

# Red de Seguimiento del Cambio Global en la Red de Parques Nacionales

*Informe de resultados para el periodo: 1 de enero de 2008-30 de junio de 2016*

## 1. INTRODUCCIÓN



En el año 2008 se crea la Red de Seguimiento del Cambio global en la Red de Parques Nacionales (RSCG), cuyo objetivo es generar conocimiento sobre los efectos del cambio global y fundamentalmente del cambio climático, a través de una infraestructura de toma, almacenaje y procesamiento de datos *in situ* que permita el desarrollo de un sistema de evaluación y seguimiento de los impactos que se pueden producir en la Red de Parques Nacionales.

La RSCG se apoya en un Convenio de Colaboración firmado entre cuatro instituciones, dependientes del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Fundación Biodiversidad (FB), contando además con la colaboración de Ferrovial-Agromán y complementándose con la permanente y activa cooperación de la comunidad científica.

La Red cuenta actualmente con 27 estaciones meteorológicas terrestres instaladas repartidas en 8 parques nacionales, cuya configuración cumple las exigencias del Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS), que establece los estándares para que las estaciones sean homologadas a nivel internacional. A comienzos de 2016 se instaló y puso en marcha la boya océano-meteorológica en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera, en la misma ubicación donde se encontraba la primera boya instalada en 2008 y que, afectada por un fuerte temporal, se perdió a finales de 2010.

El presente informe se ha elaborado con los datos incorporados en la base de datos de la RSCG en la fecha de elaboración del informe. Por ello, no se han utilizado los datos de las dos nuevas estaciones del Parque Nacional del Teide y de la recién instalada en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, ni la información de las tres estaciones ubicadas en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia, cuyos datos recibe y custodia Meteogalicia.

Del mismo modo, la información de la boya océano-meteorológica no se utiliza en este informe ya que en el momento de su elaboración se disponía, únicamente, de datos de 10 días para el periodo analizado, por ello insuficientes para analizar e intentar obtener conclusiones.

El objetivo de este informe de resultados es mostrar, a modo de resumen, información meteorológica adicional a los informes meteorológicos de la RSCG, ya disponibles en la web de la Red de Parques Nacionales. Para su elaboración se utilizan las siguientes variables mensuales:

PARÁMETRO	VARIABLE	UNIDAD
Temperatura	Temperatura media	°C
	Temperatura máxima	°C
	Temperatura mínima	°C
Humedad	Humedad media	%
	Humedad máxima	%
	Humedad mínima	%
Precipitación	Precipitación acumulada	mm
	Precipitación máxima	mm
Radiación global	Radiación global total	MJ/m <sup>2</sup>
	Radiación global máxima	MJ/m <sup>2</sup>

**Tabla 01:** Variables mensuales utilizadas, así como sus unidades.

Para la estimación y cálculo de los periodos de heladas, se utilizan las temperaturas mínimas medias mensuales, cuyo dato de origen son las temperaturas mínimas diarias.

Cuando las series de datos de las estaciones presentan, puntualmente, lagunas o valores anómalos, esto se refleja en las tablas o gráficos. En general, las condiciones extremas de la ubicación de algunas estaciones, como altitudes elevadas, fuerte exposición a extremos meteorológicos, dificultad de acceso y cobertura en las comunicaciones producen dificultades en el funcionamiento de los sensores, en su mantenimiento y en la transmisión de datos meteorológicos. No obstante, los datos ofrecidos son validados por la Agencia Estatal de Meteorología



**Fig. 01:** Estación "Mirador del Cable" en el Parque Nacional de los Picos de Europa

Para más información y consulta de informes relativos a esta iniciativa de seguimiento se puede consultar la página Web del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales.

<http://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/plan-seguimiento-evaluacion/>

## Metadatos de las ubicaciones de las estaciones meteorológicas

PARQUE	CÓDIGO	ESTACIÓN	X(UTM) ETRS 89	Y(UTM) ETRS 89	HUSO	ALTITUD
Archipiélago de Cabrera	PCB01	Cabrera	494621	4332018	31	165

Parque	Código	Estación	X(UTM) ETRS 89	Y(UTM) ETRS 89	HUSO	ALTITUD
Cabañeros	PCA01	Alcornquera	379750	4353317	30	625

Parque	Código	Estación	X(UTM) REGCAN95	Y(UTM) REGCAN95	HUSO	ALTITUD
Teide	PT01	Tiro	334500	3122250	28	2100
Teide	PT02	Risco Verde	348300	3127700	28	2000

Parque	Código	Estación	X(UTM) ETRS 89	Y(UTM) ETRS 89	HUSO	ALTITUD
Picos de Europa	PPE01	Pico Cotorra	337311	4782457	30	1505
Picos de Europa	PPE02	Cabaña Veronica	351713	4782189	30	2239
Picos de Europa	PPE03	Urriellu	352150	4785123	30	1907
Picos de Europa	PPE04	Vega de Ario	343824	4789579	30	1649
Picos de Europa	PPE05	Mirador del Cable	353514	4779793	30	1919
Picos de Europa	PPE06	Sotres	359017	4788751	30	1257
Picos de Europa	PPE07	Cordiñanes	345505	4782312	30	672
Picos de Europa	PPE08	Corisco	337311	4782457	30	1505

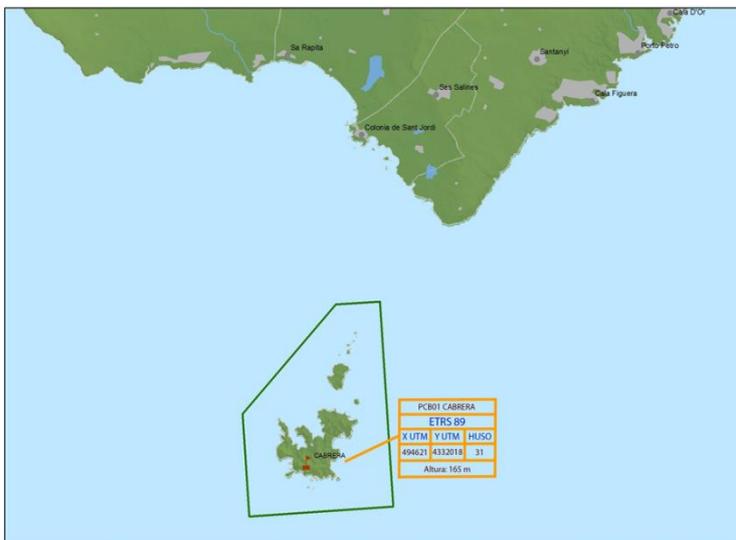
Parque	Código	Estación	X(UTM) ETRS 89	Y(UTM) ETRS 89	HUSO	ALTITUD
Sierra Nevada	PSN01	Aljibe de Montenegro	526825	4107312	30	975
Sierra Nevada	PSN02	Embarcadero	477616	4116277	30	1530
Sierra Nevada	PSN03	Piedra de los Soldados	477273	4112692	30	2155
Sierra Nevada	PSN04	Rambla de Guadix	528676	4097480	30	616
Sierra Nevada	PSN05	El Encinar	509292	4101036	30	1732
Sierra Nevada	PSN06	Laguna Seca	504255	4105949	30	2300
Sierra Nevada	PSN07	Robledal de Cáñar	461796	4089860	30	1735
Sierra Nevada	PSN08	Veleta	467075	4102316	30	3097

Parque	Código	Estación	X(UTM) ETRS 89	Y(UTM) ETRS 89	HUSO	ALTITUD
Ordesa y Monte Perdido	POR01	Torla	246010	4727172	31	1216

**Tabla 02:** Ubicación y codificación de las distintas estaciones por parque nacional.

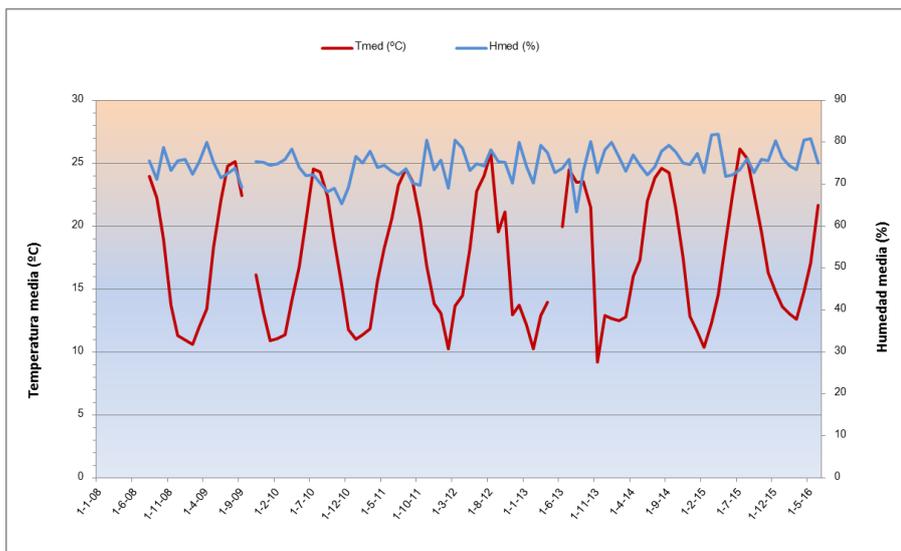
## 2. RESULTADOS POR PARQUE NACIONAL

### 2.1. Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera



**Fig. 02:** Localización de la estación meteorológica terrestre en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.

### Temperatura y Humedad



2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C						
28,74	3,82	33,00	4,10	33,25	1,40	31,18	2,37	34,15	-4,17	31,89	-1,05	30,48	7,00	33,95	2,87	28,48	6,32
HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %						
95,20	58,04	95,90	42,61	97,30	40,60	100,00	52,44	100,00	56,46	100,00	54,39	99,90	52,48	100,00	16,28	100,00	26,40

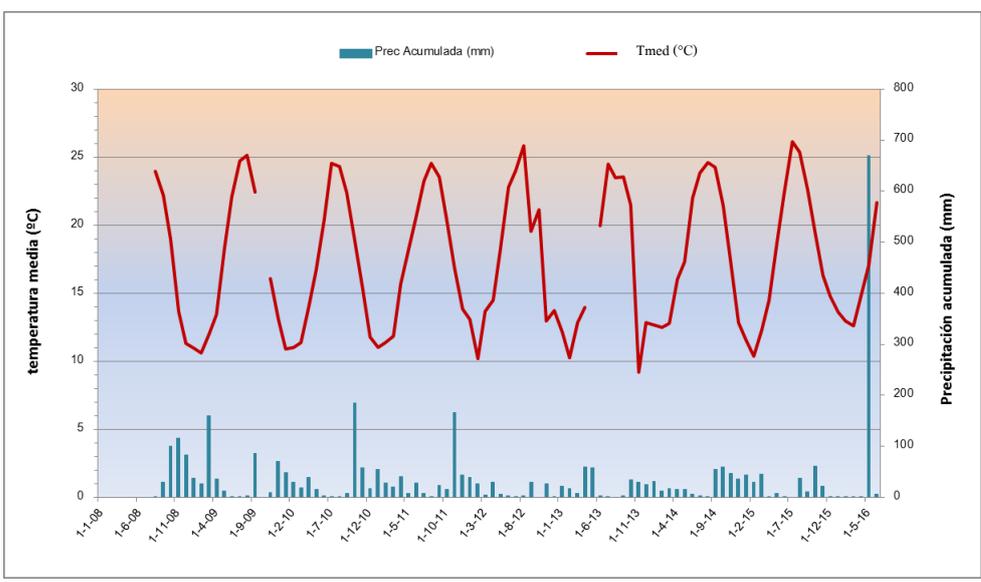
\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Fig. 03 y Tabla 03:** En la tabla se define anualmente la Temperatura mínima (Tm) y máxima (TM), la Humedad mínima (Hm) y máxima (HM), así como, en la figura, la media para la serie histórica.

Se observa una estabilidad en los ciclos estacionales de temperatura media a lo largo de la serie temporal, con excepciones puntuales de datos superiores a 25°C durante el verano de 2012 y del 2015.

Puede observarse la amortiguación en los valores de temperatura que marca inviernos de temperaturas medias suaves raramente inferiores a 10°C, y veranos de temperaturas moderadas en torno a los 25°C. La humedad relativa del aire oscila durante toda la serie temporal entre 63% y 85% pero con una ligera pendiente positiva de la tendencia de los valores.

**Diagrama Ombrotérmico**



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Lluvia máxima absoluta mensual (mm)	115,50	159,50	184,60	165,41	39,17	58,64	31,59	60,95	669,65
Lluvia acumulada (mm)	330,00	439,60	425,90	433,98	166,80	257,54	262,02	258,36	676,52

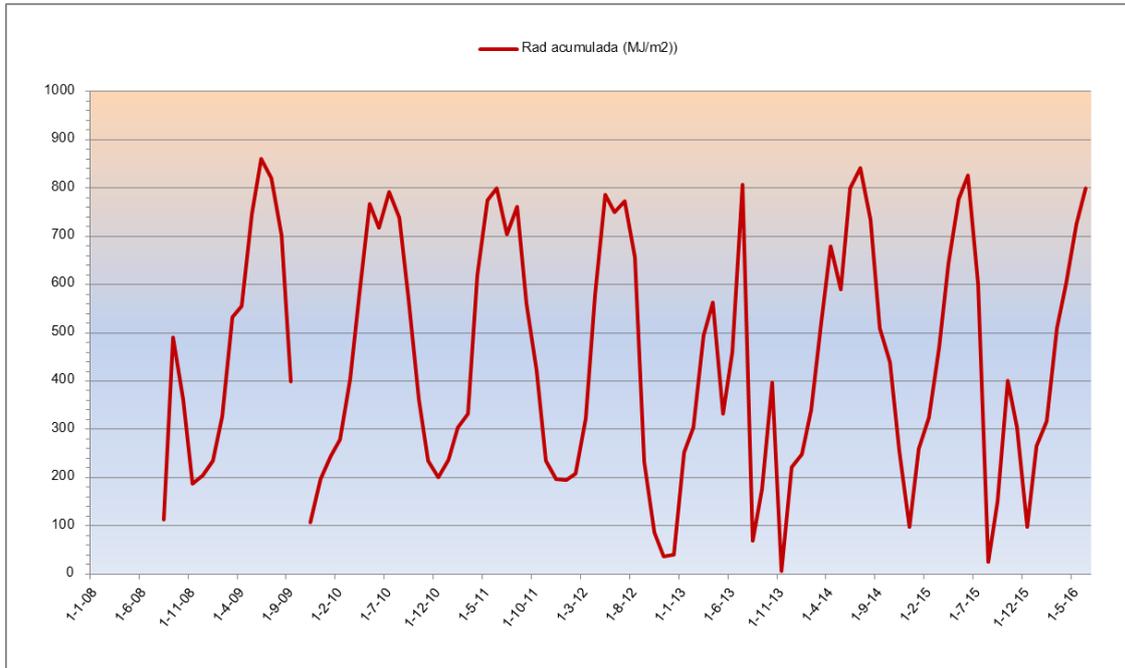
\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Fig. 04 y Tabla 04:** Temperatura media y precipitación acumulada para la serie histórica disponible, así como, en la tabla, datos de precipitación máxima absoluta mensual.

La gráfica de temperatura (Fig.04) coincide con la del anterior gráfico (Fig.03). Pueden observarse datos de precipitación acumulada elevados durante los inviernos y primaveras de los años 2010 y 2011.

Se registra una anomalía positiva en el dato de precipitación recogido en mayo de 2016, con un valor de lluvia acumulada de 669,65mm para ese mes.

## Radiación acumulada



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016 *
<b>Radiación máxima (MJ/m2)</b>	25,63	31,40	30,48	30,68	30,42	30,61	30,83	31,28	31,26

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Fig. 05 y Tabla 05:** Radiación anual acumulada y radiación máxima para la serie histórica disponible.

La gráfica de radiación acumulada (Fig.05) no ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Si bien parece observarse un valle de medición durante los periodos estivales en los años 2010, 2011 y 2012, esta situación no se observa partir del año 2013 donde las medidas no tienen un patrón claro de comportamiento.

Pueden observarse datos muy bajos en la radiación acumulada durante los inviernos del 2013, 2014 y 2015, que coinciden con datos de precipitación estables según la gráfica de precipitaciones (Fig.05).

Destacar que la serie de datos para el año 2013-2014 es muy similar en comportamiento al periodo 2015-2016, con valores casi idénticos para octubre de 2013 y octubre de 2015

## 2.2. Parque Nacional de Cabañeros

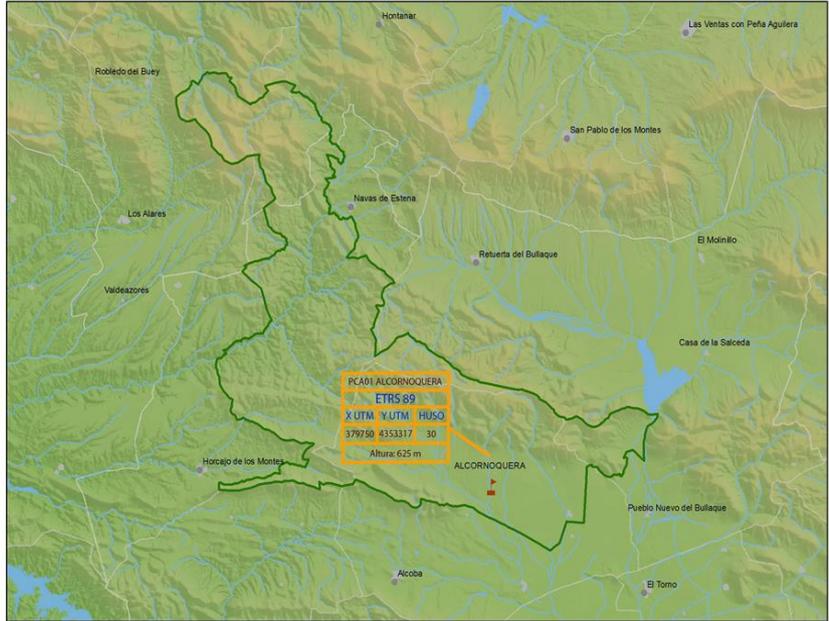


Fig. 06: Localización de la estación meteorológica terrestre en el Parque Nacional de Cabañeros

### Temperatura y Humedad

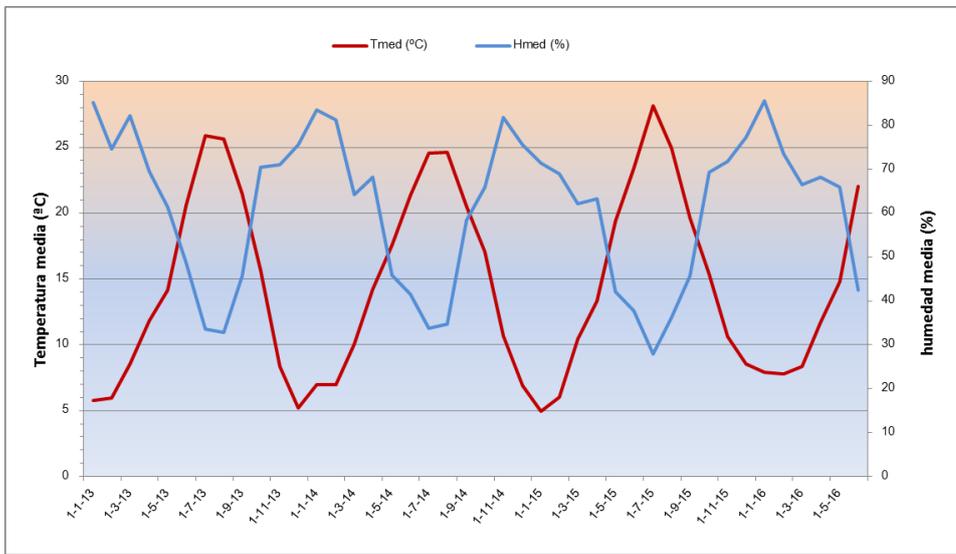


Fig. 07: Temperatura y humedad media para la serie histórica disponible

Se trata de una serie temporal corta por lo que no se pueden obtener muchas conclusiones. Se dan ciclos estables de temperatura sin alcanzar temperaturas medias superiores a 30°C en ningún caso.

La humedad relativa del aire oscila durante toda la serie temporal entre 25 y 90% en la que los valores bajos de humedad coinciden con los periodos de máximas temperaturas (verano) y los valores más elevados de humedad coinciden con los periodos de menor temperatura (inviernos).

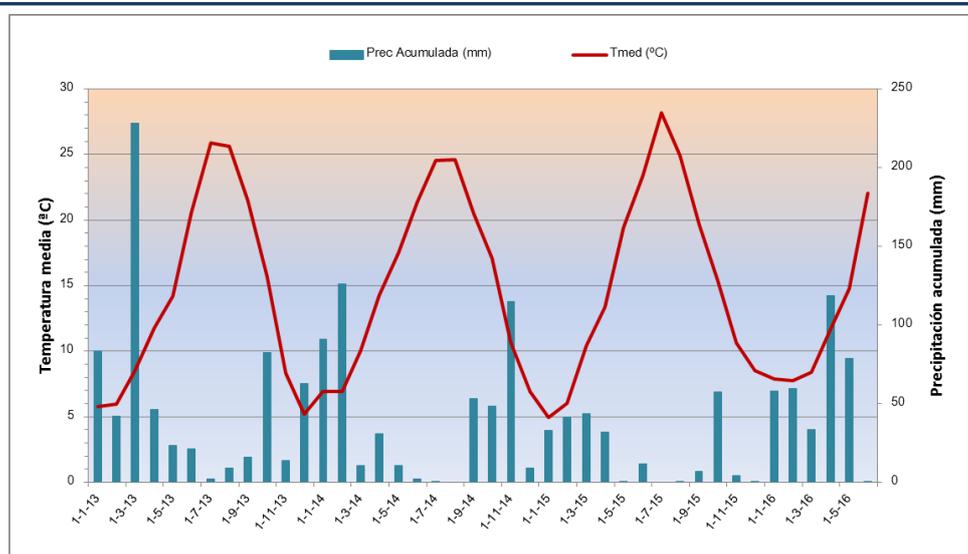
Desde el origen de la serie de datos, puede observarse una tendencia similar en todos los ciclos destacando discretamente el valor de temperatura ligeramente superior al resto para julio de 2015

2013		2014		2015		2016*	
Tmax °C	Tmin °C						
38,90	-4,89	38,96	-3,19	40,31	-4,89	35,36	6,90
Hmax %	Hmin %						
100,00	6,36	99,50	6,83	100,00	7,99	100,00	26,40

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Tabla 06:** Temperatura y humedad mínima y máxima anual para la serie histórica disponible.

### Diagrama ombrotérmico



**Fig. 08:** Temperatura media y precipitación acumulada mensual en la serie histórica disponible.

La gráfica de temperatura coincide en sus conclusiones con las del anterior gráfico (Fig.07). Pueden observarse datos acumulados elevados de precipitación durante la primavera de 2013. Sin embargo los datos para el resto del periodo coinciden con un aumento de la precipitación al inicio del otoño comenzando a disminuir con el aumento de temperatura.

Los datos de precipitación coinciden en fechas con los de aumento de la humedad relativa.

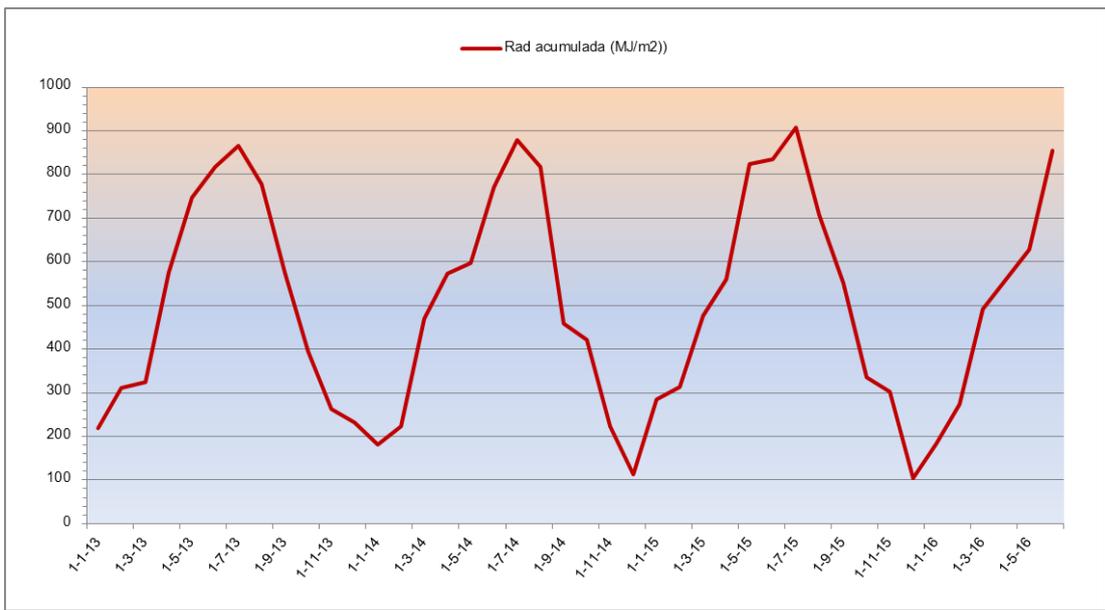
La tendencia para el periodo 2014-2016 es similar al resto de la serie en temperatura y precipitación.

	2013	2014	2015	2016*
Lluvia máxima absoluta mensual (mm)	228,50	126,20	43,40	118,40
Lluvia acumulada (mm)	632,00	488,80	162,60	348,30

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Tabla 07:** Lluvia máxima absoluta mensual y precipitación acumulada para la serie histórica disponible.

### Radiación acumulada



\*Datos hasta 30 de junio de 2016

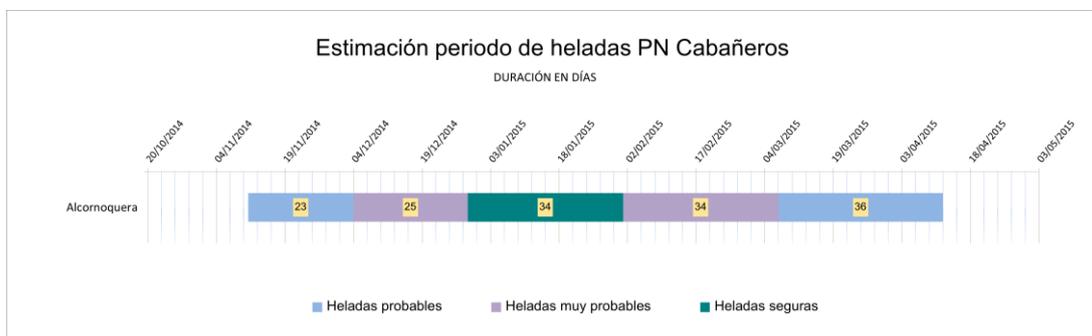
	2013	2014	2015	2016*
Radiación máxima (MJ/m2)	32,11	32,21	32,00	31,76

**Fig. 09 y Tabla 08:** Radiación anual acumulada para la serie histórica disponible.

La gráfica de radiación acumulada (Fig. 09) ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Se trata de un ciclo clásico de disminución de la radiación en los meses de otoño e invierno y de aumento durante los meses de primavera y verano, coincidiendo además con el aumento de temperatura que se puede observar en la primera gráfica (Fig.07) para este PN.

Destacar los valores máximos y mínimos estables en toda la serie, sin variaciones significativas en los datos

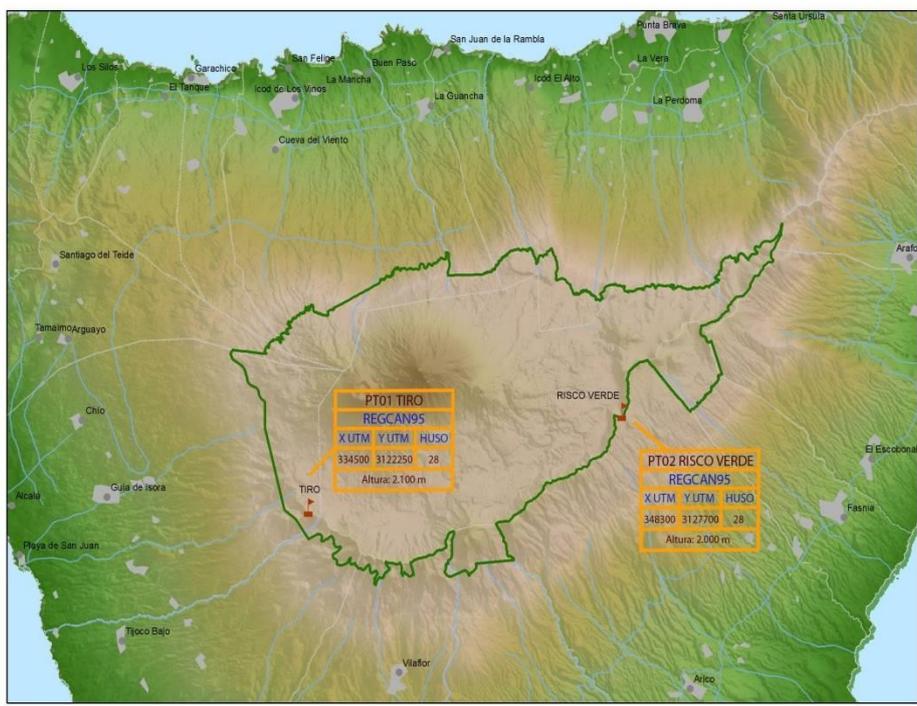
### Periodos de heladas estimados según L. Emberger. Duración en días



**Fig. 10:** Periodos estimados de heladas. Los cálculos son para el periodo comprendido entre el 20 de octubre de 2014 y el 1 de mayo de 2015, siendo realizados con las temperaturas mínimas medias, correspondiéndose con;

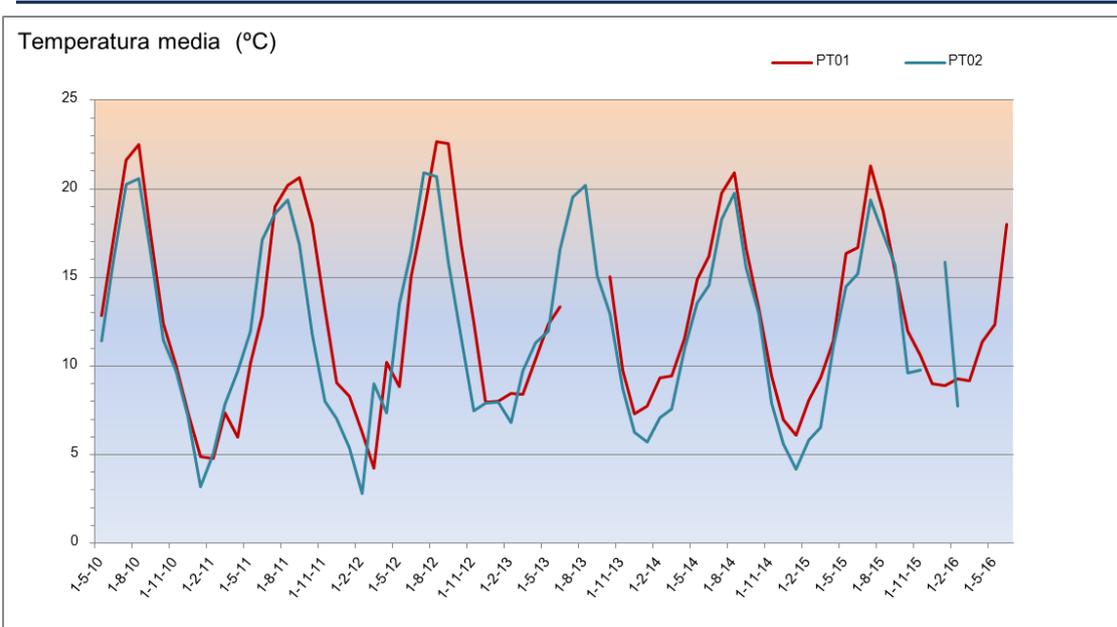
$T^a < 0^{\circ}C$  Heladas seguras  
 $0^{\circ}C < T^a < 3^{\circ}C$  Heladas muy probables  
 $3^{\circ}C < T^a < 7^{\circ}C$  Heladas probables

### 2.3. Parque Nacional del Teide



**Fig. 11:** Localización de las dos estaciones meteorológicas terrestres en el Parque Nacional del Teide

### Temperatura y humedad



**Fig. 12:** Temperatura media de las estaciones meteorológicas en la serie histórica disponible, Parque Nacional del Teide.

Se trata de una serie temporal corta por lo que no se pueden obtener muchas conclusiones. Se dan ciclos estables de temperatura sin alcanzar temperaturas medias superiores a 25°C en ninguna de las 2 estaciones del Parque Nacional. Los datos de ambas ubicaciones prácticamente se solapan una con otra, siendo las medidas ligeramente superiores para el caso de Tiro (PT01). Se puede observar que hasta febrero de 2013 la estación de Risco (PT02) alcanza determinados valores algunas semanas antes que la estación de Tiro.

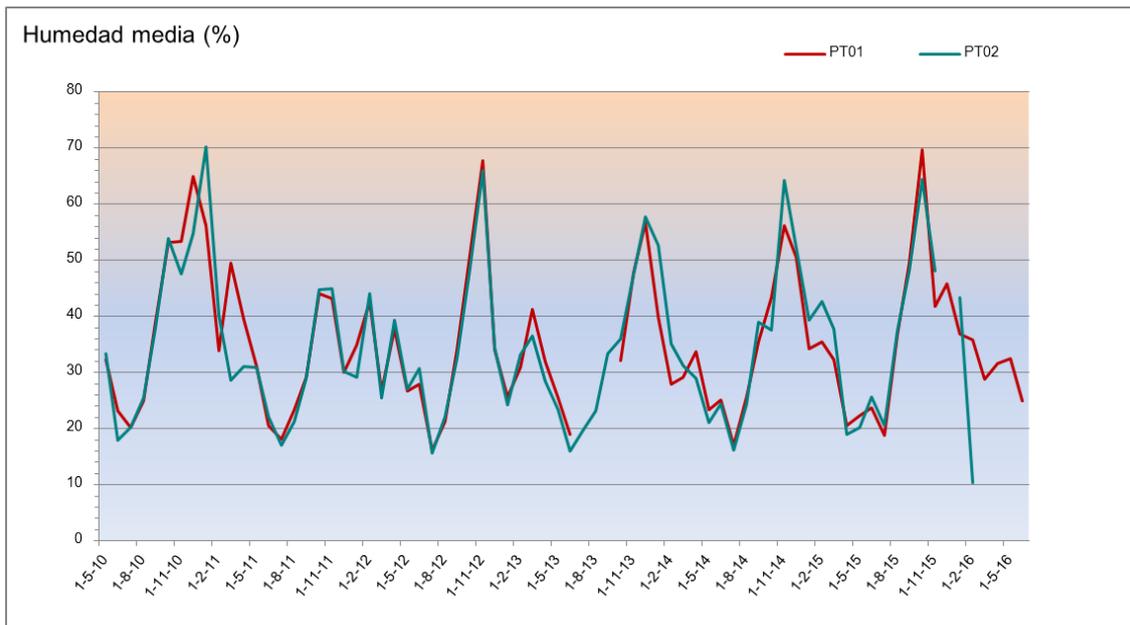


Fig. 13: Humedad media de las estaciones meteorológicas de la serie histórica disponible.

	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C	TM °C	Tm °C
PT01	31,89	0,19	30,68	-4,86	31,58	-4,39	28,36	-0,83	29,51	-0,48	30,67	-2,20	26,95	-2,16
PT02	30,80	-0,99	30,54	-5,44	32,02	-5,17	29,75	-4,51	29,45	-2,62	33,48	-7,31	23,26	-3,36
	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %
PT01	99,87	3,15	100,00	2,70	99,32	2,43	100,00	3,22	99,97	2,96	99,30	2,93	98,69	2,42
PT02	99,77	2,40	100,00	2,01	100,00	2,49	100,00	2,53	100,00	2,00	100,00	2,21	70,29	4,19

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

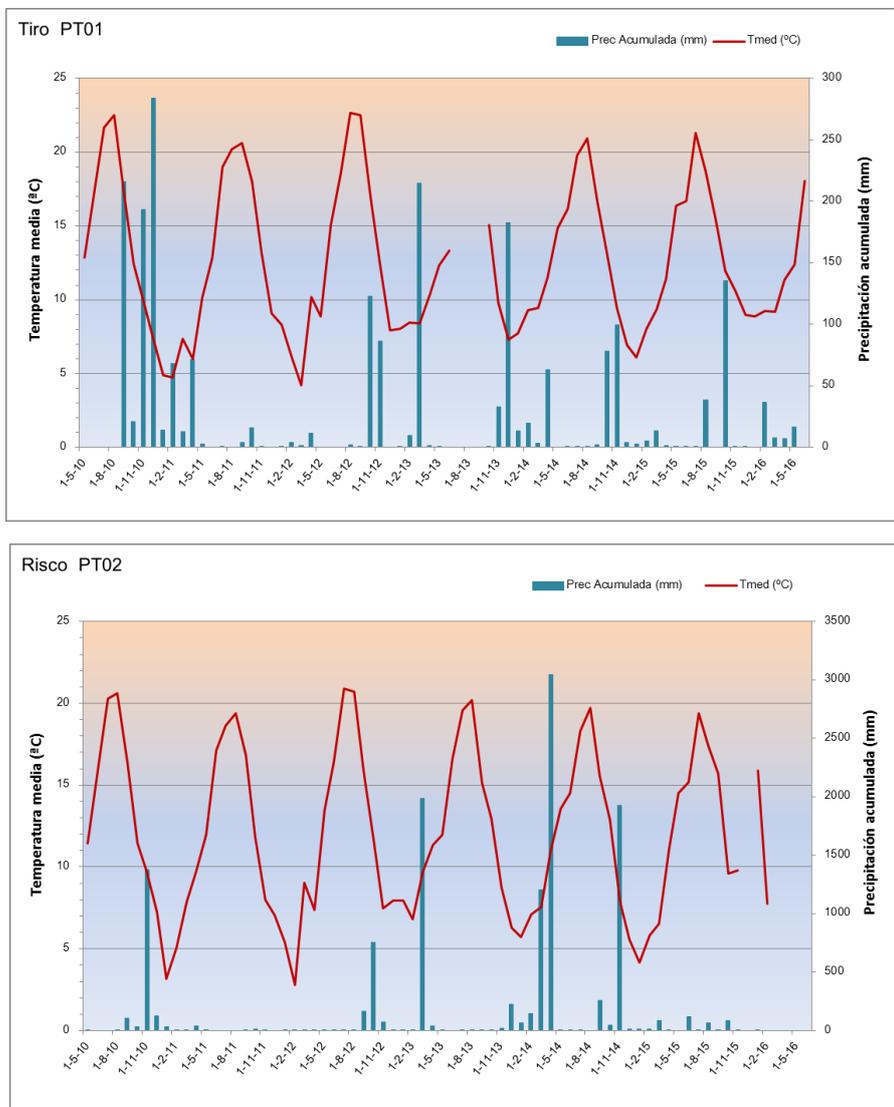
Tabla 09: Temperatura y humedad mínima (Tm y Hm) y máxima (TM y HM) anuales para la serie histórica disponible.

La humedad relativa del aire oscila, para las dos estaciones, durante toda la serie temporal entre 10 y 71%. A pesar de que esta variabilidad es elevada cabe destacar que los valores máximos de humedad media no son elevados.

A lo largo de toda la serie, las gráficas (Fig.13) de ambas estaciones prácticamente son iguales solapándose es muchísimos puntos. Los valores bajos de humedad coinciden con los periodos de máximas temperaturas (verano) y los valores más elevados de humedad coinciden con los periodos de menor temperatura (inviernos).

Se observa una anomalía negativa en el valor de la humedad relativa (en torno al 10%) en el invierno de 2016 en la estación Risco. La tendencia para la estación de Tiro en 2015-2016 es prácticamente la misma que en años anteriores.

### Diagrama Ombrotérmico



**Fig. 14 y 15:** Temperatura media y precipitación acumulada mensual en la serie histórica disponible para las dos estaciones del Parque Nacional.

Pueden observarse datos de precipitación acumulada elevados durante el otoño de 2010 en Tiro (PT01). Sin embargo, los datos para el resto del periodo coinciden con un aumento de la precipitación desde el otoño, comenzando a disminuir con el aumento de temperatura primaveral.

El caso de la estación de Risco (PT02) es similar, y aunque aparentemente parece una estación mucho más seca que Tiro, observando el rango de mediciones de la precipitación para esta estación se puede apreciar como los valores acumulados son del orden de 10 veces mayores. Esto hace pensar que se tratan de lluvias menos constantes en el tiempo pero sin embargo de una mayor descarga de precipitación en cada periodo lluvioso.

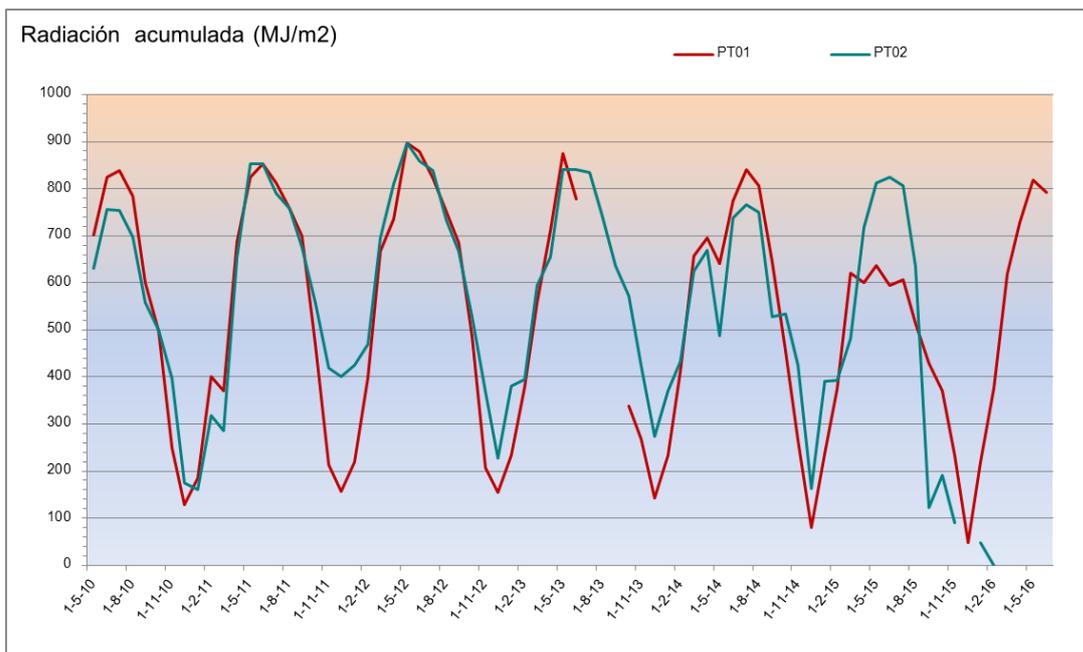
Ambas tendencias parecen cumplirse también en el periodo 2015-2016 para las dos estaciones, manteniéndose Risco (PT02) como más seca.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Lluvia máxima mensual (mm)	PT01	283,80	71,20	123,20	214,90	99,30	135,20	36,60
	PT02	1.376,60	37,40	756,90	1.988,80	3.041,90	118,40	0,40
Lluvia acumulada (mm)	PT01	713,90	189,20	229,30	443,20	284,50	198,90	68,00
	PT02	1.652,40	105,10	1.015,20	2.297,90	6.719,40	382,40	0,40

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Tabla 10:** Lluvia máxima mensual así como acumulada para las dos estaciones de la serie histórica disponible.

### Radiación acumulada



**Fig. 16:** Radiación anual acumulada para la serie histórica disponible.

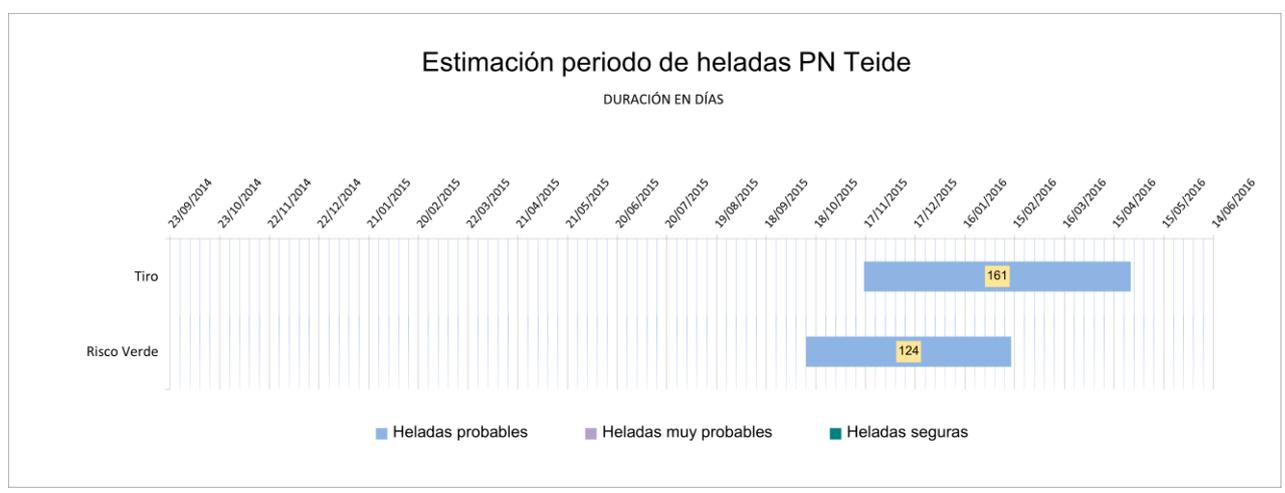
La gráfica de radiación acumulada (Fig.16) ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Se trata de un ciclo clásico de disminución de la radiación en los meses de otoño e invierno y de aumento durante los meses de primavera y verano, coincidiendo además con el aumento de temperatura que se puede observar en la primera gráfica para este PN. Las gráficas de radiación para ambas estaciones son muy similares, lo que hacen pensar que el grado de nubosidad ha sido similar en ambas ubicaciones por lo que llama la atención diferencias tan marcadas en los datos de precipitación.

En el periodo 2015-2016, en la estación de Tiro (PT01), la oscilación de radiación acumulada es mucho más acusada en comparación con años anteriores, siendo la disminución de radiación más fuerte y la máxima alcanzada menor que años anteriores. Destacar que el valor tan bajo de radiación en febrero de 2016 para la estación de Risco (PT02) coincide con el valor bajo de humedad mencionado antes.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Radiación máxima (MJ/m2)	PT01	29,82	31,28	32,74	31,26	30,66	28,72	29,36
	PT02	26,37	31,36	31,08	29,40	28,14	28,30	14,84

**Tabla 11:** Radiación máxima para la serie histórica disponible. \*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Periodos de heladas estimados según L. Emberger. Duración en días**



**Fig. 17:** Periodos estimados de heladas. Los cálculos han sido realizados con las temperaturas mínimas medias, correspondiéndose con;

$T^a < 0^{\circ}C$  Heladas seguras  
 $0^{\circ}C < T^a < 3^{\circ}C$  Heladas muy probables  
 $3^{\circ}C < T^a < 7^{\circ}C$  Heladas probables

1.1. Parque Nacional de los Picos de Europa

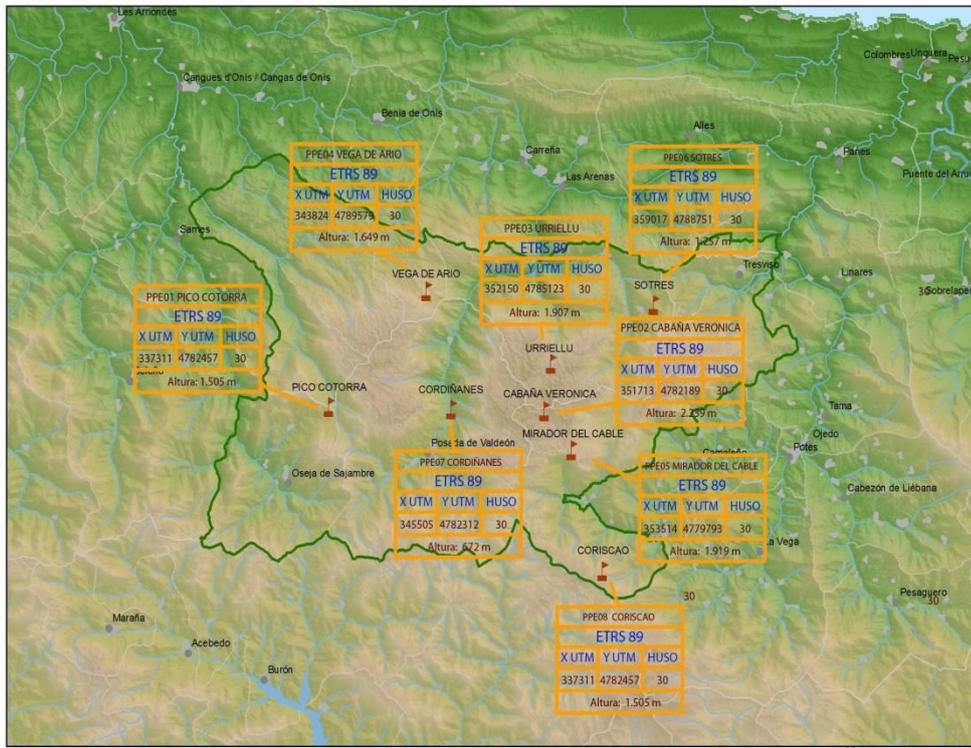


Fig. 18: Localización de las 8 estaciones meteorológicas terrestres en el Parque Nacional de los Picos de Europa

Temperatura y humedad

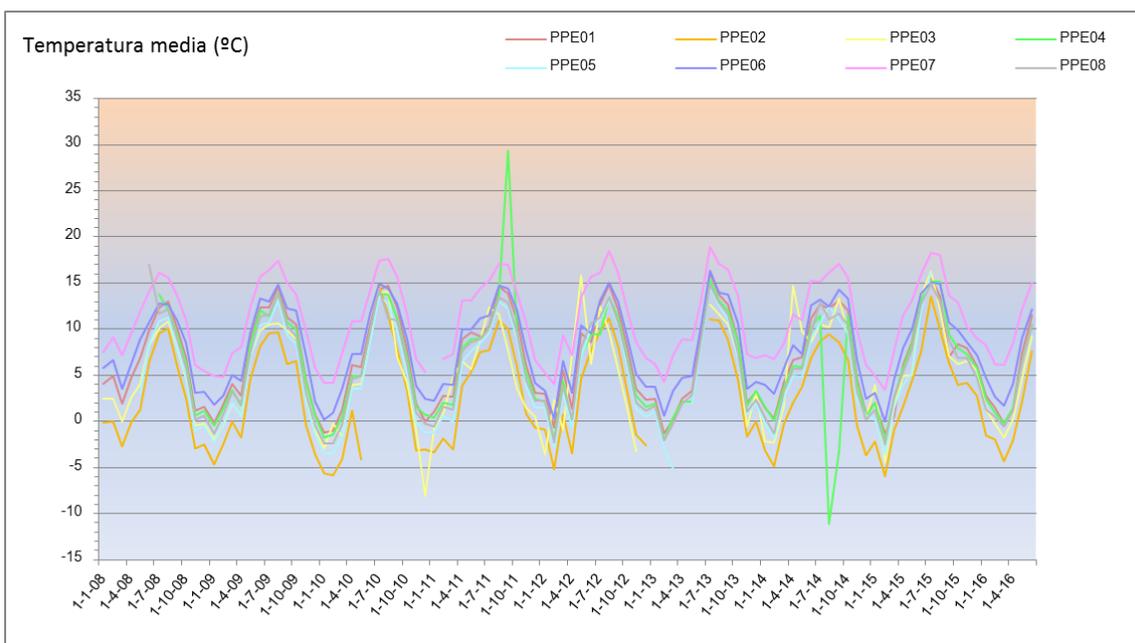


Fig. 18: Temperatura media de las estaciones meteorológicas en la serie histórica disponible, Parque Nacional de los Picos de Europa.

Se dan ciclos estables de temperatura sin alcanzar temperaturas medias superiores a 20°C, salvo en Vega de Ario (PPE04) en verano de 2011, donde también se puede observar un pico negativo en el otoño de 2014.

La altura de instalación influye en las medidas de temperatura, resultando los mayores valores medidos en la estación instalada a menor altura Cordiñanes (PPE07) y las temperaturas más bajas en la estación de Cabaña Verónica (PPE02). Las tendencias son similares para las 8 estaciones.

Puede observarse que un mismo valor de temperatura se alcanza primero en unas estaciones y después en otras en periodos de aumento de temperatura. Sin embargo la secuencia se invierte si se trata de periodos de disminución de la temperatura. Este hecho tiene que ver con el gradiente en función de la altura de instalación.

La tendencia para el periodo 2014-2016 es prácticamente similar para todas las estaciones y además bastante estable sin picos significativos en ninguna estación.

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
	TM °C	Tm °C																
PPE01	27,23	-7,74	27,70	-9,71	27,69	-10,45	28,35	-7,77	30,35	-30,33	27,74	-34,39	27,26	-5,62	29,61	-5,96	26,73	-6,51
PPE02	20,15	-13,66	18,61	-16,20	20,74	-16,33	32,20	-13,01	22,70	-16,45	21,51	-17,38	19,88	-11,48	16,92	-13,77	18,39	-10,64
PPE03	22,74	-11,37	21,72	-13,03	24,05	-13,94	23,37	-11,75	25,47	-29,80	21,08	-7,77	21,81	-8,36	-	-	21,06	-11,04
PPE04	25,47	-8,44	24,90	-11,28	24,41	-13,11	49,98	-9,13	27,91	-11,50	26,10	-8,88	34,14	-34,96	26,86	-8,40	23,66	-7,58
PPE05	23,37	-10,39	23,83	-12,56	24,50	-13,65	25,61	-11,30	27,07	-12,63	24,68	-10,05	23,45	-7,64	13,42	-10,69	-	-
PPE06	28,00	-5,40	29,75	-8,73	26,98	-9,69	31,96	-6,55	29,78	-24,20	30,53	-6,35	27,69	-3,50	30,57	-5,88	27,05	-7,58
PPE07	34,05	-2,46	35,88	-5,45	35,76	-7,44	36,21	-2,16	38,68	-3,58	34,38	-2,76	31,54	-1,28	35,62	-2,94	32,63	-3,20
PPE08	25,13	-9,44	25,69	-19,79	26,55	-21,13	24,30	-9,53	24,14	-13,04	24,01	-9,10	24,92	-6,72	26,00	-9,23	23,46	-8,11

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

Tabla 12: Temperatura mínima (Tm) y máxima (TM) anuales para la serie histórica disponible.

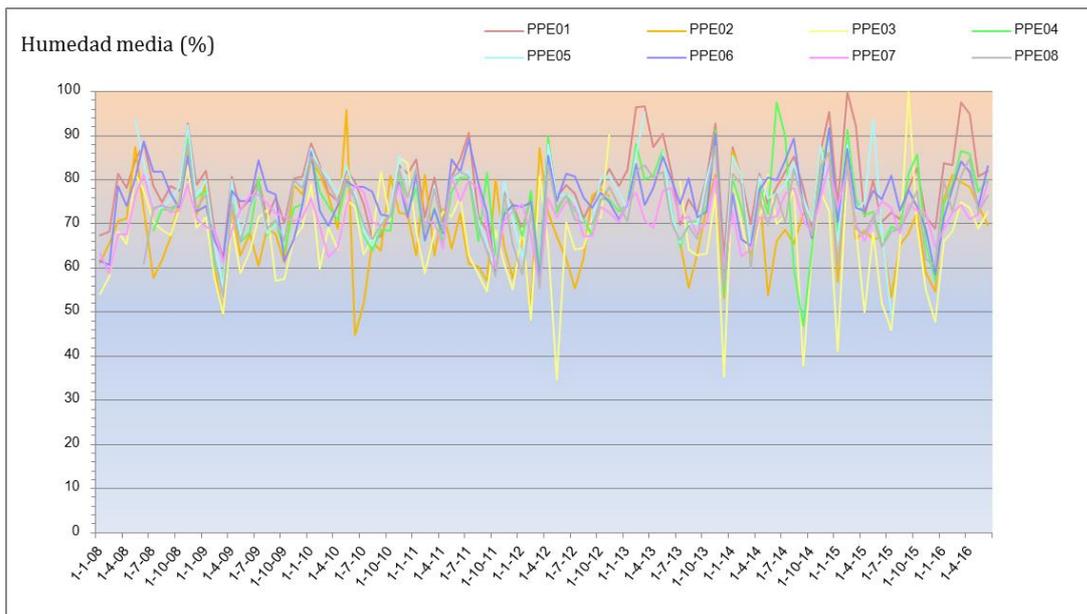
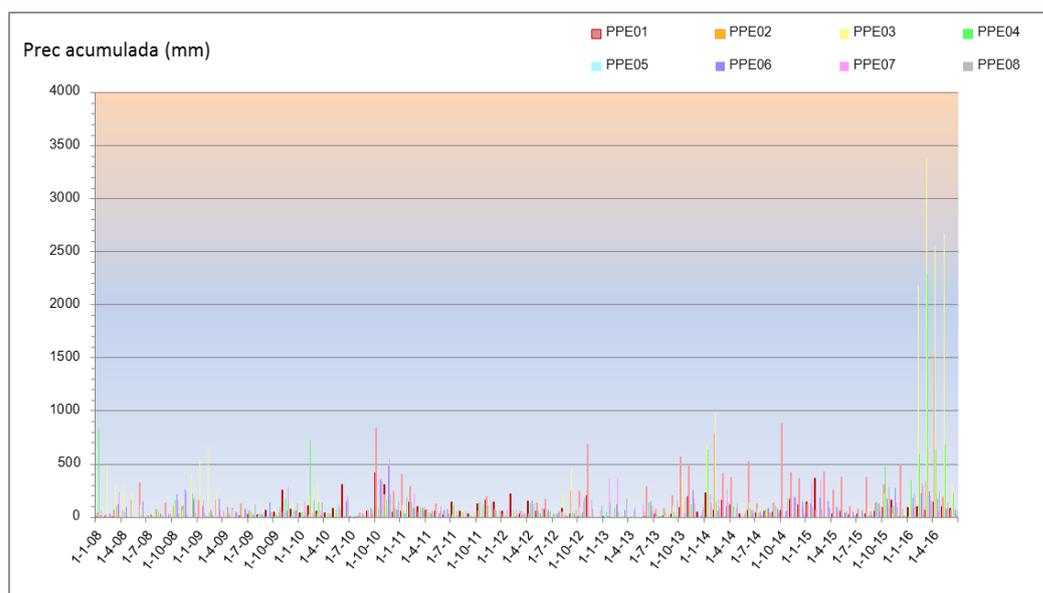


Fig. 19: Humedad media de las estaciones meteorológicas de la serie histórica disponible.

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %	HM %	Hm %
PPE01	100,00	5,13	100,00	3,71	100,00	3,95	100,00	4,15	100,00	4,36	100,00	6,60	100,00	5,31	100,00	9,90	100,00	8,44
PPE02	100,00	2,34	100,00	1,70	99,70	1,73	100,00	2,89	100,00	4,38	100,00	4,17	98,60	5,30	99,70	4,41	99,60	4,61
PPE03	100,00	4,04	100,00	1,94	100,00	4,86	99,90	2,29	100,00	1,27	100,00	3,01	100,00	2,69	-	-	100,00	3,23
PPE04	99,60	4,19	100,00	2,59	100,00	1,40	100,00	3,47	100,00	1,91	100,00	1,13	100,00	1,02	100,00	3,14	100,00	1,02
PPE05	100,00	3,69	100,00	2,80	100,00	4,17	100,00	2,87	100,00	5,02	100,00	1,91	100,00	3,08	100,00	1,78	-	-
PPE06	100,00	5,89	100,00	6,16	99,70	5,92	100,00	8,42	100,00	8,65	99,90	7,02	99,90	6,74	99,90	6,75	99,80	11,25
PPE07	98,10	13,90	100,00	9,20	99,10	7,18	100,00	13,21	100,00	10,97	99,10	10,53	98,50	13,18	99,20	14,60	99,10	21,17
PPE08	100,00	4,17	100,00	3,05	100,00	4,31	100,00	1,56	100,00	1,02	99,80	1,19	100,00	1,22	100,00	1,26	100,00	3,20

Tabla 13: Humedad (Hm) y máxima (HM) anuales para las distintas estaciones de la serie histórica disponible en el Parque Nacional.

### Precipitación



	Lluvia máxima absoluta mensual (mm)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
PPE01	2,40	254,90	417,20	160,06	220,34	191,10	231,10	367,64	142,25
PPE02	320,60	162,90	843,50	403,00	686,20	565,00	886,44	492,99	1.530,86
PPE03	480,18	664,00	318,80	134,30	464,40	388,90	982,20	225,70	3.397,34
PPE04	832,39	176,30	723,40	146,53	126,53	140,69	635,82	478,41	2.287,48
PPE05	-	231,00	412,20	57,70	139,77	112,58	153,70	-	-
PPE06	259,60	170,70	482,50	87,40	159,48	256,77	187,44	275,67	241,67
PPE07	230,20	285,40	552,80	222,60	163,49	368,39	269,77	341,89	317,40
PPE08	41,70	157,90	336,60	189,00	179,90	184,80	182,60	284,40	292,00



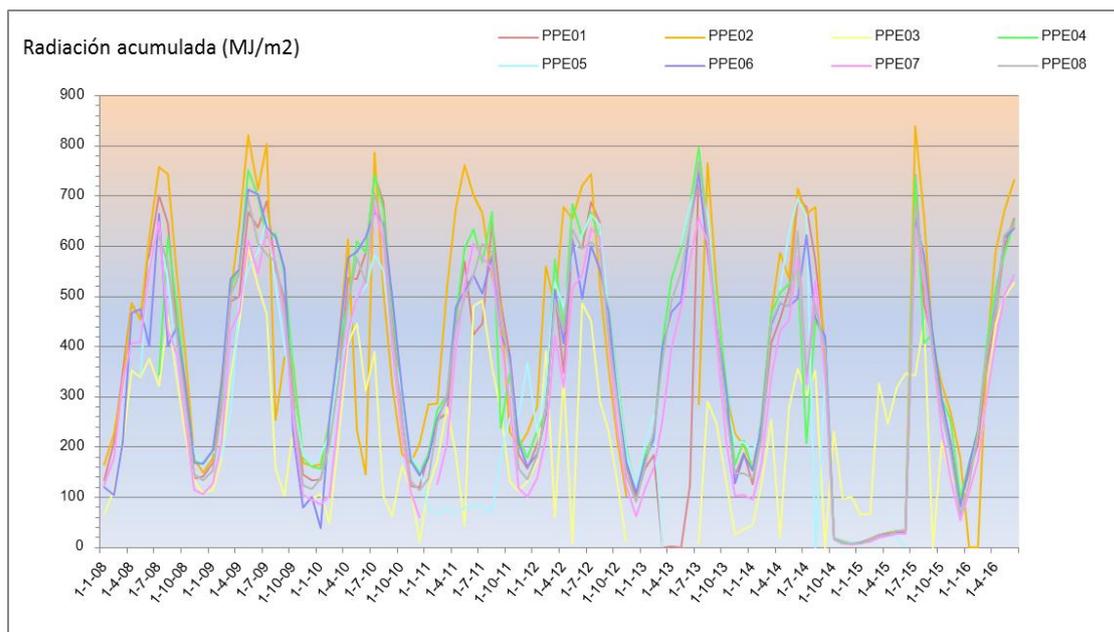
	Lluvia acumulada (mm)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
PPE01	3,90	505,50	1.477,70	1.096,53	916,56	410,70	1.164,93	981,94	577,53
PPE02	1.111,40	721,40	1.459,10	1.355,90	1.684,20	1.692,60	4.098,63	2.826,29	2.121,60
PPE03	2.106,23	1.933,70	1.306,10	564,50	944,50	560,30	2.019,80	423,80	11.279,02
PPE04	1.607,59	395,80	1.385,10	817,69	456,54	513,71	1.210,00	829,53	4.781,27
PPE05	-	832,60	1.683,50	269,10	329,19	284,28	250,70	-	-
PPE06	1.158,90	896,50	1.202,80	352,50	428,17	652,41	851,29	1.370,00	970,30
PPE07	896,20	885,60	1.610,70	549,20	568,81	1.259,74	1.246,71	1.214,37	771,30
PPE08	150,20	770,30	1.408,60	943,88	846,41	1.201,00	1.113,74	972,37	1.100,90

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Fig. 20 y Tablas 14-15:** Lluvia máxima absoluta mensual así como acumulada para las distintas estaciones de la serie histórica disponible en el Parque Nacional.

En 2016 se registra una anomalía positiva en los datos de precipitación para las estaciones PPE03 (Urriellu) y PPE04 (Vega de Ario).

### Radiación acumulada



**Fig. 21** Radiación anual acumulada en las distintas estaciones para la serie histórica disponible

La gráfica de radiación acumulada ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Se trata de un ciclo clásico de disminución de la radiación en los meses de otoño e invierno y de aumento durante los meses de primavera y verano, coincidiendo además con el aumento de temperatura que se puede observar en la primera gráfica para este PN (Fig. 18).

Cabaña Verónica (PPE02) es la estación que registra mayor radiación acumulada siendo la ubicada a mayor altura en este PN. Cabe destacar los valores extremadamente bajos de la estación de Urriellu (PPE03) que se han dado en los veranos de 2012, 2013 y otoño de 2014. Es con diferencia la estación que registra menor radiación acumulada de todo el PN a pesar de ser la tercera estación en altura.

Los menores valores suele registrarlos Mirador del cable (PPE05).

En el periodo 2014-2015 la radiación en el periodo invernal tiene valores inferiores a otros años y permanece con poca variación hasta el verano de 2015. En el invierno 2015-2016, el comportamiento de radiación es similar a años anteriores.

	Radiación máxima (MJ/m2)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
PPE01	33,05	33,37	33,24	32,06	31,86	32,15	32,71	32,07	32,45
PPE02	34,31	35,71	31,84	34,67	33,65	31,28	34,53	34,43	34,03
PPE03	22,04	25,98	24,10	25,48	23,83	14,11	20,16	25,44	24,66
PPE04	31,59	34,63	34,03	34,54	32,04	33,71	33,26	32,65	32,54
PPE05	31,02	31,02	31,25	32,39	32,97	33,16	32,96	33,43	0,00
PPE06	35,12	37,46	37,08	36,36	32,16	33,31	32,87	32,79	32,60
PPE07	27,93	28,18	27,71	28,52	27,85	28,31	29,07	27,43	27,67
PPE08	32,47	33,37	33,43	33,10	32,60	33,86	33,49	33,36	33,24

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

Tabla 16: Radiación anual máxima en la serie histórica disponible

Periodos de heladas estimados según L. Emberger. Duración en días

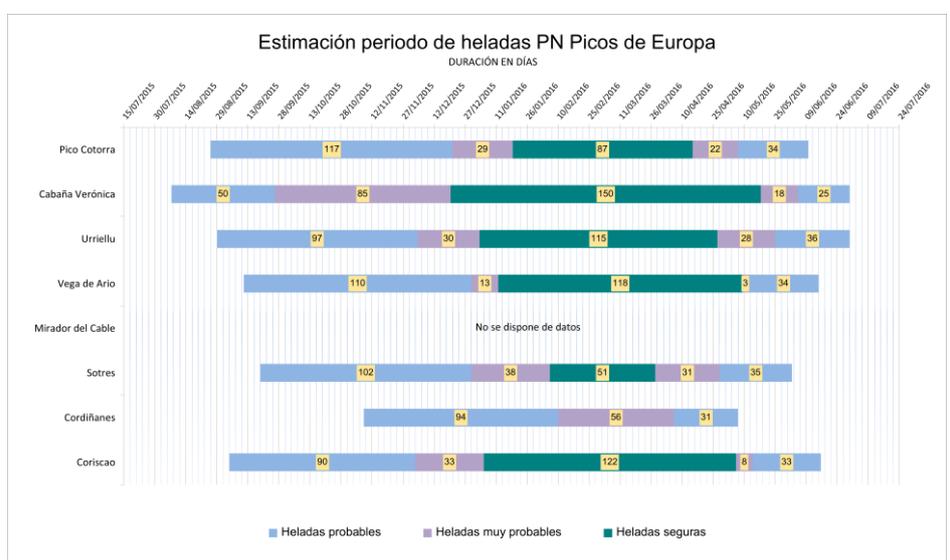
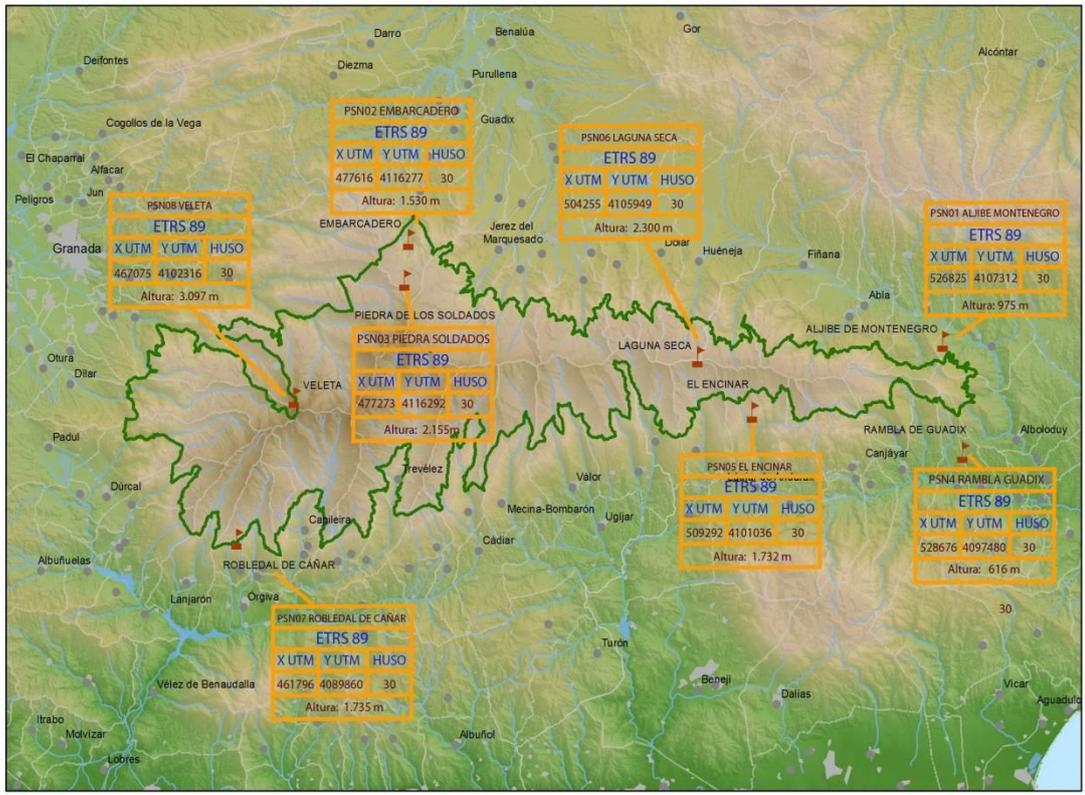


Fig. 22: Periodos estimados de heladas. Los cálculos han sido realizados con las temperaturas mínimas medias, correspondiéndose con;

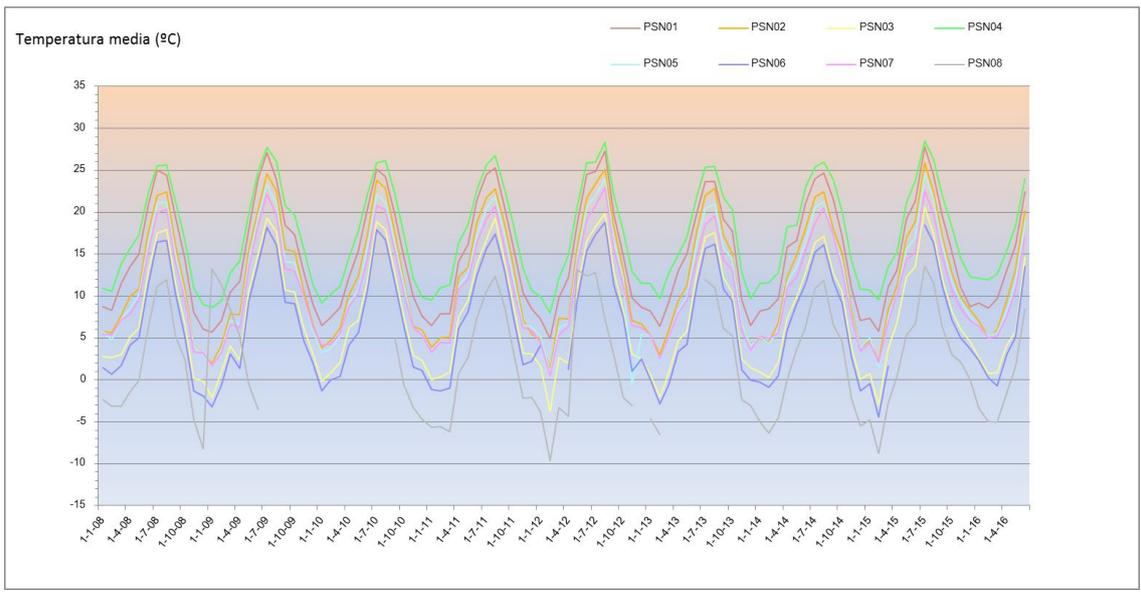
$T^a < 0^{\circ}C$  Heladas seguras  
 $0^{\circ}C < T^a < 3^{\circ}C$  Heladas muy probables  
 $3^{\circ}C < T^a < 7^{\circ}C$  Heladas probables

**1.1. Parque Nacional de Sierra Nevada**



**Fig. 23:** Localización de las 8 estaciones meteorológicas terrestres en el Parque Nacional de Sierra Nevada.

**Temperatura y humedad**



**Fig. 24:** Temperatura media de las estaciones meteorológicas en la serie histórica disponible.

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
	TM °C	Tm °C																
PSN01	37,02	-2,50	40,96	-4,31	39,80	-4,96	37,24	-2,51	41,75	-6,05	37,36	-3,14	37,82	-1,26	39,23	-3,37	36,37	-2,62
PSN02	35,05	-7,96	36,48	-7,64	35,36	-8,22	35,32	-5,69	38,70	-12,89	36,67	-5,81	35,82	-4,52	37,60	-34,03	33,91	-34,03
PSN03	27,40	-10,82	28,80	-10,99	27,44	-13,63	26,86	-10,77	28,58	-17,70	28,88	-11,15	28,00	-9,63	29,34	-12,54	24,16	-11,69
PSN04	36,14	1,32	41,85	-0,46	39,46	-0,38	37,48	0,20	41,96	-2,07	36,85	1,81	37,59	2,62	40,24	0,52	35,37	1,07
PSN05	31,75	-6,47	33,69	-7,84	32,78	-9,16	31,77	-6,97	35,42	-34,03	32,75	-6,95	31,53	-4,19	33,77	-8,52	30,10	-5,54
PSN06	25,94	-11,75	27,87	-13,15	27,75	-14,53	28,05	-12,46	28,89	-23,83	27,40	-27,50	26,28	-10,34	29,14	-13,30	24,04	-13,88
PSN07	29,00	-7,17	31,50	-8,82	31,86	-8,62	29,09	-6,57	34,36	-9,60	30,18	-7,64	29,21	-8,86	31,56	-9,27	27,99	-5,91
PSN08	18,77	-16,75	20,24	-16,91	10,41	-19,66	19,42	-19,02	20,78	-20,21	21,93	-16,40	23,34	-16,40	24,10	-18,94	20,93	-17,59

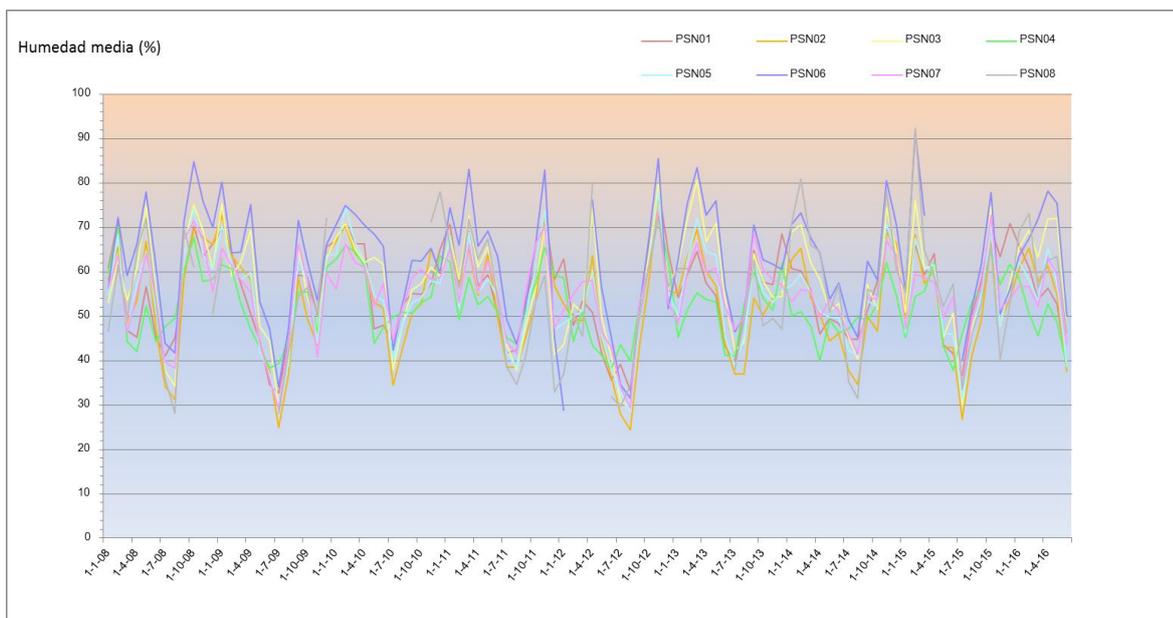
\*Datos hasta 30 de junio de

**Tabla 17:** Temperatura mínima (Tm) y máxima (TM) anuales para la serie histórica disponible.

Se dan ciclos estables de temperatura sin alcanzar temperaturas medias superiores a 30°C. Es una gráfica (Fig.24) muy uniforme en la serie temporal, donde Rambla de Guadix (PSN04) es la estación que registra en toda la serie mayores temperaturas y por el contrario Veleta (PSN08) las mínimas. Puede observarse un claro ejemplo de gradiente de temperatura condicionado por la altura de instalación entre estas dos estaciones puesto que Rambla de Guadix es la estación que se instala a menor altura en el PN y Veleta la ubicación que se sitúa a mayor altura de todas las estaciones.

No se observan valores anómalos en este PN para la temperatura media, dándose valores máximos en verano, mínimos en inviernos y tendencias ascendentes en primavera y descendentes en otoño.

Tendencias absolutamente similares en el periodo 2014-2016 que confirman el comportamiento típico descrito.



**Fig. 25:** Humedad media de las estaciones meteorológicas de la serie histórica disponible.

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016*	
	HM %	Hm %																
PSN01	100,00	5,42	100,00	5,98	100,00	4,03	99,90	5,84	99,30	5,12	98,50	8,62	98,70	6,76	99,50	8,81	99,00	8,67
PSN02	99,90	3,38	99,90	5,29	99,30	5,43	100,00	5,47	100,00	5,05	99,40	5,47	99,20	4,08	100,00	7,03	100,00	9,64
PSN03	99,90	3,96	98,60	5,22	99,80	3,97	100,00	3,87	100,00	1,83	100,00	3,54	100,00	5,15	100,00	4,04	100,00	3,47
PSN04	97,40	7,37	95,90	7,08	95,80	6,79	98,90	5,49	97,60	2,10	97,40	6,09	99,50	5,84	100,00	7,29	100,00	8,90
PSN05	100,00	4,19	100,00	4,81	99,50	3,68	100,00	4,38	100,00	3,57	99,40	7,37	100,00	7,45	100,00	2,34	100,00	4,47
PSN06	100,00	4,06	99,30	2,86	99,20	2,15	100,00	5,25	100,00	2,45	100,00	4,77	99,90	7,12	100,00	4,98	100,00	6,44
PSN07	99,90	2,19	99,60	2,24	99,00	2,99	100,00	2,27	100,00	3,32	100,00	4,17	99,70	4,38	99,00	4,75	97,30	4,92
PSN08	100,00	2,71	99,20	1,76	99,20	3,97	100,00	1,22	100,00	1,88	100,00	3,22	100,00	2,81	99,70	1,22	100,00	4,38

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Tabla 18:** Humedad máxima (HM) y mínima (Hm) anuales para las distintas estaciones de la serie histórica disponible en el parque nacional.

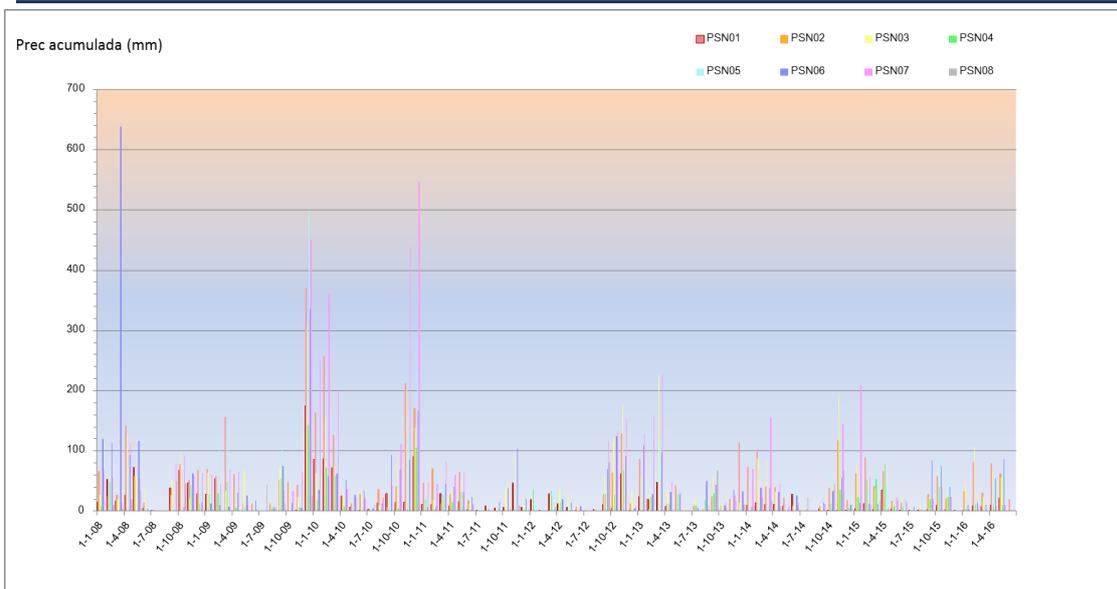
La humedad relativa del aire oscila, para todas las estaciones, y durante toda la serie temporal, entre 25% y 100%.

A lo largo de toda la serie, las gráficas son similares en cuanto a tendencia se refiere. La estación que registra mayor humedad relativa es Laguna seca (PSN06) y en general la ubicación que registra menores medidas es Embarcadero (PSN02)

Los valores altos de humedad parecen coincidir con los periodos de temperaturas menores. La tendencia es a aumentar durante los otoños y a disminuir durante la primavera.

Tendencias absolutamente similares en el periodo 2014-2016 que confirman el comportamiento típico descrito.

### Precipitación



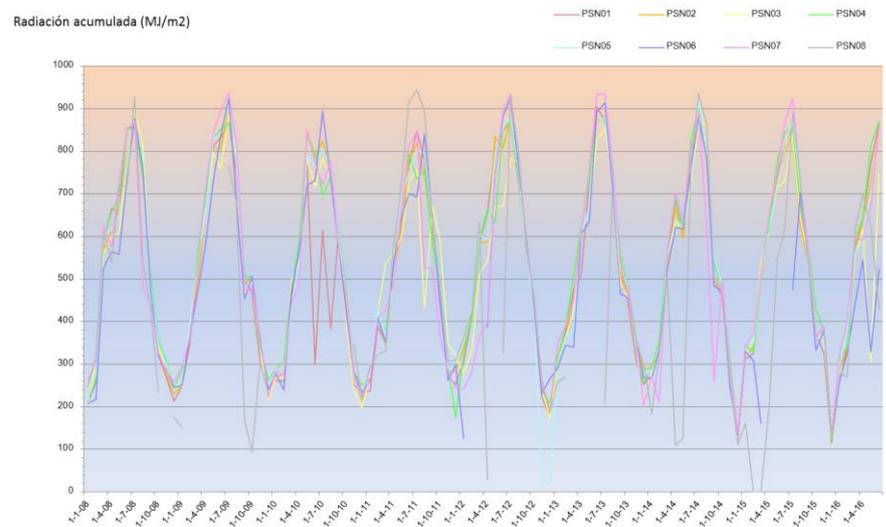
	Lluvia máxima absoluta (mm)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
PSN01	73,20	174,80	90,60	47,04	62,30	48,13	27,84	35,26	22,30	
PSN02	142,10	370,00	256,50	70,50	128,45	113,10	117,41	88,50	81,10	
PSN03	125,80	306,70	202,10	91,02	178,20	225,50	196,20	76,50	107,08	
PSN04	49,00	142,60	105,20	32,00	67,08	29,85	35,30	78,73	10,68	
PSN05	84,10	496,80	231,00	54,30	44,51	118,49	103,49	85,11	73,69	
PSN06	638,60	336,30	167,30	104,15	124,20	109,20	56,30	84,83	87,09	
PSN07	113,60	451,30	547,70	81,90	154,14	226,11	156,00	208,49	10,68	
PSN08	50,00	43,30	-	9,90	81,10	68,12	68,10	17,70	-	

	Lluvia acumulada (mm)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
PSN01	375,46	257,10	444,90	153,58	150,71	99,25	92,09	79,07	49,61	
PSN02	553,78	894,50	1.078,80	240,40	239,20	323,15	467,87	398,34	304,11	
PSN03	484,50	681,30	846,90	301,37	481,53	506,58	517,64	377,43	306,64	
PSN04	113,28	326,30	276,20	106,04	209,95	125,47	53,60	308,37	35,33	
PSN05	366,90	962,60	897,70	166,27	121,87	355,78	301,46	405,53	174,39	
PSN06	1.173,25	542,80	701,90	333,66	333,38	474,60	258,81	246,47	178,13	
PSN07	602,80	841,20	2.069,90	313,70	419,09	693,68	522,30	398,83	35,33	
PSN08	168,50	95,60	-	16,33	95,32	111,78	209,95	66,20	-	

**Fig. 26 y Tablas 19-20:** Precipitación acumulada y precipitación máxima absoluta mensual para las distintas estaciones de la serie histórica disponible en el Parque Nacional.

La serie histórica de datos de precipitación constata, en casi todas las estaciones de Sierra Nevada para 2010, una lluvia acumulada mayor que para el resto de años; por el contrario, en 2015 se recogieron, para la mayoría de estaciones, las menores precipitaciones de la serie histórica.

**Radiación acumulada**



**Fig. 27:** Radiación anual acumulada en las distintas estaciones del parque nacional para la serie histórica disponible.

La gráfica de radiación acumulada ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Se trata de un ciclo clásico de disminución de la radiación en los meses de otoño e invierno y de aumento durante los meses de primavera y verano, coincidiendo además con el aumento de temperatura que se puede observar en la primera gráfica para este PN (Fig.24).

La estación de Veleta (PSN08) es la estación ubicada a mayor altura en este PN, y posee las medidas de radiación más extremas, registrando los máximos en verano y los mínimos en invierno, incluso alcanzando cotas de 0 en invierno que podría deberse a la acumulación de nieve en el sensor.

Aljibe de Montenegro (PSN01) registra una variación inusual de primavera a otoño de 2010, sin embargo no se vuelve a observar en otro año este comportamiento.

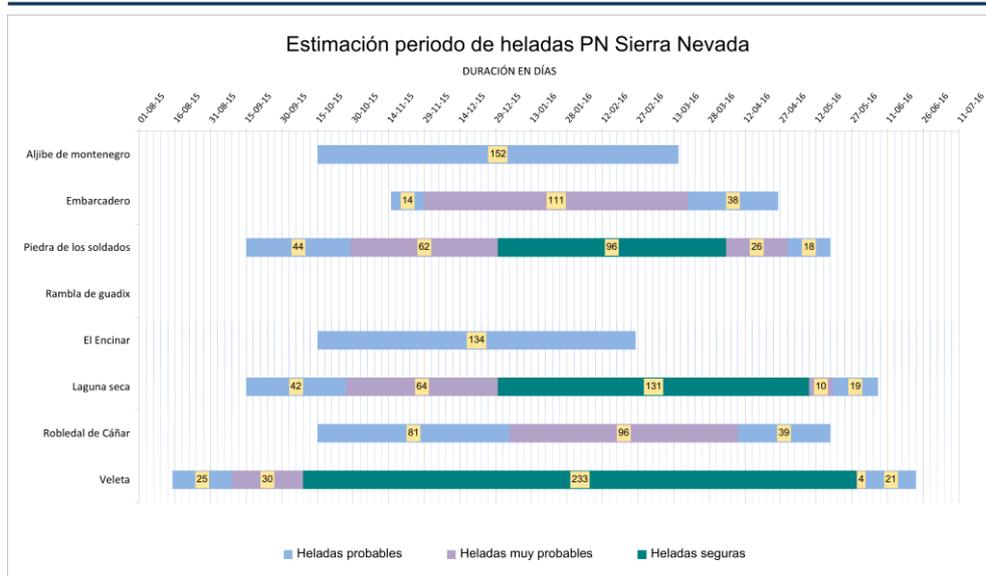
Para todas las estaciones, los valores de radiación varían en el periodo 2015-2016, que parecen no tener una tendencia clara ni similar con periodos anteriores, sin embargo se mantienen las diferencias entre las distintas ubicaciones.

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

	Radiación máxima (MJ/m2)								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
PSN01	32,18	32,37	30,75	30,63	31,86	31,89	31,37	31,10	32,01
PSN02	32,61	32,91	33,74	32,69	32,47	32,80	32,15	32,07	32,18
PSN03	33,64	31,89	31,94	37,12	36,96	32,18	31,52	31,67	31,45
PSN04	32,19	32,02	31,74	31,75	31,32	31,69	31,39	31,59	32,26
PSN05	32,84	32,63	32,56	32,43	32,19	32,71	32,02	32,01	32,16
PSN06	33,93	34,14	33,51	33,89	33,52	34,54	33,34	31,76	33,61
PSN07	33,34	33,31	33,43	33,15	33,06	33,55	32,91	33,30	33,52
PSN08	34,49	33,70	28,53	42,14	33,70	31,72	35,43	34,01	35,03

**Tabla 21:** Radiación anual máxima en las distintas estaciones del parque nacional para la serie histórica disponible.

**Periodos de heladas estimados según L. Emberger. Duración en días**



**Fig. 28:** Periodos estimados de heladas. Los cálculos han sido realizados con las temperaturas mínimas medias, correspondiéndose con;

$T^a < 0^{\circ}C$  Heladas seguras  
 $0^{\circ}C < T^a < 3^{\circ}C$  Heladas muy probables  
 $3^{\circ}C < T^a < 7^{\circ}C$  Heladas probables

1.2. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

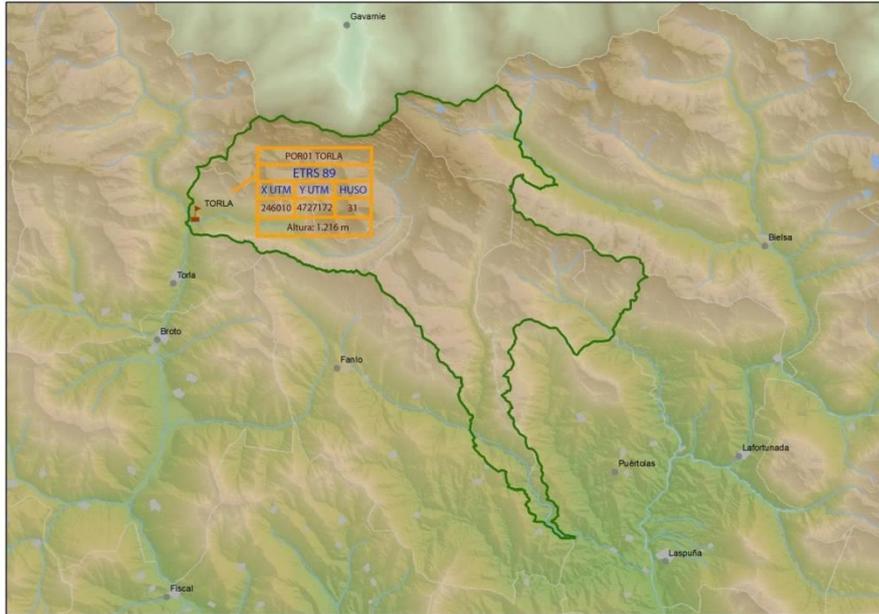


Fig. 29: Localización de las 8 estaciones meteorológicas terrestres en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

Temperatura y humedad

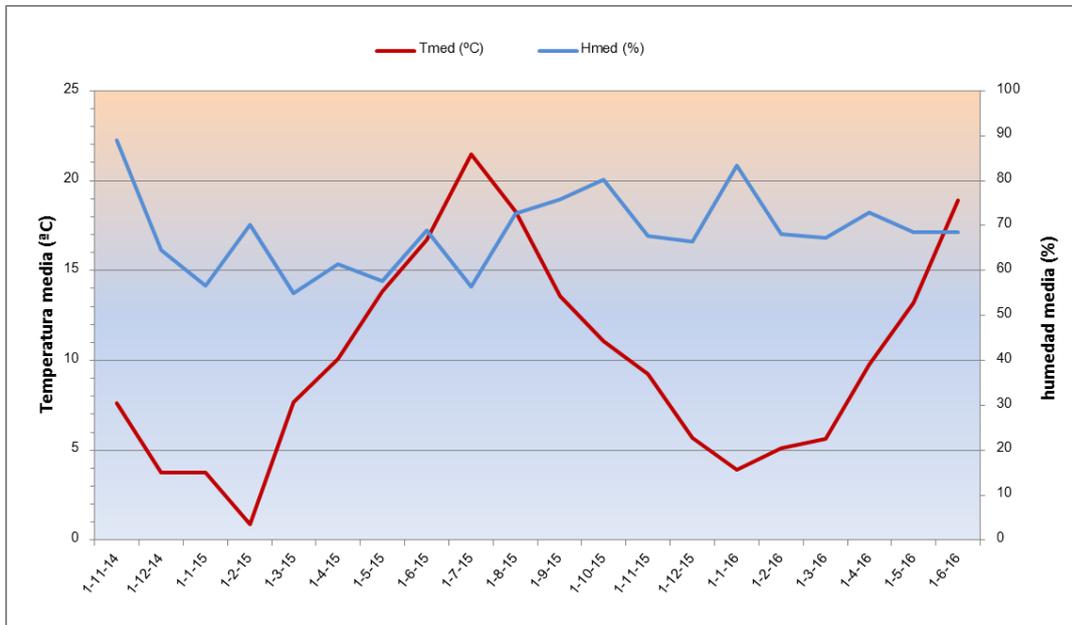


Fig. 30: Temperatura media de las estaciones meteorológicas en la serie histórica disponible.

2014		2015		2016*	
Tmax °C	Tmin °C	Tmax °C	Tmin °C	Tmax °C	Tmin °C
15,72	-2,70	34,37	-8,66	36,60	-3,74
Hmax %	Hmin %	Hmax %	Hmin %	Hmax %	Hmin %
100,00	10,83	100,00	3,80	100,00	7,81

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

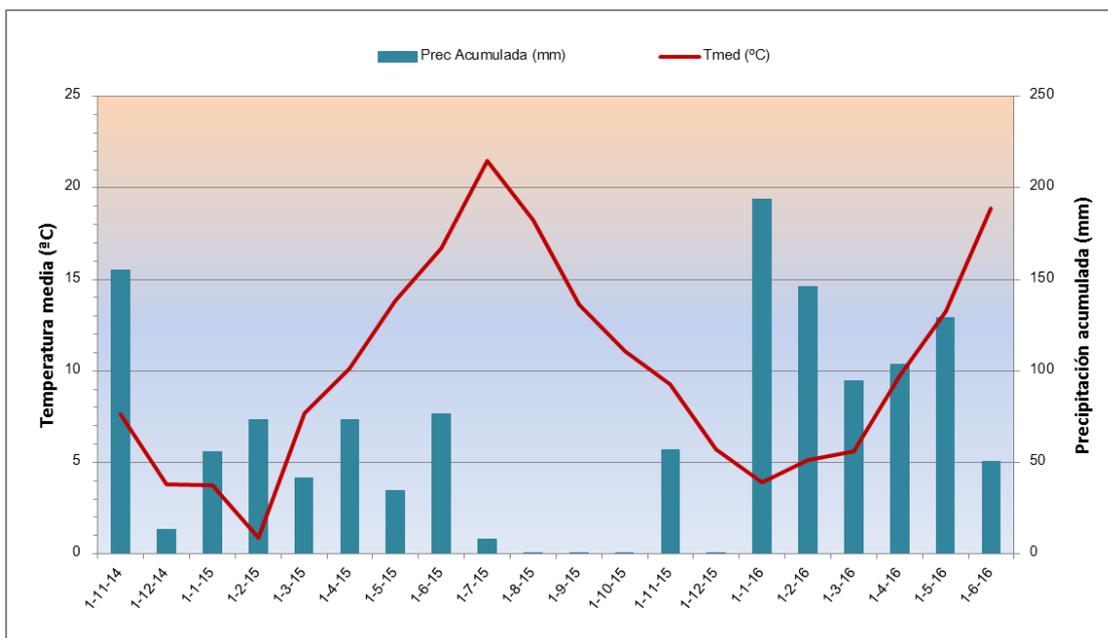
**Tabla 22:** Temperatura mínima y máxima anuales para la serie histórica disponible

Se trata de una serie temporal corta por lo que no se pueden obtener muchas conclusiones. Se dan ciclos estables de temperatura sin alcanzar temperaturas medias superiores a 25°C en ningún caso.

La humedad relativa del aire oscila durante toda la serie temporal siempre mayor al 55%. Los valores bajos de humedad coinciden con los periodos de máximas temperaturas (verano) y los valores más elevados de humedad coinciden con los periodos de menor temperatura (inviernos).

Se destaca la tendencia constante de la humedad a lo largo de todo el periodo sin que se observen diferencias estacionales marcadas en toda la serie.

### Diagrama ombrotérmico



	2014	2015	2016*
Lluvia máxima absoluta mensual (mm)	155,10	76,30	194,10
Lluvia acumulada (mm)	168,40	420,30	718,10

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

**Fig. 31 y Tabla 23:** Temperatura media y precipitación acumulada para la serie histórica disponible, así como, en la tabla, datos de precipitación máxima absoluta mensual.

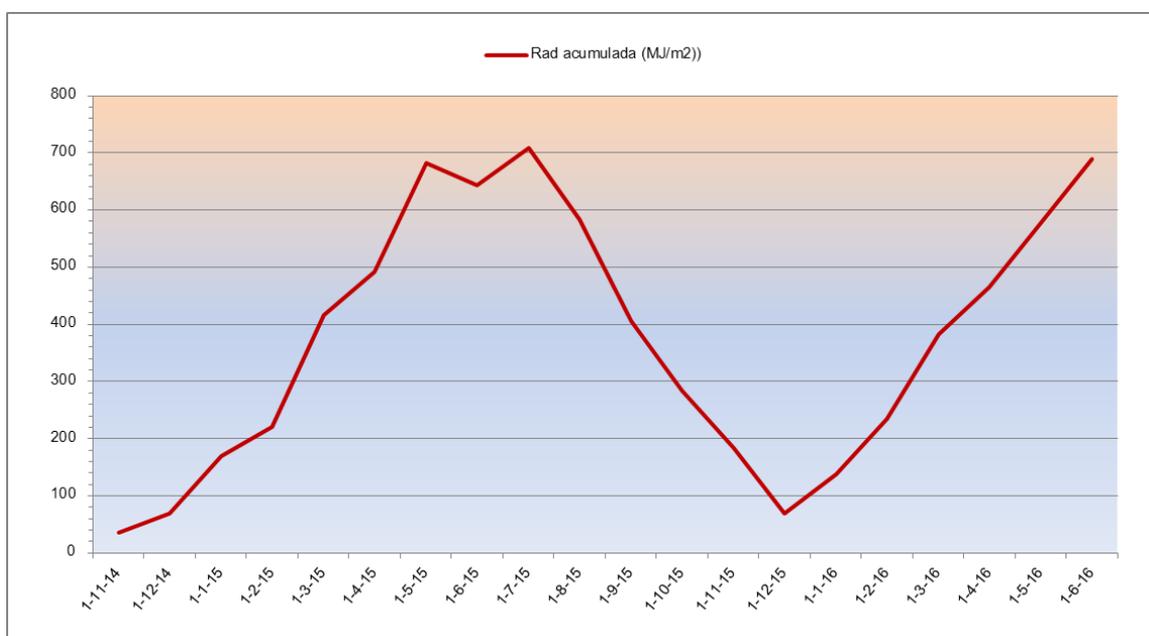
La gráfica de temperatura coincide con la del anterior gráfico.

Pueden observarse datos acumulados de precipitación elevados durante el invierno de 2016. Los datos para el resto del periodo coinciden con un aumento de la precipitación en el otoño que comienza a disminuir con el aumento de temperatura.

Estos datos de precipitación, observando el gráfico anterior, coinciden con los datos de aumento de la humedad relativa.

Los valores de precipitación en el periodo desde el otoño de 2015 son ligeramente superiores al anterior con temperaturas medias mínimas más moderadas.

### Radiación acumulada



**Fig. 32:** Radiación anual acumulada en las distintas estaciones del parque nacional para la serie histórica disponible.

	2014	2015	2016*
<b>Radiación máxima (MJ/m2)</b>	6,90	30,74	30,66

\*Datos hasta 30 de junio de 2016

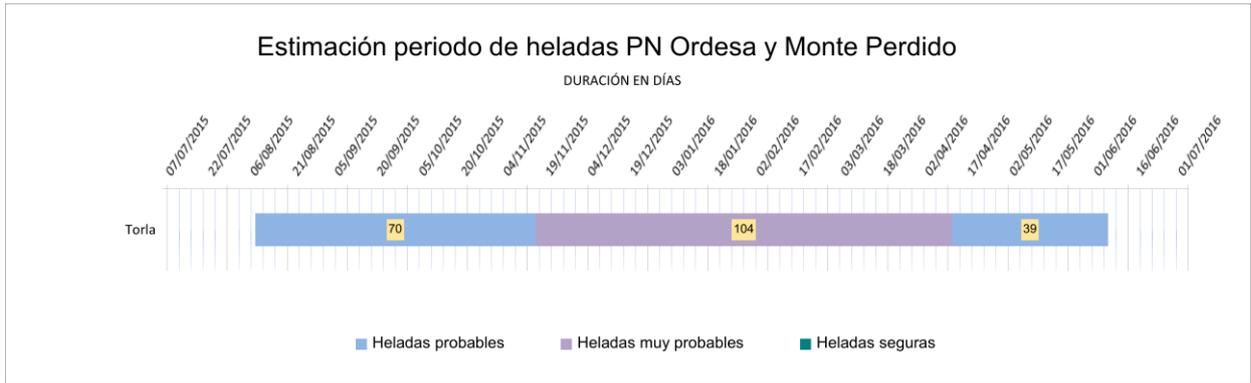
**Tabla 24:** Radiación anual máxima en las distintas estaciones del parque nacional para la serie histórica disponible.



La gráfica de radiación acumulada (Fig.32) ofrece una tendencia clara en cuanto a las mediciones efectuadas. Se trata de un ciclo clásico de disminución de la radiación en los meses de otoño e invierno y de aumento durante los meses de primavera y verano, coincidiendo además con el aumento de temperatura que se puede observar en la primera gráfica para este PN.

Destacar los valores máximos y mínimos estables en toda la serie sin variaciones significativas en los datos

**Periodos de heladas estimados según L. Emberger. Duración en días**



**Fig. 33:** Periodos estimados de heladas. Los cálculos han sido realizados con las temperaturas mínimas medias, correspondiéndose con;

$T^a < 0^{\circ}C$  Heladas seguras  
 $0^{\circ}C < T^a < 3^{\circ}C$  Heladas muy probables  
 $3^{\circ}C < T^a < 7^{\circ}C$  Heladas probables