannual variability in the length of the season and in the attendance of skiers. The stations were open an average of 130 days per season and the start and end dates are highly conditioned by the holiday calendar rather than by snow-meteorological factors. On weekends or holidays, they concentrate twice as many skiers as on a weekday. Elements such as the low availability of snow and wind conditions had the greatest impact on the attendance of skiers as well as the closure of the stations. The percentage of open tracks is also correlated with attendance; there were three times as many skiers when 75% of the ski slopes were open relative to the days when 25% were open.

**Keywords:** Ski stations, skier attendance, weather conditions, snow, Aragonese Pyrenees.

### **1. Introducción**

El turismo de montaña representa el 20% de los ingresos mundiales por turismo, y en particular el turismo de invierno es una actividad fundamental en unos 70 países del mundo, especialmente en los Alpes dónde se concentran el 35% de todas las estaciones (Vanat, 2015). El mercado del esquí comprende alrededor de 350 millones de esquiadores en todo el mundo, y Estados Unidos lidera este mercado. Sin embargo, en los últimos 10 años ha habido una tendencia general de estancamiento o incluso disminución en la asistencia en la mayoría de los mercados principales, particularmente durante la temporada 2013/14 (Vanat, 2015).

El mercado de esquí en España consta de 32 estaciones de esquí alpino localizadas la mayoría en el Pirineo. El número total de esquiadores en España durante la última década osciló entre 5 y 7 millones por temporada. De forma similar a las tendencias mundiales, las áreas de esquí en la Península Ibérica también han experimentado disminuciones en la asistencia durante los últimos cinco años. Además, la crisis económica en España también afectó fuertemente este mercado (Vanat, 2015). En particular, la región de Aragón, el foco de este estudio ha tenido de 1,2 a 1,8 millones de esquiadores por año durante la última década.

El turismo en general y el de esquí especialmente es altamente sensible a los factores nivo-meteorológicos de manera que condicionan la duración de la temporada, las

fechas de apertura y cierre, así como el éxito o fracaso de los negocios vinculados al esquí (Bank y Wiesner, 2011; Becken, 2010; Gomez-Marín, 2005; Nicholls, 2005; Rutty., Scott., Pons. y Jover., 2015). La variabilidad de los factores nivo-meteorológicos junto con la distribución del calendario vacacional hace que la afluencia de esquiadores pueda ser altamente variable de una temporada a otra y de una región montañosa a otra.

Estudios previos han utilizado diferentes factores meteorológicos o umbrales para evaluar el efecto del tiempo en la asistencia de esquiadores a pistas. Por ejemplo, las estaciones de esquí necesitan un mínimo de nieve acumulada de 30 cm para funcionar correctamente (Witmer, 1986). Otros umbrales meteorológicos también afectan la asistencia, por ejemplo, más de dos días consecutivos por encima de 10°C con lluvia afecta negativamente la asistencia (Scott, McBoyle, Mills y Minogue, 2006), una velocidad elevada del viento está correlacionada con el cierre de los remontes, así como la temperatura de bulbo húmedo afecta a la capacidad de producción de nieve artificial (Gilaberte-Búrdalo *et al.*, 2017; Steiger, 2011).

Una de las metodologías más utilizadas para estudiar la influencia de los factores meteorológicos en la asistencia a las estaciones de esquí es el “enfoque análogo del clima”. Este enfoque muestra cómo puede responder en un futuro el mercado del esquí en base a como ha respondido durante inviernos con temperaturas por encima de la media de un periodo dado. Dawson, Scott y McBoyle (2009) examinaron cómo inviernos anómalamente cálidos en el noreste de EE.UU afectaron al esquí. Se produjo una reducción de la temporada en un 3,4% en 1998-1999 y del 11% en 2001-2002. Hubo un 11-12% menos esquiadores en cada uno de estos periodos de tiempo. Steiger (2011) realizó un estudio para la provincia Austriaca de Tirol y halló que temporadas anómalamente cálidas, como el invierno de 2006/2007, tuvo un fuerte efecto negativo en las estaciones de esquí, especialmente aquellas estaciones situadas en cota más baja. Se redujo un 7% la duración de la temporada, así como una reducción del 11% en la venta de forfaits. Las pernoctaciones en la temporada de invierno disminuyeron en un 3% en comparación con los tres años anteriores. Un estudio posterior que utilizó la misma metodología (Rutty., Scott., Jonhson., Pons., Steiger y Vilella, 2017) examinó el comportamiento del mercado durante el invierno de 2011/2012 en la región de Ontario. Este invierno representó una anomalía de temperatura de +3,7°C por encima del promedio para el periodo de referencia de 1981-2010. Estos investigadores encontraron una reducción del 17% en la duración de la temporada de esquí y una reducción del 10% en las visitas de los esquiadores.

Otros estudios examinaron la relación estadística del espesor de nieve con la venta de forfaits. Palm (2001) indicó que hubo 700.000 esquiadores menos en las áreas de esquí de New Hampshire y Vermont durante los años con menor cantidad de nieve, en comparación con los años con los mejores espesores de nieve. Otros estudios encontraron que el número anual de esquiadores estaba significativa y positivamente relacionado con el espesor de nieve en los Alpes suizos (Abegg y Froesch, 1994; Gonseth,

2013), en Japón (Fukushima, Kureha, Ozaki, Fujimori y Harasawa, 2002), los Alpes austriacos (Pickering, Castely y Burt, 2010; Töglhofer, Eigner y Pretenthaler (2011) y en Suecia (Falk y Hagsten 2016).

Algunos estudios utilizaron otras variables meteorológicas, en lugar de nieve acumulada para analizar la variabilidad en la asistencia a las estaciones de esquí. Shih, Nicholls y Holecek (2009) proporcionaron uno de los estudios más completos en esta área. Usaron datos diarios sobre las condiciones meteorológicas y la venta de forfaits en dos estaciones de esquí de Michigan durante el período 1996-2002, y encontraron una relación positiva y significativa de la profundidad de la nieve con las ventas de forfaits. En particular, un aumento de 2,5 cm en el espesor de nieve se correlacionó con un aumento del 9% en las ventas de forfaits, la temperatura alta tuvo una relación negativa con la venta de pases (con una disminución del 2% en las ventas por cada 0,5°C de aumento) así como la sensación térmica (con un 1% de incremento en las ventas por cada 1°C de disminución en la sensación térmica). Demiroglu, Kucerová y Ozcelebi (2015) realizaron un estudio en Eslovaquia y encontraron que una disminución del 1% en el espesor de nieve redujo las ventas de forfaits en un 1,2%. Además, un aumento de 1°C de la temperatura media se correlacionó con una reducción del 6% en los mismos.

Falk (2013) examinó el efecto de la nubosidad y las horas de radiación solar diaria sobre el esquí en los Alpes austriacos. Los días soleados medidos como la fracción de días con cielo despejado, tuvieron un impacto negativo en el turismo mientras que una mayor cobertura nubosa provocó un aumento en los turistas nacionales, pero menos turistas extranjeros.

Debido a su latitud y climatología los Pirineos experimentan una gran variabilidad estacional en cuanto a precipitaciones y acumulación de nieve que repercute directamente en la afluencia de turistas y esquiadores a las pistas. Sin embargo, hasta ahora ningún estudio ha proporcionado un análisis detallado de la variabilidad diaria e interanual en esta afluencia. En este estudio, utilizamos datos diarios de tres estaciones de esquí del Pirineo aragonés para examinar la relación del número de esquiadores con las condiciones meteorológicas y los kilómetros esquiables, así como los motivos del cierre de las pistas de esquí. El capítulo de resultados tiene dos partes principales. En la primera parte se describe la duración de la temporada de esquí y los patrones de asistencia, diferenciados por fines de semana y días entre semana. En la segunda parte, se describe la influencia de diferentes parámetros meteorológicos, así como el porcentaje de pistas abiertas en la asistencia diaria de los esquiadores.

## 2. Área de estudio

Las 3 estaciones de esquí analizadas (Panticosa, Formigal y Cerler) están ubicadas en la región del Pirineo central. El rango de elevación de las estaciones es de 1500 a 2600m sobre el nivel del mar. Las tres estaciones juntas representan aproximadamente el 60% de los esquiadores en la región de Aragón y casi el 70% del Pirineo aragonés. (ATUDEM, 2019).

El clima del Pirineo está influenciado por el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, en su eje oeste-este. Sin embargo, el relieve abrupto causa una gran variabilidad espacial en la distribución de la precipitación y la temperatura. Cerca de la divisoria principal y de las cumbres pirenaicas, la precipitación excede los 1000 mm por año y puede alcanzar más de 2000 mm en algunas áreas (Cuadrat, Saz, Vicente-Serrano y González-Hidalgo, 2007); sin embargo, existe un patrón general de precipitación decreciente de oeste a este y de norte a sur (Buisán, López-Moreno, Sanz y Korchendorfer, 2016). La precipitación generalmente se da en forma de hielo o nieve desde finales de otoño hasta principios de primavera por encima de 1500-1600m. (López-Moreno y García-Ruíz, 2004). La temperatura también disminuye con el aumento de la elevación, y Del Barrio, Creus y Puigdefabregas (1990), estimaron una disminución de 0,68°C por cada 100 m de altitud. De noviembre a abril, la isoterma de 0°C está aproximadamente a una cota de 1600-1700 m. Por debajo de este límite, la nieve acumulada se da solo durante los meses más fríos del invierno (diciembre a febrero). Por debajo de 1300m, la capa de nieve es generalmente efímera, aunque los eventos de nevadas son comunes durante el invierno (Navarro-Serrano y López-Moreno, 2016). El viento es también un elemento climático importante en el Pirineo, y generalmente circula desde el noroeste, y en menor medida desde el norte, oeste y este (López-Moreno y Vicente-Serrano, 2006). Cuando los frentes ingresan desde el norte y el noroeste, la mayor parte de la humedad precipita en la vertiente norte, y cerca de la divisoria pirenaica. Como consecuencia del efecto Foehn, masas de aire más seco y cálido llegan a las laderas meridionales de los Pirineos españoles. Esto resulta en marcadas diferencias entre la cordillera española y francesa en términos de acumulación de nieve, días soleados y velocidad del viento, todo lo cual afecta directamente las condiciones en las estaciones de esquí y al número de esquiadores.

Desde la temporada 2014-2015, las estaciones de esquí de Formigal y Panticosa se fusionaron en un solo dominio esquiable; sin embargo, no están conectadas por pistas de esquí, sino por una carretera con una separación de 12 km con Panticosa situada más al sur. Formigal anteriormente amplió su dominio en la temporada 2007-2008, y ahora es la más grande de estas estaciones, con 137 km esquiables y una capacidad de casi 40.000 esquiadores/hora. El rango de elevación en Formigal es de 1500-2250m.

Panticosa es la más pequeña de las tres estaciones. Tiene 36 km de pistas y una capacidad de alrededor de 14.000 esquiadores/hora. Su elevación varía de 1500 a 2200m. A pesar de su proximidad a Formigal, tiene características topográficas y climatológicas

cas muy diferentes, ya que está muy protegida de los frentes del norte y noroeste siendo aun así muy vulnerable al viento. Cerler se encuentra en la parte oriental del Pirineo aragonés. Su punto más alto es de 2630m, aunque la mayor parte de la estación se encuentra entre las cotas 1900 y 2300m. Tiene 77 km esquiables y una capacidad de alrededor de 26.000 esquiadores/h (ATUDEM, 2021).

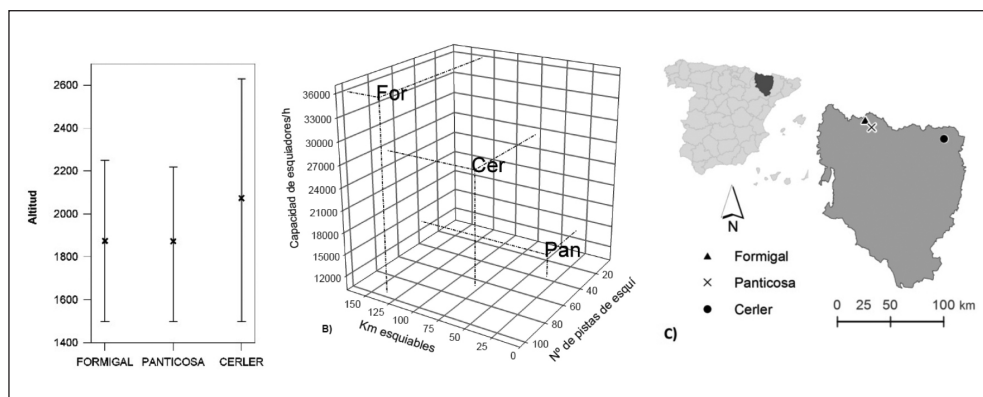


Figura 1. Características básicas de las tres estaciones de esquí. A) rangos de elevación, B) número de pistas de esquí, km esquiables y capacidad esquiadores/h, C) ubicación geográfica.

### 3. Datos y metodología

#### 3.1. Datos

En este estudio se utilizaron datos diarios de diferentes parámetros relacionados con el esquí de las tres estaciones durante las temporadas 2003-2004 a 2013-2014. Todos los datos fueron proporcionados por el consorcio que representa a varias estaciones de esquí en Aragón (ARAMON S.A.). La Tabla 1 resume los datos utilizados para el análisis (número de esquiadores, fechas de apertura y cierre, y motivos para el cierre, condiciones meteorológicas y km de pistas abiertas).

#### 3.2. Análisis estadístico

Las dos primeras partes de los resultados proporcionan un análisis descriptivo-estadístico del inicio, final y duración de la temporada de esquí, la frecuencia y las principales razones de cierre de estaciones, así como la concentración temporal de es-

Tabla 1. Datos utilizados para el análisis de tres estaciones de esquí en el Pirineo Central

<i>Dato</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Periodo</i>
Número de esquiadores	Número de personas que obtienen forfait para todo o parte del día	Cuantitativo	Diario	2003-2013
Número de días de apertura	Número de días que la estación de esquí está abierta o parcialmente abierta durante la temporada	Cuantitativo	Diario	2003-2013
Número de días de cierre	Número de días que la estación de esquí está totalmente cerrada durante la temporada	Cuantitativo	Diario	2003-2013
Motivos de cierre	La razón principal para el cierre de la estación en un determinado día	Cualitativo	Diario	2011-2013
Tipo de tiempo atmosférico	Descripción de las condiciones meteorológicas basadas en la observación	Cualitativo	Diario	2011-2013
Km de pistas abiertas	Número de pistas abiertas (km) en un día determinado	Cuantitativo	Diario	2011-2013

quiadores. La segunda parte de los resultados proporciona un análisis bi-variado de los patrones de asistencia. Más específicamente, se comprueban las asociaciones entre el número de esquiadores bajo diferentes condiciones meteorológicas y el porcentaje de kilómetros abiertos en cada estación. Se ha utilizado el análisis de varianza (ANOVA) de manera que permita la determinación de diferencias estadísticamente significativas en las medias de diferentes grupos.

Se usó una prueba F para determinar la importancia de las diferencias halladas. Cuando los valores de las medias son iguales, F tiene un valor de 1; si difieren, F tiene un valor mayor a 1. El valor del estadístico F se presenta con su nivel de significancia (valor p), que cuando es menor de 0,05 conduce al rechazo de la suposición de medias similares (Rubio-Hurtado y Berlanga-Silvente, 2012).

Además, se usó el método de Bonferroni para corregir las comparaciones múltiples. Este método controla la tasa de error dividiendo el nivel de significancia ( $\alpha$ ) por el número de comparaciones (k). Por lo tanto, cada comparación se evaluó utilizando un nivel de significancia  $\alpha C = \alpha/k$ . (Dunn, 1961).

## 4. Resultados

### 4.1. Variabilidad de la temporada de esquí: comienzo, fin y duración de la temporada para el periodo 2003-2013

La Tabla 2 muestra la variabilidad del inicio, el final y la duración de las temporadas de esquí de 2003-2013, así como la frecuencia absoluta y relativa de estos mismos parámetros. En la mayoría de las temporadas el inicio se produjo en la primera semana de diciembre (58%) o la última semana de noviembre (24%). En los últimos años, hubo una tendencia de apertura la primera semana de diciembre en lugar de la última semana de noviembre. La estación de Cerler tuvo más estabilidad interanual en la fecha de apertura que Panticosa y Formigal. El final de la temporada de esquí se produce habitualmente durante la semana de Pascua. En el 82% de los años, la temporada de esquí terminó en las primeras 3 semanas de abril. Cerler y Formigal permanecieron abiertos hasta fines de abril, pero Panticosa solo permaneció abierta hasta la tercera semana de abril 2 de las temporadas analizadas. En general, no hubo cambios claros a lo largo del periodo de estudio en el periodo de cierre, pero las vacaciones de Pascua fueron la última fecha de alta asistencia. La duración de la temporada tuvo una mayor variabilidad interanual que las fechas de apertura y cierre. La estación de Cerler tuvo las temporadas más largas (rango: 121-160 días), seguida de Formigal (100-160 días) y Panticosa (100-140 días).

Tabla 2. Frecuencia absoluta (FA) y frecuencia relativa (FR) del A) inicio de la temporada de esquí; B) fin de la temporada de esquí; y C) duración de la temporada de esquí. (Datos de las tres estaciones de esquí)

TABLA 2A. INICIO TEMPORADA		
*COD	*FA	*FR
3ª SEMANA NOVIEMBRE	1	3%
4ª SEMANA NOVIEMBRE	8	24%
1ª SEMANA DICIEMBRE	19	58%
2ª SEMANA DICIEMBRE	0	0%
3ª SEMANA DICIEMBRE	2	6%
4ª SEMANA DICIEMBRE	3	9%

TABLA 2B. FIN TEMPORADA		
*COD	*FA	*FR
4ª SEMANA MARZO	2	6%
1ª SEMANA ABRIL	10	30%
2ª SEMANA ABRIL	7	22%
3ª SEMANA ABRIL	10	30%
4ª SEMANA ABRIL	4	12%

TABLA 2C. DURACIÓN TEMPORADA					
FORMIGAL		PANTICOSA		CERLER	
Nº días	*FA	Nº días	*FA	Nº días	*FA
100-120	3	100-120	5	100-120	0
121-140	4	121-140	5	121-140	7
141-160	4	141-160	1	141-160	4



## 4.2. Frecuencia de cierre de estaciones y sus causas

Durante las 11 temporadas de esquí en las 3 estaciones hubo varios días en los que no fue posible abrir la estación, ni siquiera algunos remontes. Por lo tanto, cuando se habla de días de cierre se refiere a la no apertura de ningún remonte en la estación. En este sentido hubo grandes diferencias en el número de días cerrados entre diferentes temporadas y estaciones (Figura 2). Panticosa tuvo el mayor número de días de cierre, así como también la mayor variabilidad interanual (de 8 a 28 días por temporada), seguido de Formigal (de 1 a 13 días) y Cerler (de 1 a 8 días). Los motivos del cierre en las tres estaciones de esquí expresado en porcentaje son en Panticosa la falta de espesores suficientes de nieve en el 53% de las ocasiones, el viento excesivo 23%, así como la combinación de viento+lluvia en un 16% de los casos. En Formigal, el 63% de los cierres se debieron a fuertes precipitaciones en forma de nieve, seguidos de viento excesivo 25% y viento+lluvia 12%. En Cerler, el viento excesivo fue la razón principal del cierre en 86% de los casos junto con la combinación de viento+lluvia (14%).

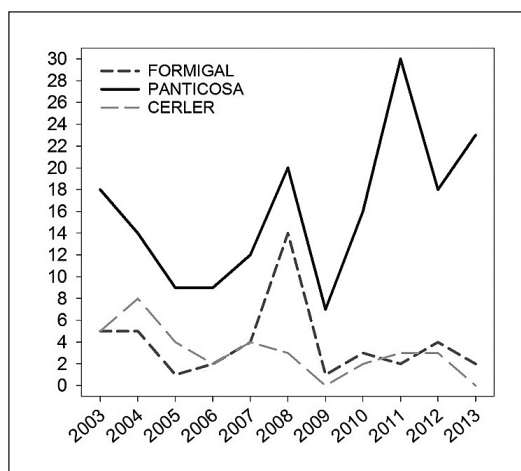


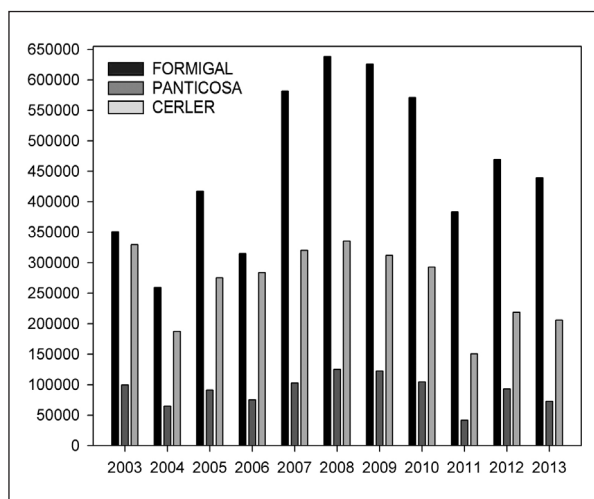
Figura 2. Frecuencia de cierre de las estaciones de esquí. El eje de las ordenadas indica el número de días de cierre.

## 4.3. Patrón temporal de afluencia de esquiadores

La Figura 3 muestra el número total de esquiadores en las tres estaciones de esquí durante el período de estudio. Esta cifra muestra una tendencia hacia el aumento del número de esquiadores desde 2007, especialmente en tres temporadas que destacan entre las demás (2007-2006, 2008-2009 y 2009-2010), seguidas de una disminución en

los años siguientes. El promedio de esquiadores por temporada fue de 460.000 en Formigal, 265.000 en Cerler y 90.000 en Panticosa. Los años pico tuvieron 638.000 esquiadores en Formigal, 125.000 en Panticosa y 335.000 en Cerler.

La Tabla 3 muestra los porcentajes mensuales de afluencia para cada estación de esquí. Febrero tuvo la asistencia más alta (27,7% promedio para las 3 estaciones de esquí), seguido de enero (25,6%) y marzo (24%).



MES	FOR	PAN	CER
Noviembre	1%	0%	0%
Diciembre	18%	15%	18%
Enero	25%	26%	26%
Febrero	26%	30%	27%
Marzo	24%	25%	23%
Abril	6%	4%	6%

Figura 3. Asistencia total en cada estación de esquí para el periodo 2003-2013.

Tabla 3. Porcentaje de esquiadores en cada estación de esquí de noviembre a abril (datos combinados de 2003-2013).

La Figura 4 muestra la distribución acumulada promedio de esquiadores a lo largo del tiempo en cada estación de esquí durante el período de estudio, y la Tabla 4 muestra el porcentaje de esquiadores acumulados en un porcentaje de días dado a lo largo de la temporada de esquí. Los 5 días con mayor asistencia representaron el 13% de todos los esquiadores y los 10, 25 y 50 días con mayor asistencia representaron el 23,6%, 52% y 74,3% de todos los esquiadores respectivamente. Estos datos muestran que hay una alta concentración de demanda en ciertos momentos de la temporada que se desglosarán más adelante.

Panticosa tuvo la mayor concentración de esquiadores dentro de un período de 50 días (78%), seguido por Formigal (74%) y Cerler (71%). En general, la concentración de esquiadores en cada estación tuvo baja variabilidad interanual, con valores bastante similares a lo largo del período de estudio.

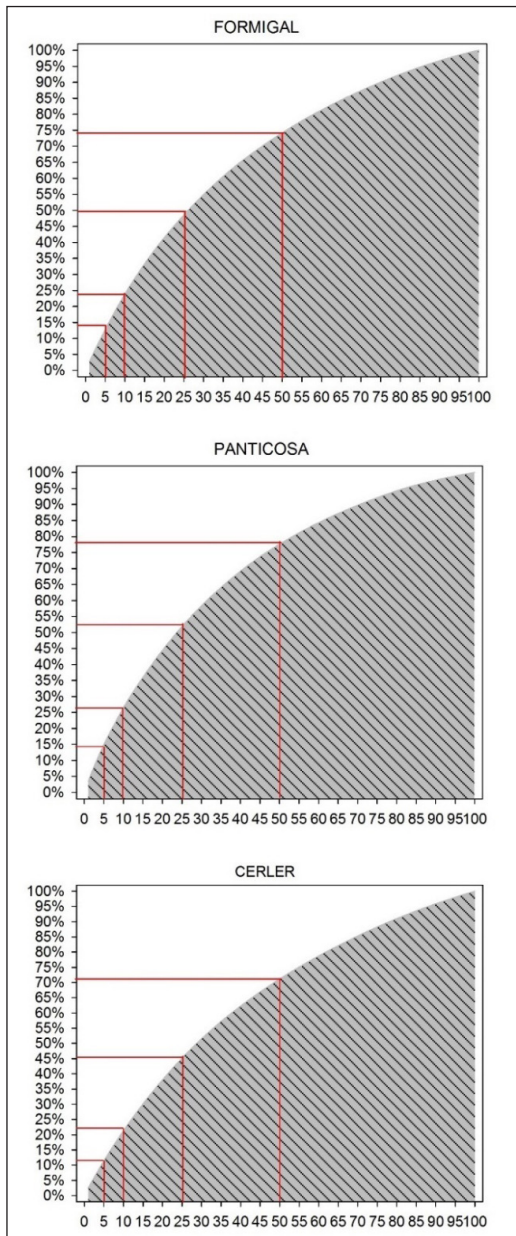


Tabla 4A	% concentración de esquiadores			
	5	10	25	50
<b>PROMEDIO PERIODO (2003-2013)</b>	13%	24%	49%	74%

Tabla 4B	% concentración de esquiadores				
	Nº días	5	10	25	50
<b>PROMEDIO PERIODO (2003-2013)</b>		15%	26%	52%	78%

Tabla 4C	% concentración de esquiadores			
	5	10	25	50
<b>PROMEDIO PERIODO (2003-2013)</b>	11%	21%	45%	71%

Figura 4. Distribución acumulada de esquiadores en las diferentes estaciones de esquí (datos agrupados de 2003-2013). La abscisa representa los 100 días con más esquiadores y la ordenada representa el porcentaje de esquiadores acumulados en N días.

Tablas 4. Porcentajes acumulados de esquiadores en cada estación de esquí desde 2003-2013.

A continuación, se analiza con más detalle la concentración de esquiadores a lo largo de la temporada. La Figura 5 muestra el porcentaje de esquiadores en cada estación de esquí y cada temporada en los cinco períodos principales de vacaciones acumulados: 6 y 8 de diciembre, vacaciones de Navidad, 5 de marzo (fiesta local en Zaragoza capital), 19 de marzo (Día del padre) y Semana Santa, así como fines de semana y días entre semana (figuras de la izquierda). El número promedio de esquiadores en periodo vacacional fue mayor en Cerler (26,1%), seguido de Panticosa (25,2%) y Formigal (24,5%) sin grandes diferencias entre las 3 estaciones. Los porcentajes promedio de esquiadores en fin de semana (sábado y domingo) para todas las temporadas fueron 40,3% (Panticosa), 39,4% (Formigal) y 34,4% (Cerler). Los porcentajes promedio para los días de entre-semana (lunes a viernes) fueron de 39,5% (Cerler), 36,10% (Formigal) y 34,5% (Panticosa). Como se observa en estas figuras el porcentaje de esquiadores durante el fin de semana fue mayor que el porcentaje durante los 5 días de la semana lo que muestra una alta concentración de esquiadores durante los fines de semana.

La parte derecha de la Figura 5 detalla la asistencia durante los 5 períodos de vacaciones desglosados. De esta manera observamos que las vacaciones de Navidad atrajeron a la mayoría de los esquiadores, y representaron del 48% al 80% de todos los esquiadores del periodo vacacional y alrededor del 16% de los esquiadores de toda la temporada. La Semana Santa representó del 5% al 45% de todos los esquiadores en vacaciones; esta gran variabilidad se debe a que esta semana a veces tiene lugar a finales de la temporada de esquí cuando la estación está ya cerrada en alguno de estos días. En otros casos los días festivos 6 y 8 de diciembre pueden unirse a un fin de semana, lo que lleva a puentes de 4 días o más. Esta es una fecha importante porque marca habitualmente el comienzo de la temporada. Aunque muchas estaciones de esquí abren en este largo fin de semana apoyados por la nieve artificial, es posible que luego tengan que cerrar debido a la falta de nieve o las altas temperaturas que se suceden en las semanas posteriores.

Como los diferentes periodos vacacionales tienen diferentes duraciones, la Tabla 5 muestra el número de esquiadores promedio por día. Un día aislado como el 19 de marzo (Día del Padre en España), tiene alrededor de 6.000 esquiadores en Formigal, y también es el día más popular en Panticosa, y el segundo día con más esquiadores en Cerler.

Tabla 5. Promedio de esquiadores por día en las diferentes vacaciones en las tres estaciones de esquí (datos combinados de 2003-2013)

	<i>Puente 6 y 8 de Diciembre</i>	<i>Vacaciones Navidad (24D-6E)</i>	<i>Festividad 5 de Marzo</i>	<i>Festividad 19 de Marzo</i>	<i>Semana Santa</i>
Formigal	3619	5579	3283	6188	4681
Panticosa	852	1099	1191	1361	803
Cerler	2313	3437	2107	3043	2785

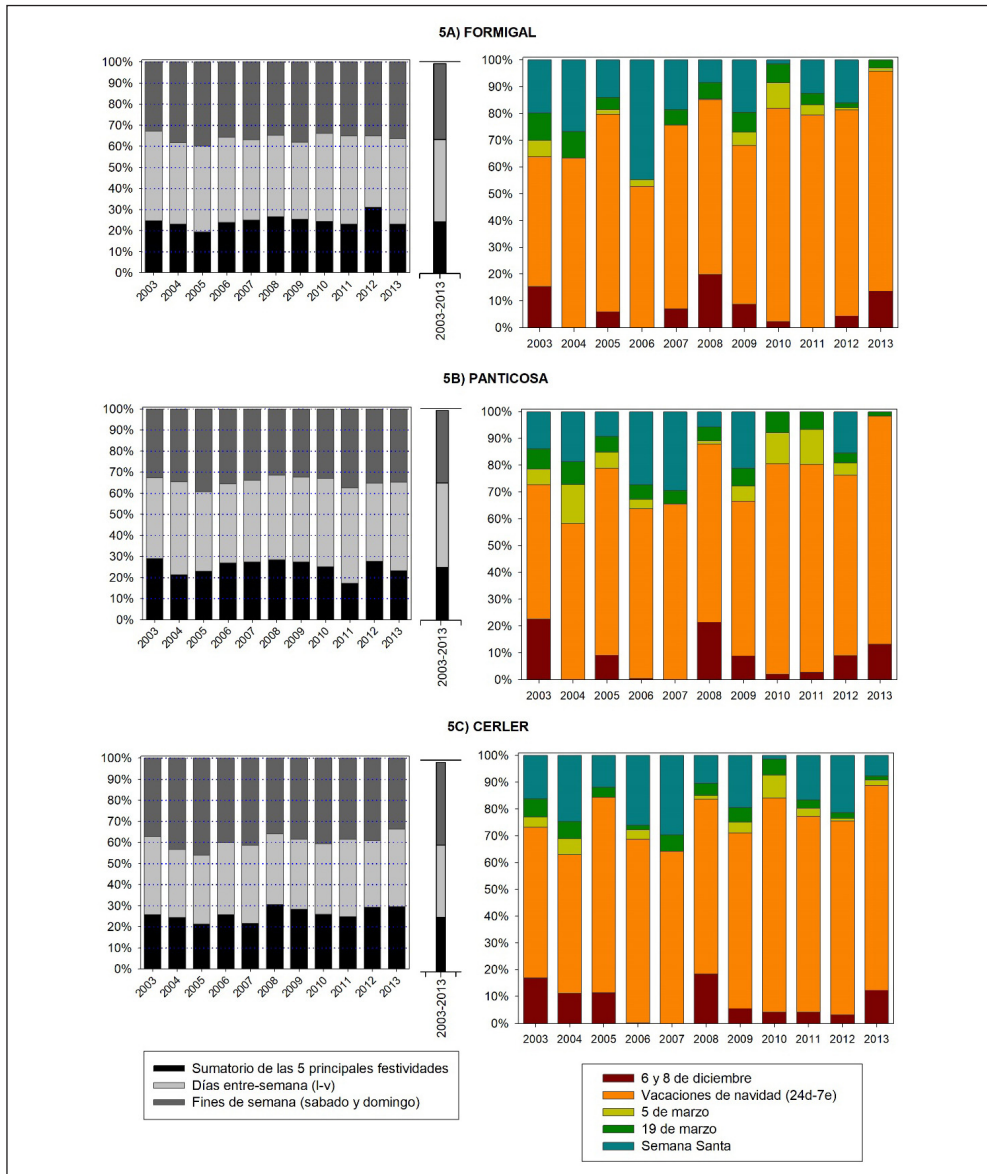


Figura 5. Asistencia de esquiadores en las diferentes estaciones de esquí en días festivos, fines de semana y entre semana. Las cifras de la izquierda muestran el promedio de asistencia en los 5 periodos festivos agregados, los fines de semana y los días entre-semana para el periodo 2003-2013. La barra central muestra los datos promedio agrupados de 2003-2013.

Las figuras de la derecha muestran datos desagregados para cada uno de los 5 festivos principales para el periodo 2003-2013.

#### 4.4. Relación de la afluencia de esquiadores con las condiciones meteorológicas y el número de km esquiabiles

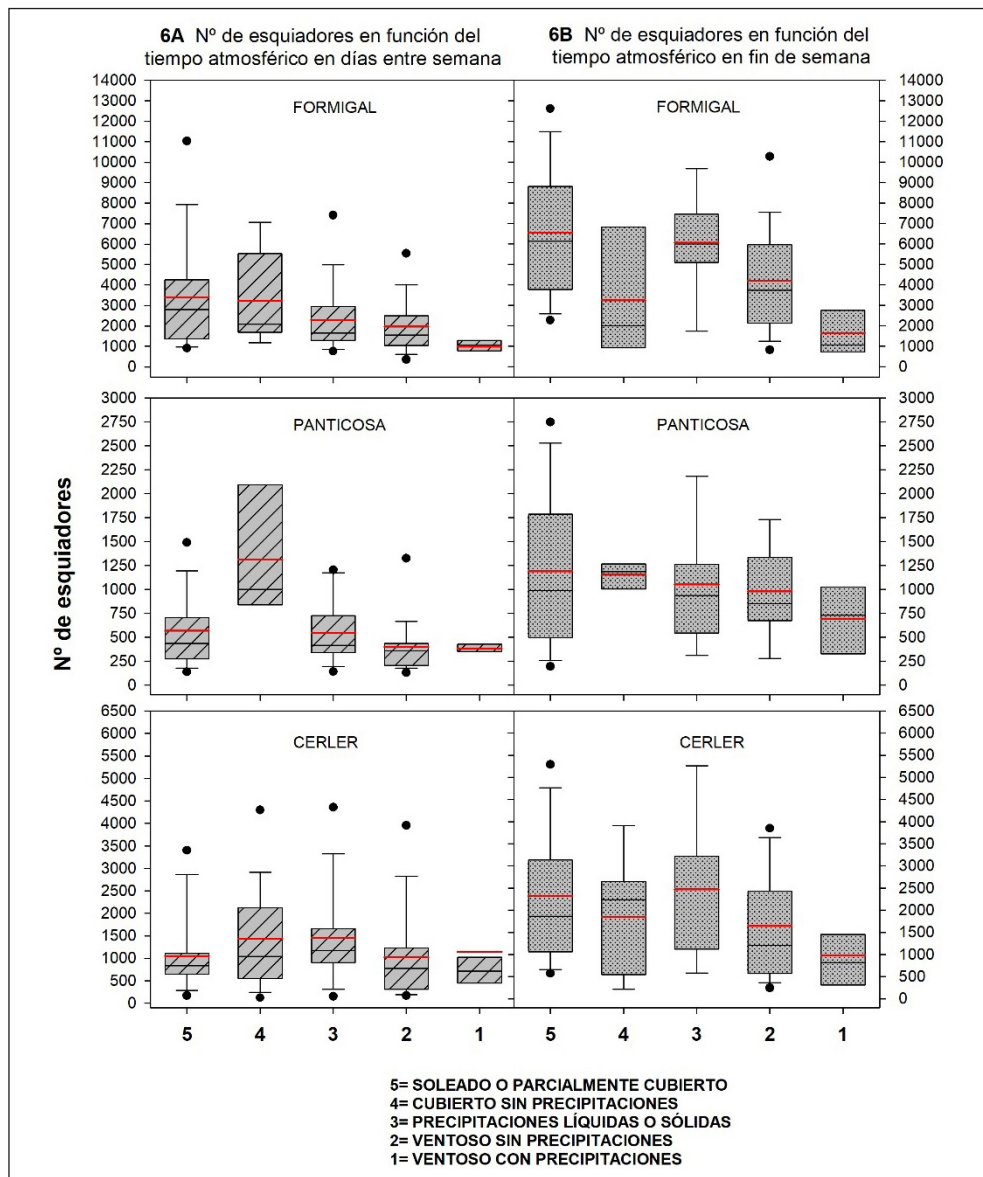
##### 4.4.1. Afluencia de esquiadores y condiciones meteorológicas

A continuación, se analiza el efecto de las condiciones meteorológicas sobre la asistencia de esquiadores a pistas de esquí los días entre semana (Figura 6A) y los fines de semana/festivos (Figura 6B) en las 3 estaciones de esquí. La Tabla 6 muestra la asistencia promedio para 5 tipos diferentes de condiciones meteorológicas que se han descrito en base a las observaciones a pie de pista. Los días entre semana, Formigal tuvo significativamente más esquiadores cuando hizo tiempo soleado o parcialmente nublado (tipo 5) 3286 esquiadores promedio que en días ventosos (tipo 2, 1973 esquiadores promedio). Los días entre-semana, Panticosa también tuvo significativamente más esquiadores en días sin precipitación (tipo 4, 1467 esquiadores) que en días con viento y precipitación (Tipo 1, 384 esquiadores). No hubo un efecto significativo de las condiciones meteorológicas en la asistencia a Cerler durante la semana.

Durante los fines de semana, el tiempo solo tuvo un efecto significativo en Formigal; la mayor diferencia fue entre días soleados o parcialmente nublados (tipo 5, 6554 esquiadores) y días ventosos con precipitación (tipo 1, 1639 esquiadores). (Ver Tabla 8 de material suplementario).

Tabla 6. Número de esquiadores / día en días entre semana y fines de semana /festivos y tipo de tiempo atmosférico (1-5, como se muestra en la Fig. 6) en las tres estaciones de esquí (datos agrupados de 2011-2013)

<i>FORMIGAL</i>				<i>PANTICOSA</i>				<i>CERLER</i>			
<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>		<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>		<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>	
<b>5</b>	3286	<b>5</b>	6554	<b>5</b>	568	<b>5</b>	1191	<b>5</b>	1318	<b>5</b>	2321
<b>4</b>	3243	<b>4</b>	3880	<b>4</b>	1467	<b>4</b>	1153	<b>4</b>	1438	<b>4</b>	1845
<b>3</b>	2298	<b>3</b>	6053	<b>3</b>	545	<b>3</b>	1053	<b>3</b>	1454	<b>3</b>	2474
<b>2</b>	1973	<b>2</b>	4218	<b>2</b>	399	<b>2</b>	981	<b>2</b>	1027	<b>2</b>	1648
<b>1</b>	990	<b>1</b>	1639	<b>1</b>	384	<b>1</b>	695	<b>1</b>	1148	<b>1</b>	984



Figuras 6A y 6B. Número de esquiadores en cada estación de esquí durante diferentes condiciones meteorológicas (datos agrupados de 2011-2013). Las figuras de la izquierda muestran la asistencia en función del tiempo atmosférico de lunes a viernes. Las cifras de la derecha muestran la asistencia en función del tiempo atmosférico los fines de semana y días festivos. Línea roja: indica la asistencia promedio. Los círculos en negro muestran los percentiles 5 y 95.

## 4.4.2. Afluencia de esquiadores y número de kilómetros esquiabiles

También se analizó el efecto del porcentaje de pistas abiertas de la estación en la asistencia de esquiadores. La Tabla 7 muestra la relación de estas variables en la que clasificamos el número de pistas abiertas en tres intervalos de apertura: <25%, 25%-75% y >75%. Entre semana, la asistencia fue dos veces más alta cuando más del 75% de las pistas estuvieron abiertas en comparación cuando estuvo menos del 25%, con aproximadamente un 48%, 55% y 50% menos esquiadores en Formigal, Panticosa y Cerler, respectivamente. Durante el fin de semana y las vacaciones solo hubo diferencia significativa en la asistencia cuando <25% estaba abierto respecto a >75% abierto (excepto en Cerler, donde también hay grandes diferencias entre <25% y 25%-75%). Esto muestra que la diferencia en el número de esquiadores cuando menos del 25% de las pistas están abiertas y cuando más del 75% están abiertos es el triple, con un porcentaje de menos esquiadores alrededor de -63%, -80% y -74% en Formigal, Panticosa y Cerler respectivamente. (Ver Tabla 9 de material suplementario para las pruebas ANOVA).

Tabla 7. Número de esquiadores por día entre semana y fines de semana/ festivos y porcentaje de pistas de esquí abiertas (temporadas 2011-2013). Los códigos 1-3 muestran el porcentaje de pista abierta conforme se muestra en la figura 7

<i>FORMIGAL</i>				<i>PANTICOSA</i>				<i>CERLER</i>			
<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>		<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>		<i>Entre semana</i>		<i>Fin de semana/ vacaciones</i>	
<b>1</b>	1709	<b>1</b>	2472	<b>1</b>	319	<b>1</b>	375	<b>1</b>	788	<b>1</b>	726
<b>2</b>	2656	<b>2</b>	5429	<b>2</b>	556	<b>2</b>	1060	<b>2</b>	1317	<b>2</b>	2159
<b>3</b>	3276	<b>3</b>	6696	<b>3</b>	710	<b>3</b>	1851	<b>3</b>	1576	<b>3</b>	2816



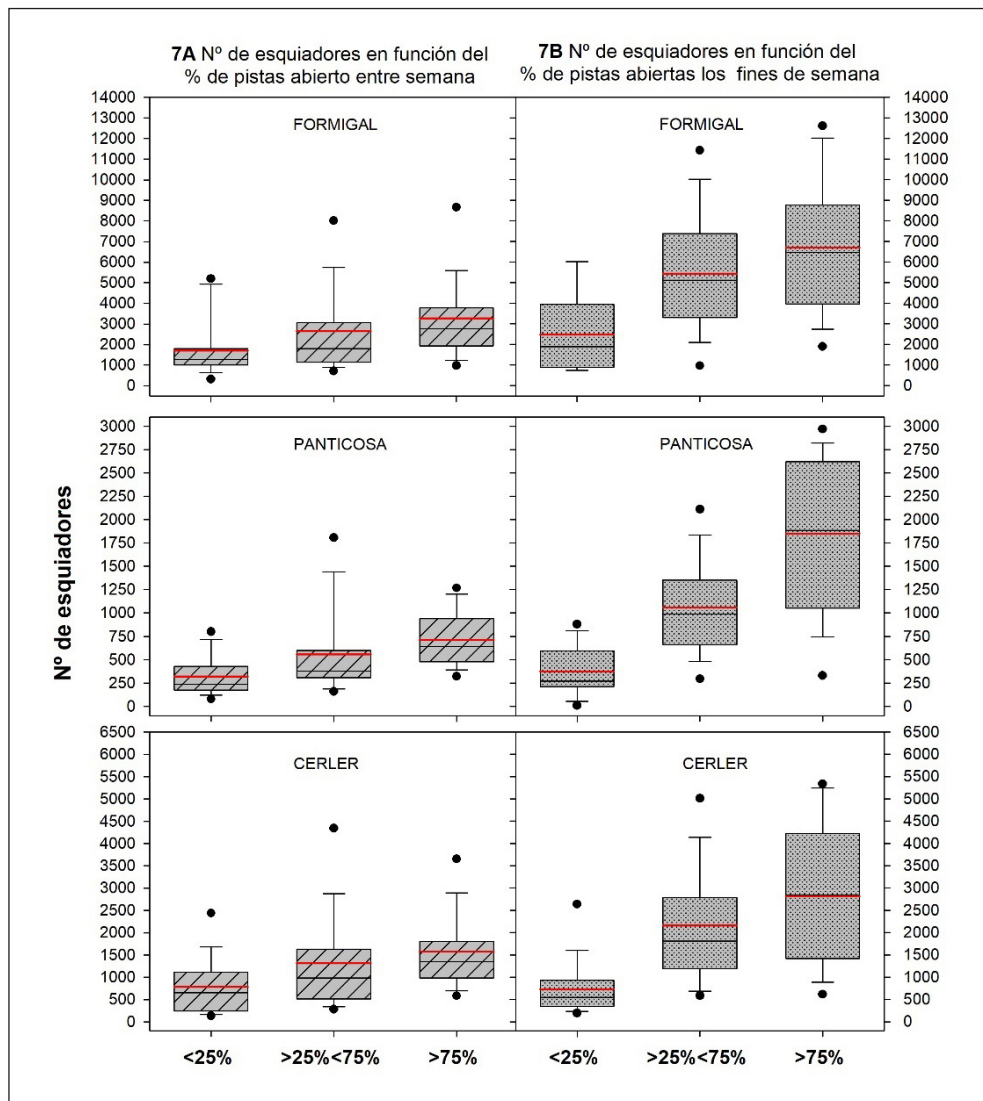


Figura 7. Relación del número de esquiadores (ordenadas) con el porcentaje de pistas abiertas (abscisas). El panel izquierdo muestra la asistencia en función del porcentaje de pistas abiertas en los días entre semana y el panel derecho muestra la asistencia en función del porcentaje de pistas abiertas los fines de semana y días festivos. La línea roja muestra los esquiadores promedio y los círculos negros los percentiles 5 y 95.

## 5. Discusión y conclusiones

En este estudio se ha caracterizado la asistencia a 3 estaciones de esquí en el Pirineo Aragonés, y se ha evaluado la influencia de la disponibilidad de nieve (indicada por el porcentaje de kilómetros esquiabiles) y las condiciones meteorológicas en la asistencia para el periodo 2003-2013. La metodología utilizada, basada en relaciones estadísticas directas, es adecuada para el análisis sensible de la influencia de diferentes factores meteorológicos en las estaciones de esquí a escala local. El análisis de los datos de visitas agregados a nivel regional o superior podría enmascarar características únicas como el efecto de la baja altitud de algunas pistas de esquí. Esto ya ha sido mostrado en otros estudios donde la demanda de esquiadores bajo las mismas condiciones nivo-meteorológicas fue diferente en estaciones de esquí cercanas debido a diferencias en las condiciones geográficas (Pons *et al.*, 2014; 2015).

Hubo cierta variabilidad en la fecha de inicio de la temporada de esquí (que se da principalmente en las últimas semanas de noviembre y la primera semana de diciembre). Los días festivos del 6 y 8 de diciembre son importantes porque marcan el comienzo sobre todo comercial de la temporada, aunque habitualmente solo es posible hacerlo con ayuda de nieve artificial. Además, estas fechas festivas pueden representar una gran parte de la cantidad total de esquiadores durante una temporada. En ocasiones, inicios tardíos pueden afectar negativamente la asistencia general, ya que afecta a las fechas de posible afluencia máxima y también puede afectar la asistencia durante los meses siguientes Elsasser y Bürki (2002) y Falk y Hagsten (2016).

En cambio, se observa una variabilidad mucho más alta en el momento de cierre de las estaciones, debido principalmente a variaciones en la fecha de la Semana Santa. La mayoría de los años la nieve permanece en las estaciones de esquí toda la Semana Santa y en ocasiones hasta principios de mayo (Navarro-Serrano y López-Moreno, 2016), por lo tanto, la disponibilidad de nieve no es un problema. Sin embargo, después de las vacaciones de Semana Santa o incluso antes se produce una disminución drástica en el número de esquiadores. Esto se debe generalmente a la falta de buena calidad de esta nieve y también a la competencia con otros tipos de turismo (turismo costero y otras actividades al aire libre). La duración promedio de la temporada de esquí en las 3 estaciones de esquí fue de 130 días, superando el umbral ampliamente utilizado en la bibliografía de 100 días que son considerados necesarios para la sostenibilidad económica de una estación de esquí (Witmer, 1986).

La asistencia anual promedio de los esquiadores durante el período de estudio en las 3 estaciones de esquí fue de 815.000 y algunos años más de 1 millón de esquiadores siendo febrero y enero los meses con mayor asistencia. Los datos también muestran una asistencia particularmente alta los fines de semana y festivos. En general, alrededor del 75% de la asistencia se produce en aproximadamente el 50% de los días de la temporada. La concentración de turistas es algo común también en otras áreas de esquí fuera del Pirineo. Shih *et al.* (2009) mostraron resultados similares en Michigan, donde el 50% de las ventas de forfaits fueron los fines de semana. Además, una alta concentración de esquiadores en un número relativamente pequeño de días puede aumentar la vulnera-

bilidad económica de las empresas de esquí si coincide que en estas fechas pico tienen poca nieve o malas condiciones meteorológicas (Steiger, 2011).

También se ha analizado como las malas condiciones de nieve y/o meteorológicas pueden provocar el cierre total o parcial de las estaciones de esquí. Se identificaron los días ventosos como la causa principal de cierre total de las estaciones, aunque la falta de nieve a menudo dio lugar a cierres parciales. Las fuertes nevadas fueron otro motivo de cierre y causa de baja asistencia de esquiadores. Estos resultados están en línea con los hallazgos de Gilbert y Hudson (2000) y Englin y Moeltner (2004) para EEUU.

A pesar de que los factores meteorológicos (especialmente radiación solar, visibilidad, nubosidad, viento y lluvia) tienen gran peso en la afluencia (De Freitas, 2003) no se encontró una relación significativa entre el número de esquiadores y estos factores en fines de semana o días festivos, excepto en Formigal, donde el buen tiempo puede triplicar la cantidad de esquiadores en fines de semana. Este menor impacto de las condiciones meteorológicas en fines de semana y días festivos respecto a los días entre semana se debe probablemente a que las reservas para los días festivos se hacen con días e incluso semanas de antelación, mientras que gran parte de la asistencia los días entre semana no se planifica con tanta anticipación. En cualquier caso, la lluvia y el viento son las causas que perjudican más la afluencia e incluso precipitaciones leves o moderadas pueden acelerar la fusión de la nieve y conducir a cancelaciones o malas experiencias turísticas (Tervo, 2008).

El porcentaje de pistas abiertas también puede afectar al número de esquiadores, especialmente los fines de semana. La asistencia de esquiadores fue más 3 veces mayor en los días en que más del 75% de las pistas estuvieron abiertas en comparación con los días en los cuales menos del 25% de pistas estaban operativas (cierres parciales debidos a escasez de nieve o viento excesivo en algunas cotas). Durante la semana, la diferencia es más del doble. También es necesario tener en cuenta que la asistencia los fines de semana suele ser muy alta, y si una estación de esquí tiene pistas limitadas para esquiar pueden formarse aglomeraciones en los remontes frenando el atractivo para la asistencia a esa estación.

El período de estudio relativamente corto que se ha empleado no ha permitido el análisis de las tendencias a largo plazo. No obstante, este es el primer estudio que examina la relación del número de esquiadores en los Pirineos con la disponibilidad de nieve, el calendario vacacional y las condiciones meteorológicas. Se presentan los patrones y factores actuales que rigen la variabilidad diaria e interanual de la asistencia a 3 estaciones de esquí. Esta información puede proporcionar una base para la evaluación de la vulnerabilidad de la industria del esquí en el futuro, bajo diferentes escenarios de cambio climático, y los diferentes impactos de las condiciones de nieve. En próximos análisis sería interesante también conocer como las previsiones meteorológicas que se hacen desde organismos oficiales puede ejercer un factor de atracción o por el contrario de rechazo a la afluencia de esquiadores. Es muy importante para este sector turístico saber cómo los esquiadores pueden responder a las condiciones nivo-meteorológicas óptimas o adversas. Este análisis de la asistencia estacional, mensual, diaria y festiva en las estaciones de esquí contribuye a una mejor comprensión de los motivos de las variaciones en la asistencia a las estaciones de esquí del Pirineo aragonés.

**Material suplementario:**

Tabla 8. ANOVA y pruebas post hoc del efecto de diferentes tipos de tiempo (1-5, ver Fig. 7) sobre la asistencia en días de semana y días de fin de semana en las 3 estaciones de esquí.

F: ANOVA de un factor; p-value: significancia, en la cual un valor por debajo de 0.05 indica el rechazo de la hipótesis de que los promedios son iguales

ANOVA Y POST HOC TEST FORMIGAL DÍAS ENTRE SEMANA					
F =	5.165	p-value= 0.001			
	1	2	3	4	5
1					
2	1.000				
3	1.000	1.000			
4	0.352	1.000	1.000		
5	0.043	0.004	0.512	1.000	

ANOVA Y POST HOC TEST FORMIGAL FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F =	5.770	p-value= 0.000			
	1	2	3	4	5
1					
2	0.619				
3	0.048	0.939			
4	1.000	1.000	1.000		
5	0.002	0.013	1.000	1.000	

ANOVA Y POST HOC TEST PANTICOSA DÍAS ENTRE SEMANA					
F =	3.954	p-value= 0.004			
	1	2	3	4	5
1					
2	1.000				
3	1.000	1.000			
4	0.030	0.003	0.024		
5	1.000	0.430	1.000	0.017	

ANOVA Y POST HOC TEST PANTICOSA FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F =	0.691	p-value= 0.600			
	1	2	3	4	5
1					
2	1.000				
3	1.000	1.000			
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000	1.000	

ANOVA Y POST HOC TEST CERLER DÍAS ENTRE SEMANA					
F =	0.735	p-value= 0.569			
	1	2	3	4	5
1					
2	1.000				
3	1.000	1.000			
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000	1.000	

ANOVA Y POST HOC TEST CERLER FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F =	2.142	p-value= 0.080			
	1	2	3	4	5
1					
2	1.000				
3	0.361	1.000			
4	1.000	1.000	1.000		
5	0.309	0.724	1.000	1.000	

Tabla 9. ANOVA y pruebas post hoc del efecto del número de pistas abiertas (1: <25%, 2: 25-75%, 3:> 75%) en la asistencia los días de la semana y los fines de semana en las 3 estaciones de esquí. F: un factor ANOVA; p-value: significancia, en la cual un valor por debajo de 0,05 indica el rechazo de la hipótesis de que los promedios son iguales

ANOVA Y POST HOC TEST FORMIGAL DÍAS ENTRE SEMANA					
F	p-value		1	2	3
5.159	0.006	1			
		2	0.183		
		3	0.007	0.159	

ANOVA Y POST HOC TEST FORMIGAL FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F	p-value		1	2	3
9.350	0.000	1			
		2	0.009		
		3	0.000	0.142	

ANOVA Y POST HOC TEST PANTICOSA DÍAS ENTRE SEMANA					
F	p-value		1	2	3
10.487	0.000	1			
		2	0.007		
		3	0.000	0.085	

ANOVA Y POST HOC TEST PANTICOSA FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F	p-value		1	2	3
32.401	0.000	1			
		2	0.000		
		3	0.000	0.000	

ANOVA Y POST HOC TEST CERLER DÍAS ENTRE SEMANA					
F	p-value		1	2	3
10.256	0.000	1			
		2	0.001		
		3	0.000	0.174	

ANOVA Y POST HOC TEST CERLER FINES DE SEMANA Y FESTIVOS					
F	p-value		1	2	3
16.489	0.000	1			
		2	0.000		
		3	0.000	0.075	

## Agradecimientos

Hidroibermieve: este estudio ha sido realizado dentro del Proyecto CGL2017 82216 R (HIDROIBERNIEVE) del Ministerio de Economía y competitividad del Gobierno de España.

Los autores agradecen a ARAMON (Montañas de Aragón S.A) la cesión de los datos de esquiadores diarios para la realización del estudio.

## Bibliografía

- Abegg, B. & Froesch, R. (1994). Climate change and winter tourism: impact on transport companies in the Swiss Canton of Graubünden. In: Beniston, M. (Ed.), *Mountain Environments in Changing Climates*. Routledge Publishing Company, London and New York, pp. 328-340.
- ATUDEM (2021). Asociación Turística de Estaciones de Esquí y Montaña. <http://www.atudem.es/>
- Bank, M., Wiesner, R. (2001). Determinants of weather derivatives usage in the Austrian winter tourism industry. *Tourism Management*, 32, pp. 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.11.005>
- Becken, S. (2010). The importance of climate and weather for tourism. *Literature review*. Lincoln university mimeo.
- Buisán, S.T., López-Moreno, J.I., Sanz, M.A. & Korchendorfer, J. (2016). Impact of weather type variability on winter precipitation, temperature and annual snowpack in the Spanish Pyrenees. *Climatic Research*, 69, pp. 79-92.
- Cuadrat, J.M., Saz, M.A., Vicente-Serrano, S. & González-Hidalgo, J.C. (2007). Water Resources and Precipitation Trends in Aragon. *International Journal of Water Resources Development*, 23, pp. 107-123.
- Dawson, J., Scott, D. & McBoyle, G. (2009). Climate change analogue analysis of ski tourism in northeastern USA. *Climate Research*, 39, pp. 1-9.
- De Freitas C.R. (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48, pp. 45-54.
- Del Barrio, G., Creus, J. & Puigdefabregas, J. (1990). Thermal seasonality of the high mountain belts of the Pyrenees. *Mountain Research and development*, 10, pp. 227-233.
- Demiroglu, O.C., Kucerová, J. & Ozcelebi, O. (2015). Snow reliability and climate elasticity: Case of a slovak ski resort. *Tourism review*, 70, pp. 1-12.
- Dunn, O.J. (1961). Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association*, 56(293), pp. 52-64.
- Elsasser, H. & Bürki, R. (2002). Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate Research*, 20, pp. 253-257.

- Englin, J. & Moeltner, K. (2004). The value of snowfall to skiers and Boarders. *Environmental & Resource Economics*, 29, pp. 123-136.
- Falk, M. (2013). Impact of long-term weather on domestic and foreign winter tourism demand. *International Journal of Tourism Research*, 15, pp. 1-17.
- Falk, M. & Hagsten, E. (2016). Importance of early snowfall for Swedish ski resorts: Evidence based on monthly data. *Tourism Management*, 53, pp. 61-73.
- Fukushima, T., Kureha, M., Ozaki, N., Fujimori, Y. & Harasawa, H. (2002). Influences of air temperature change on leisure industries: case study on ski activities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7, pp. 173-189.
- Gilaberte-Búrdalo, M., López-Moreno, J.I., Morán-Tejeda, E., Jerez, S., Alonso-González, E., López-Martín, F. & Pino-Otín, R. (2017). Assessment of ski condition reliability in the Spanish and Andorran Pyrenees for the second half of the 20th century. *Applied Geography*, 79, pp. 127-142.
- Gilbert, D. & Hudson, S. (2000). Tourism Demand Constraints: A skiing participation. *Annals of Tourism Research*, 27(4), pp. 906-925.
- Gomez-Marín, B. (2005). Weather, climate and tourism, a geographical perspective. *Annals of Tourism Research*, 32, 3, pp. 571-591.
- Gonseth, C. (2013). Impact of snow variability on the Swiss winter tourism sector: implications in an era of climate change. *Climatic change*, 119, pp. 307-320.
- López-Moreno, J.I. & García-Ruiz. (2004). Influence of snow accumulation and snowmelt on streamflow in the central Spanish Pyrenees. *Hydrological Sciences*, 49 (5), pp. 787-802.
- López-Moreno, J. I. & Vicente-Serrano, S. (2006). Atmospheric circulation influence on the inter-annual variability of snowpack in the Spanish Pyrenees during the second half of the 20th century. *Nordic Hydrology*, 38, pp. 33-44.
- Navarro-Serrano, F.M. & López-Moreno, J.I. (2016). Spatio-temporal analysis of snowfall events in the Spanish Pyrenees and their relationship to atmospheric circulation. *Cuadernos de investigación geográfica*, 43, (1), pp. 233-254.
- Nicholls, N. (2005). Climate variability, climate change and the Australian snow season. *Australian Meteorological Magazine*. 54, pp. 177-185.
- Palm, B.T. (2001). Skiing with climate change: An analysis of climate change and the consequences for the ski industry in New Hampshire and Vermont. Doctoral dissertation: Oxford University.
- Pickering, C.M., Castely, J.G. & Burt, M. (2010). Skiing less often in a warmer world: Attitudes of Tourists to Climate Change in an Australian Ski Resort. *Geographical research*, 48(2), pp. 137-147.
- Pons, M., Johnson, P., Rosas-Casals, M. & Jover, E. (2014). A georeferenced agent based model to analyze the climate change impacts on ski tourism at regional scale. *Journal of Geographical Information Science*, 28(12), pp. 2474-2494. <https://doi.org/10.1080/13658816.2014.933481>
- Pons, M., López-Moreno, J.I., Rosas-Casals, M., Jover, È. (2015). The vulnerability of pyrenean ski resorts to climate-induced changes in the snowpack. *Climatic Change*, 131, pp. 591-605. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-015-1400-8>

- Rubio-Hurtado, M.J. & Berlanga-Silvente, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), pp. 83-100.
- Rutty, M., Scott, D., Pons, M. & Jover E. (2015). Behavioural adaptation of skiers to climatic variability and change in Ontario, Canada. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11, pp. 13-21.
- Rutty, M., Scott, D., Jonhson, P., Pons, M., Steiger, R. & Vilella, M. (2017). Using ski industry response to climatic variability to assess Climate change risk: An analogue study in Eastern Canada. *Tourism Management*, 58, pp. 196-204.
- Scott, D., McBoyle, G., Mills, B. & Minogue, A. (2006) Climate change and sustainability of ski-based tourism in eastern North America: a reassessment. *Journal Sustainable Tourism*, 14, pp. 376-398.
- Shih, C., Nicholls, S. & Holecek, D.F. (2009). Impact of weather on downhill ski lift ticket sales. *Journal of Travel Research*, 47(3), pp. 359-372.
- Steiger, R. (2011). The impact of snow scarcity on ski tourism: An analysis of the record warm season 2006/2007 in Tyrol (Austria). *Tourism Review*, 66, pp. 4-13.
- Tervo, K. (2008). The Operational and regional vulnerability of winter tourism to climate variability and change: The case of the finnish nature-based tourism entrepreneurs. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 8 (4), pp. 317-332.
- Töglhofer, C., Eigner, F. & Pretenthaler, F. (2011). Impacts of snow conditions on tourism demand in Austrian ski areas. *Climate research*, 46, pp. 1-14.
- Vanat, L. (2015). International Report on Snow & Mountain Tourism – Overview of the key industry figures for ski resorts. 148 pag. ISBN 978-2-9701028-0-9.
- Witmer, U. (1986). Recording, processing and mapping of snow data in Switzerland. Institute of geography. Bern: University of Bern.