

## EVOLUCIÓN RECENTE DO CLIMA DE GALICIA TENDENCIAS OBSERVADAS EN VARIABLES METEOROLÓXICAS

R. Cruz<sup>1a</sup>, A. Lago<sup>1b</sup>, A. Lage<sup>1c</sup>, M. E. Rial<sup>2d</sup>, F. Díaz-Fierros<sup>2e</sup> e S. Salsón<sup>1f</sup>

<sup>1</sup> Meteogalicia. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia

<sup>2</sup> Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia  
Universidade de Santiago de Compostela.

Correo\_e: <sup>a</sup>raquel.cruz@meteogalicia.es, <sup>b</sup>angeles.lago@meteogalicia.es

<sup>c</sup>ana.lage@meteogalicia.es, <sup>d</sup>edmitas@usc.es

<sup>e</sup>edfierr@usc.es, <sup>f</sup>santiago.salson@meteogalicia.es

### RESUMO

Dada a preocupación reinante ante os cambios observados a nivel global en precipitación e especialmente en temperatura, levouse a cabo un estudo co obxectivo de detectar variacións climáticas en distintas localidades de Galicia no período 1961-2006. As variables elixidas para o estudo foron a temperatura e a precipitación, analizando o seu comportamento nas distintas escalas temporais, non só en canto a valores medios ou totais, senón tamén na frecuencia de eventos extremos. Para poder realizar unha interpretación sinóptica dos resultados obtidos, realizouse unha clasificación dos patróns de circulación e estudouse a súa evolución ao longo do mesmo período.

### SUMMARY

According to the current concern about the global changes observed in precipitation and temperature, the main objective of this study has been to detect the climatic variations in different locations in Galicia (NW Spain) over the period 1961-2006. The study has been focused on temperature and precipitation: annual, seasonal and monthly trends in total or average values have been analysed along with the frequency of extreme values. In order to achieve a synoptic interpretation of the results obtained, a classification of the circulation patterns and their evolution along this period has been done.

## 1. INTRODUCCIÓN

Co fin de mellorar a comprensión dos mecanismos de cambio a longo prazo e as implicacións ou impactos futuros nas distintas zonas do planeta, fanse necesarios estudos da variabilidade e do cambio en distintas variables meteorolóxicas a unha escala local.

O aumento de temperatura constatouse a nivel global (Jones e Moberg, 2003; Easterling, 1997). Estímase que a nivel mundial a temperatura media anual aumentou desde 1850  $0,8 \pm 0,2$  °C (IPCC, 2007). Este quentamento non foi constante nin homoxéneo, destacando, por exemplo, o incremento de temperatura desde mediados dos anos setenta do século XX e, en especial, as temperaturas alcanzadas globalmente no período 1995-2005 (IPCC, 2007). Pola súa banda, Europa sufriu desde 1900 un quentamento maior ao global:  $0,95$  °C (European Environment Agency, EEA, 2004) e este quentamento foi aínda maior nalgunhas zonas como na península Ibérica (EEA, 2004).

Nos últimos anos en España realizáronse numerosos traballos que analizan a variabilidade existente no conxunto da península Ibérica (Esteban-Parra *et al.*, 2003; Rodríguez-Puebla *et al.*, 2002;

Brunet *et al.*, 2006) ou en distintas subrexións, como por exemplo o litoral mediterráneo (Romero *et al.*, 1999; J. J. Miró e M. J. Estrela, 2004; Saladié *et al.*, 2004), ou na metade norte da Península (Esteban-Parra *et al.*, 1995; Abaurrea *et al.*, 2001). En todos eles se confirma que o aumento de temperatura máis remarcable ao longo do século XX se produciu desde comezos dos anos setenta, malia que mostran diferenzas en canto á importancia relativa das estacións do ano en función do período analizado e en canto ás taxas relativas de aumento nas temperaturas máximas e mínimas. Por outra banda, as tendencias nos totais anuais ou estacionais de precipitación presentan diferenzas aínda maiores, tanto a nivel global (IPCC 2007) como nacional (Esteban-Parra *et al.*, 1998), debido isto último á complexidade da distribución espacial da chuvia en España (Brunet *et al.*, 2007a).

Por outra banda, o estudo da variabilidade en valores medios ou totais non é máis que un aspecto do cambio climático e, de feito, os cambios na frecuencia de extremos poden ter un forte impacto sobre a sociedade e os ecosistemas, e considérase ademais que poden ser fortes indicadores do cambio climático (Folland *et al.*, 2001). Estes estudos teñen a agravante de traballaren con datos diarios, máis difíciles de validar, polo que son menos frecuentes e máis problemáticos os estudos a nivel global (Nicholls *et al.*, 1996; Frich *et al.*, 2002; Alexander *et al.* 2006; Brown *et al.* 2008). Non obstante, existen numerosos estudos a escala menor que a global (Aguilar *et al.*, 2005; DeGaetano *et al.*, 1996; Easterling, 2002; Peterson *et al.*, 2002; Peterson *et al.*, 2008; You *et al.*, 2008; Zolina *et al.*, 2008)), algúns dos cales inclúen datos dalgunhas series de España (Moberg *et al.*, 2000; Klein Tank, 2002; Easterling *et al.*, 2003; Klein Tank e Können, 2003; Moberg e Jones, 2005; Moberg *et al.*, 2008). A nivel nacional, contamos con numerosos estudos que exploran a variabilidade existente en distintos períodos do século XX en canto á ocorrencia destes fenómenos extremos (Abaurrea e Cebrián, 2001; López, 2001; Serra *et al.*, 2001; Prieto *et al.*, 2004; Fernández de Sevilla y Rodrigo, 2006; Labajo *et al.*, 2006; Casas *et al.*, 2007; Rodrigo e Trigo 2007). Os resultados en calquera caso son algo heteroxéneos, especialmente en precipitación, tanto temporal como espacialmente.

A localización latitudinal de Galicia enmárcaa na zona de circulación prevalecente dos “oestes”. Por outra parte, a súa situación no sector máis noroccidental da península Ibérica configúraa como primeiro punto de chegada das perturbacións atlánticas. Non obstante, a comunidade galega recibe influencia de distintas masas de aire de características termodinámicas moi dispares. Deste modo, chegan a Galicia tanto masas de aire cálidas e húmidas (tropicais marítimas) como varios tipos de masas de aire frío procedentes de latitudes superiores con distinto contido de humidade (masas de aire ártico marítimo, ártico continental e polar continental). Galicia está, polo tanto, localizada nunha zona de transición de distintos tipos de masas de aire, do que se deduce que as conclusións de estudos de variacións climáticas realizadas tanto para o norte de Europa como para outras zonas de España, como por exemplo para o Mediterráneo, non son directamente extrapolables para a comunidade galega, necesitándose daquela un estudo individualizado para esta rexión.

Neste estudo descenderase ao nivel rexional e revisaranse os cambios que se observaron en distintos puntos de Galicia no período 1961-2006 en temperatura e precipitación. As tendencias analizaranse tanto para valores por termo medio de temperatura e totais de precipitación na escala anual, estacional e mensual como en frecuencia de datos diarios extremos. Outra variable estudada nalgunha estación representativa foi o número de días de neve. Esta variable está claramente relacionada co quentamento global e, xa nos anos cincuenta, a partir dos datos reflectidos nos calendarios meteorofenolóxicos, se puxo de manifesto unha diminución progresiva no número de días de neve nas zonas de maior frecuencia de nevadas e un aumento da zona libre de nevadas (Lorente, 1951). Ademais, abordarase o estudo temporal dos principais tipos sinópticos identificados para Galicia, buscando a posible existencia de tendencias que poidan ser relacionadas cos cambios observados nas anteriores variables meteorolóxicas.



## 2. DATOS

As series de datos utilizadas pertencen a dúas redes de estacións: a rede da Axencia Estatal de Meteoroloxía (AEMET) e a pertencente á Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible (CMADS) da Xunta de Galicia. Preseleccionáronse as series da AEMET cunha lonxitude mínima de 10 anos e todas as series de estacións manuais e automáticas da rede da CMADS, debido á maior accesibilidade aos datos orixinais e *metadata* desas estacións, o cal permitiu unha mellor caracterización da súa calidade. Deste modo, inicialmente examináronse a nivel diario 393 series de precipitación e 167 de temperatura.

No que respecta á clasificación sinóptica, usáronse os datos de reanálise (NCEP/NCAR) no período 1960-2006.

### 2.1. Control de calidade e homoxeneización

Nos últimos anos aumentou a concienciación da importancia do control de calidade e homoxeneización para a correcta detección do cambio climático (Folland *et al.*, 2001; Peterson *et al.*, 1998b; Aguilar *et al.*, 2003). Por ese motivo, en todas as series de precipitación e temperatura (máxima e mínima) se aplicou un proceso exhaustivo de control de calidade e homoxeneización.

#### *Control de calidade de datos diarios*

En cada serie valorouse en primeiro lugar a existencia de valores ilóxicos (precipitacións menores que 0) ou fóra do rango que se pode considerar crible para o caso das temperaturas: considerouse un límite de 45 °C como límite superior para a temperatura máxima e de -15 °C e +28 °C como límite inferior e superior para as temperaturas mínimas. O obxectivo de fixar estes límites foi non sobreestimar o cálculo da desviación típica existente tanto dentro dunha serie como na serie de diferenzas respecto a outras, para mitigar o posible nesgo do uso da desviación típica na avaliación da calidade dos datos (Peterson *et al.*, 1998a).

Para cada serie e variable (precipitación, temperatura máxima e temperatura mínima) valorouse a presenza de *outliers* temporais: datos que se desviaban máis de catro desviacións típicas (seis no caso da precipitación) do valor medio normal para o mes correspondente. Non obstante, se un dato diario era catalogado como *outlier* temporal nunha serie e en tres ou máis das series veciñas simultaneamente, o dato era considerado “*outlier* xeneralizado” e aceptábase, con independencia da súa validación espacial posterior, precisamente debido á súa excepcionalidade. Desta forma, tratábase de avaliar con especial coidado os episodios de valores moi extremos (sobre todo no caso da precipitación) e evitar a corrección de efemérides.

Posteriormente, realizouse unha validación espacial de todos os datos diarios (non só os supostos *outliers*) de cada un dos meses mediante a comparación dos datos observados na serie candidata co valor estimado a partir da serie de referencia. A serie de referencia foi construída usando todas as series veciñas dentro dun raio de 30 km (20 km no caso da precipitación grazas á maior densidade de estacións) e que mostrasen coa estación candidata unha correlación superior a 0,7 no mes correspondente, mediante regresión lineal ponderada en función do cadrado da correlación e a inversa da distancia ao cadrado entre as series. Nos casos en que houbo menos de dúas series veciñas que cumprisen o criterio de correlación maior a 0,7 realizouse a estima a partir das estacións existentes, pero identificando o proceso de validación como de peor calidade. Os datos foron catalogados como *outliers* cando a diferenza entre o valor observado e o predito se desviaba

máis de catro desviacións típicas (seis no caso da precipitación) do valor medio da serie de diferenzas. Tamén se identificaron datos como sospeitosos cando a esa diferenza superaba un limiar menos exixente (dúas desviacións típicas en temperatura e tres en precipitación) pero sen chegar á categoría de *outlier*.

En precipitación, ademais, definíronse outras dúas categorías co obxectivo de identificar posibles fallos na dixitalización das observacións, frecuentes en series con moitos zeros consecutivos:

- *Cero sospeitoso*: a serie orixinal rexistra 0 pero a precipitación media no seu ámbito é superior a 10 litros e os datos rexistrados nas estacións veciñas (máis de dúas con precipitacións maiores a 10) indican que pode ser un fallo de dixitalización do dato, bastante frecuente en precipitación, ao ter un gran número de rexistros consecutivos con ese valor.
- *Chuvia illada*: a serie orixinal rexistra máis de 10 litros e o valor predito a partir das veciñas é 0. A comparación pode pasar o control de calidade espacial nalgúns meses, pero parece interesante sinalar estes casos, que poderían corresponder a chuvascos ou tormentas illadas.

Todos os datos perdidos e os *outliers* que foron identificados cun bo proceso de validación (máis de dúas series veciñas con correlación maior a 0,7), así como os *ceros sospeitosos* no caso da precipitación, foron substituídos polo valor considerado correspondente. Os datos do resto das categorías ou validados cun proceso máis pobre non foron substituídos e o seu control de calidade enténdese como algo meramente informativo e a ter en conta á hora de seleccionar ou non a serie para unha análise posterior.

Tras este proceso, cada serie puido ser avaliada en función da súa calidade (número de datos erróneos ou sospeitosos), fiabilidade (correlación cos valores preditos e diferenza media respecto á serie de referencia) e continuidade (% datos perdidos). A continuidade da serie tamén foi valorada examinando a distribución dos datos perdidos, de forma que os anos en que se encheron máis de dous meses foron considerados como saltos na serie. Deste modo seleccionáronse subperíodos de maior continuidade, que puidesen ser aroveitables no estudo de tendencias. Ademais, tamén se avaliou o propio proceso de control de calidade, xa que non todas as estacións nin períodos considerados tiñan o mesmo número e calidade de series veciñas coas que poder realizarse a comparación, polo que o propio proceso de validación é menos fiable nalgúns casos. A calidade da validación realizada sobre unha serie valórase como a porcentaxe de observacións diarias que foron sometidas a un bo proceso de validación (dúas ou máis series veciñas con correlación maior a 0,7).

Deste modo construíuse unha base de datos diarios que puido ser usada para distintos propósitos por todos os integrantes do proxecto CLIGAL. Nos anexos I e II móstrase un resumo dos resultados do control de calidade para o subgrupo de series máis recomendable para precipitación e temperatura respectivamente, segundo os criterios anteriormente expostos.

Unha selección de series de demostrada calidade e con suficiente número de datos (menos dun 15% datos perdidos) no período 1961-2006 foron usadas nos estudos de tendencias que implicaban datos diarios, como a análise de extremos.

### *Test de homoxeneidade*

A partir dos datos diarios construíronse as series mensuais, estacionais e anuais para precipitación acumulada e temperatura máxima e mínima media. Todas as series que cumprisen uns mínimos de calidade (correlación coa súa serie de referencia maior a 0,7), con menos dun 15% de datos



perdidos (reenchidos) e cun mínimo de 20 anos de datos foron examinadas en canto á súa homoxeneidade mediante a aplicación do SNHT (*Standard Normal Homogeneity Test*, Alexandersson e Moberg, 1997), usando o software específico AnClim (Stepanek, 2003). Non se examinaron series máis curtas pola recomendación existente no test de non corrixir saltos detectados nos 10 primeiros e últimos anos da serie. Tamén se preferiron aquelas series que pasasen un bo proceso de validación (máis do 50% dos seus datos revisados en función de dúas ou máis series veciñas), aínda que isto non se cumpriu nalgunhas series longas e especialmente interesantes. O test de homoxeneidade aplicouse a nivel anual, estacional e mensual. Aceptouse que un salto detectado polo test correspondía a unha auténtica inhomoxeneidade cando o salto era detectado a nivel anual e en polo menos dúas das estacións do ano en torno ao mesmo punto. Deste modo, só se corrixiron os casos en que se supón que realmente se mellorou a calidade dos datos, para evitar introducir correccións cuxos erros asociados son máis altos que as propias correccións (Brunetti *et al.* 2006). A corrección do salto realizouse en cambio a nivel mensual, aplicando en cada mes o factor de corrección correspondente (Aguilar *et al.* 2002).

A temperatura media e outras variables derivadas (como a oscilación térmica diaria) obtivéronse a partir das series homoxeneizadas de temperatura máxima e mínima.

Tras o proceso de homoxeneización, dispúxose de 91 series de precipitación, das cales 52 puidéronse expresar como anomalía respecto ao período 1971-2000, por ter polo menos 24 anos de datos nese período (véxase o anexo I). As series de temperatura, como é habitual, presentaron moitas máis inhomoxeneidades e bastantes das 91 analizadas foron eliminadas por non alcanzaren a garantía de homoxeneización suficiente. Finalmente, obtivéronse 23 series homoxéneas en temperatura expresadas como anomalía respecto ao período 1971-2000 (véxase o anexo II). A figura 1 mostra a frecuencia do número de saltos corrixidos nas ditas series de temperatura máxima e mínima.

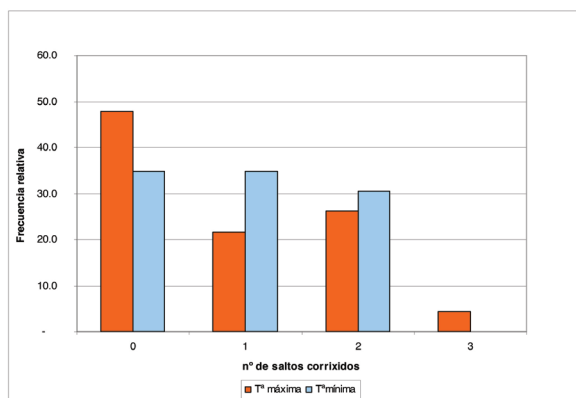


Figura 1. Frecuencia relativa de inhomoxeneidades corrixidas nas 23 series de temperatura.

Nos anexos correspondentes, xunto cos resultados do control de calidade tamén se mostra a relación de inhomoxeneidades detectadas e corrixidas, así como o subperíodo finalmente utilizado nas seguintes análises (cando non coincidía coa lonxitude total da serie). Indícanse tamén os casos en que excepcionalmente a serie foi alongada a partir de series veciñas con moi boa correlación ou empalmando series de estacións meteorolóxicas que obviamente foron trasladadas. Isto realizouse unicamente en puntos concretos de Galicia de especial interese pola súa proximidade aos principais núcleos poboacionais co propósito de valorar alí a tendencia no período 1961-2006.

## 2.2. Metodoloxía

### 2.2.1 Series rexionais de temperatura e precipitación

Nas series homoxeneizadas de temperatura, examinouse a existencia de tendencias no período 1961-2006 nun subgrupo de nove series (en azul na figura 2) individualmente, expresando as temperaturas como anomalías respecto á media do último período estándar 1971-2000. Para resumir os resultados atopados, analizouse tamén unha serie rexional única, calculada como a media das anomalías das 23 series individuais en que se puido calcular esa anomalía: series cun mínimo de 24 anos de datos no período 1971-2000. Debido á desigual distribución das estacións, realizouse unha selección previa das series de mellor calidade cando estas se atopaban a menos de 20 km, para que na media non estea sobrevalorada algunha zona con maior densidade de estacións, como é o caso de Pontevedra (figura 2).



Figura 2. Localización das series de temperatura.

**Azul:** as nove series en que se estudou a existencia de tendencia no período 1961-2006.

**Vermello:** series en que non se puido valorar ese período completo pero si calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000.

No caso da precipitación, analizáronse 28 series individuais, expresadas sempre como anomalías estandarizadas (precipitación desviada da media e dividida pola desviación típica do período 1971-2000) e a media rexional galega, calculada como a media das anomalías estandarizadas das 52 series en que se puido calcular a dita anomalía. Neste caso, ademais, o maior número de estacións permitiu caracterizar subrexións climáticas, mediante o uso de análise de compoñentes principais (en diante ACP). Para iso realizouse en primeiro lugar unha interpolación espacial a un *grid* regular (5,4 x 5,4 km) dos valores mensuais de precipitación de todas as series que foron homoxeneizadas. A continuación, realizouse unha análise de compoñentes principais en modo S sobre a matriz de correlación, calculada a partir das anomalías mensuais dos puntos de *grid* respecto ao período de referencia 1971-2000. Os compoñentes principais retidos foron rotados, para unha mellor inter-



pretación espacial destes e as cargas  $> 0,6$  dos tres compoñentes principais retidos definiron as subrexións, de modo análogo ao feito por Brunetti *et al.* (2006) en Italia e Brunet *et al.* (2007b) en España. Dentro de cada unha calculouse unha media subrexional, seleccionando series nas zonas de maior densidade e evitando zonas de solapamento.

A existencia de tendencia significativa ao longo do período considerado analizouse para cada variable coa correlación non paramétrica de Tau-Kendall (Press *et al.*, 1986), o cal ten a vantaxe de non facer asuncións sobre a distribución dos datos, mentres que a magnitude da pendente se estimou mediante o axuste de mínimos cadrados (como en Suppiah e Hennessy, 1998).

### 2.2.2. Días de neve

A análise do número de días de neve ao ano realizouse usando os datos de varias series da AEMET distribuídas pola xeografía galega: Santiago de Compostela (Observatorio), Lugo (colexio Fingoi, Punto Centro e Rozas), Cabeza de Manzaneda, das que se teñen datos anuais, existindo en todas elas un rexistro homoxéneo do número de días con nevada para os distintos meses do ano e cunha lonxitude axeitada de rexistros para obter uns resultados significativos. Ademais, como datos de apoio, incluíronse datos históricos recollidos a partir de distintas fontes bibliográficas, como son os datos das estacións da Coruña, Pontevedra e Vigo (Peinador), así como doutras dúas estacións do norte peninsular (Xixón e Santander).

No estudo das tendencias, e de forma análoga ao estudo da temperatura e precipitación, para saber se as variacións temporais presentan significación estatística, empregouse a correlación non paramétrica de Tau-Kendall e a magnitude da pendente estimouse mediante regresión lineal.

### 2.2.3 Clasificación sinóptica e tendencia en frecuencia de situacións

Para realizar unha clasificación sinóptica automática para Galicia, utilizáronse datos de reanálise (NCEP/NCAR), no período 1960-2006. O dominio de estudo utilizado defínese nunha malla de  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  de lonxitude  $30^\circ \text{ O}-10^\circ \text{ E}$  e de latitude  $30^\circ \text{ a } 57,50^\circ \text{ N}$ . Así recóllese, ademais da península Ibérica, gran parte de Europa e do océano Atlántico, o que permite un mellor entendemento das situacións lle que afectan a Galicia.

En primeiro lugar, cabe destacar que, tendo en conta que a clasificación sinóptica se ía utilizar para ver as posibles tendencias nos tipos sinóticos e relacionalo cos cambios observados en distintas variables (cambios estacionais na súa maioría e mesmo mensuais), se optou por non seguir clasificacións existentes na bibliografía nas cales os datos de entrada eran usados con independencia da estación do ano a que pertencían (Esteban *et al.*, 2006). Así, optouse pola metodoloxía novidosa proposta por E. Kostopoulou e P. D. Jones (2007), e realizouse un ACP sobre os datos de reanálises da variable SLP (*sea level pressure*), separados para cada unha das estacións do ano, utilizando como variables os 204 puntos da malla descrita e como observacións cada un dos días do período de estudo. Os compoñentes principais retidos en cada estación foron rotados e caracterizados en función dos días que presentaron as maiores puntuacións, a partir dos cales se construíron as *composicións*: patróns espaciais creados cos valores medios dos campos de presión correspondentes aos días característicos asociados a cada CP nas súas dúas fases, positiva e negativa. Posteriormente, examinouse a correlación entre cada unha destas composicións e cada un dos días da estación correspondente, e todos os días que mostraron unha correlación superior a 0,65 cunha das composicións (e menor co resto) foron clasificados dentro do patrón representado por esa composición.

Deste modo, aumentouse considerablemente o número de días caracterizados en cada estación e púidose avaliar a existencia de tendencias na frecuencia dos distintos patróns de circulación identificados.

### 3. RESULTADOS

#### 3. 1. Análise de temperatura

##### 3.1.1. Tendencias en valores por termo medio de temperatura

A figura 3 mostra a evolución ao longo do período considerado da media diaria de temperatura media no conxunto das series galegas analizadas.

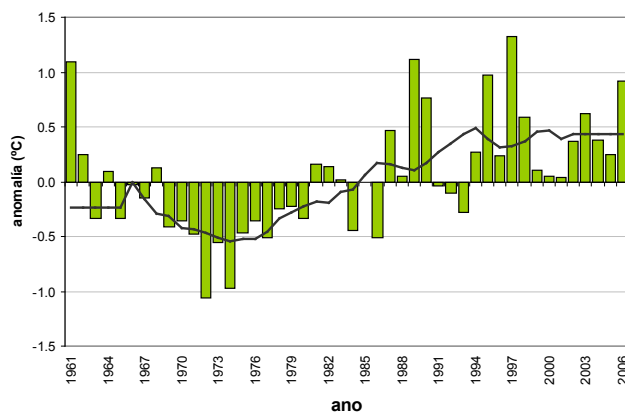


Figura 3. Media galega de temperatura media diaria, expresada como anomalía respecto ao período 1971-2000. A liña mostra a media móbil de 10 anos.

Como se aprecia na figura, a pendente non é homoxénea ao longo do período considerado, comezando cun período de descenso (desde 1961 ata principios dos anos setenta), tras o que segue un período cunha pendente positiva bastante abrupta. Isto encaixa con resultados previos atopados en Galicia usando un subgrupo destas series no período 1973-2004 (Cruz e Lage, 2006) e co documentado a nivel nacional (Brunet *et al.*, 2007b): na segunda metade do século XX destaca o período 1950-1972 con tendencias negativas (non significativas a nivel rexional) e o período de tendencia positiva 1973-2005, o incremento máis abrupto de temperatura de todo o século XX. Para valorar como a significación e a pendente da tendencia estimada varían en función do período seleccionado, realizouse unha análise de tendencia progresiva, empezando no ano  $i$  e rematando en 2006, con  $i$  empezando no primeiro ano da serie e rematando en 1982. A figura 4 mostra a evolución da pendente e o coeficiente de determinación da devandita análise, e nela pódese ver como a pendente alcanza un máximo en 1972 e a partir de aí diminúe. De feito, a pendente dos últimos 25 anos non chega a ser significativa.





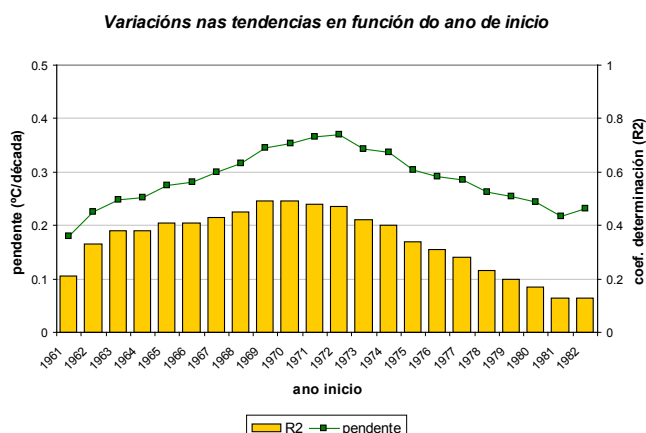


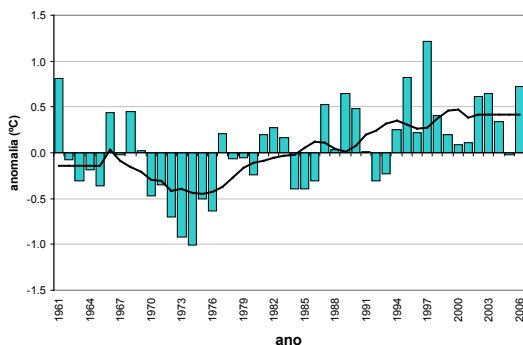
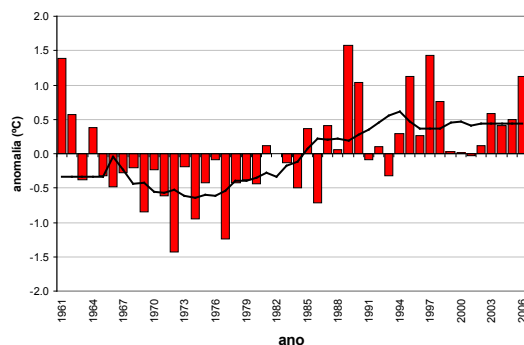
Figura 4. Cambio en pendente e coeficiente de determinación do modelo de regresión en función do ano de inicio do estudo, rematando sempre en 2006.

O cambio de pendente en función do período analizado pódese apreciar tamén na táboa 1, que mostra as pendentes estimadas, en graos centígrados por década, para a análise de temperatura media, máxima e mínima a nivel anual e estacional no período completo 1961-2006 e no subperíodo 1972-2006, de pendente máis abrupta.

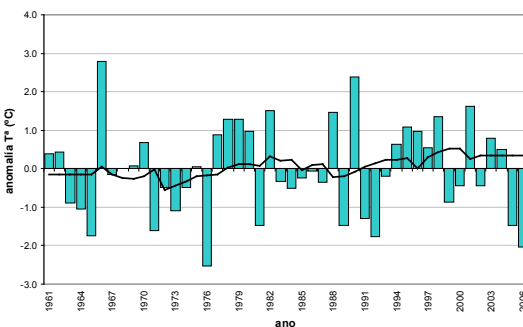
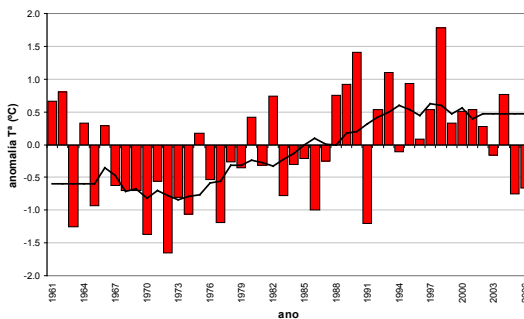
Táboa 1. Tendencias anuais e estacionais (°C/década) consideradas por regresión lineal para temperatura media, máxima e mínima diaria calculadas sobre o período total 1961-2006 e o subperíodo 1972-2006. En negra: tendencias significativas ( $P < 0,05$ ) segundo a correlación non paramétrica de Tau-Kendall. En cursiva: tendencias case significativas ( $P < 0,10$ ).

	1961-2006		1972-2006	
Tª media	b	R²	b	R²
Anual	<b>0,1803</b>	0,21	<b>0,3710</b>	0,47
Inverno	0,1269	0,04	0,1883	0,05
Primavera	<b>0,2606</b>	0,14	<b>0,6427</b>	0,49
Verán	<b>0,2587</b>	0,18	<b>0,4652</b>	0,29
Outono	0,0790	0,02	0,2011	0,06
Tª máxima				
Anual	<b>0,2070</b>	0,17	<b>0,4197</b>	0,40
Inverno	<b>0,2196</b>	0,13	<b>0,3399</b>	0,19
Primavera	<b>0,3550</b>	0,13	<b>0,7691</b>	0,34
Verán	<b>0,2358</b>	0,08	<b>0,4626</b>	0,17
Outono	0,0193	<0,01	0,1079	0,01
Tª mínima				
Anual	<b>0,1535</b>	0,19	<b>0,3222</b>	0,44
Inverno	0,0343	<0,01	0,0368	<0,01
Primavera	<b>0,1663</b>	0,10	<b>0,5163</b>	0,56
Verán	<b>0,2816</b>	0,32	<b>0,4679</b>	0,45
Outono	0,1386	0,06	0,2944	0,15

## Anual



## inverno



## primavera

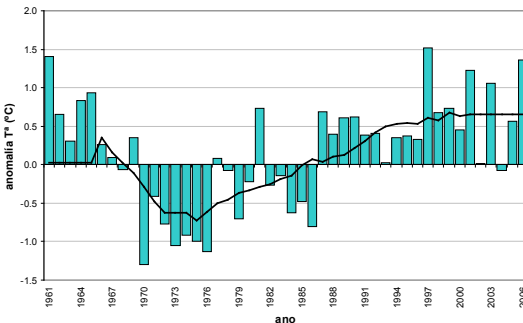
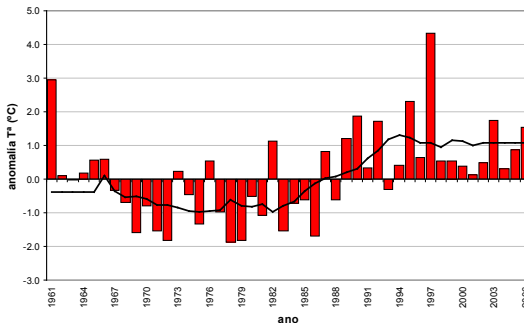
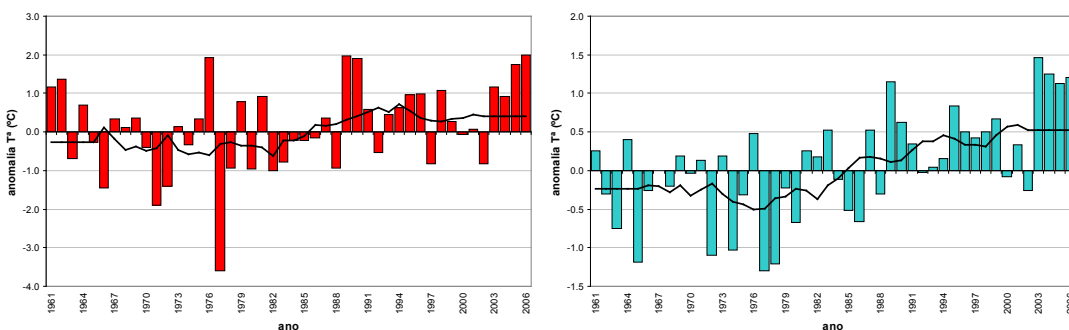


Figura 5. Variacións anuais e estacionais de temperatura máxima (esquerda) e mínima (dereita) diaria expresadas como anomalías respecto ao período 1971-2000. A liña corresponde á media móbil de 10 anos.



## verán



## outono

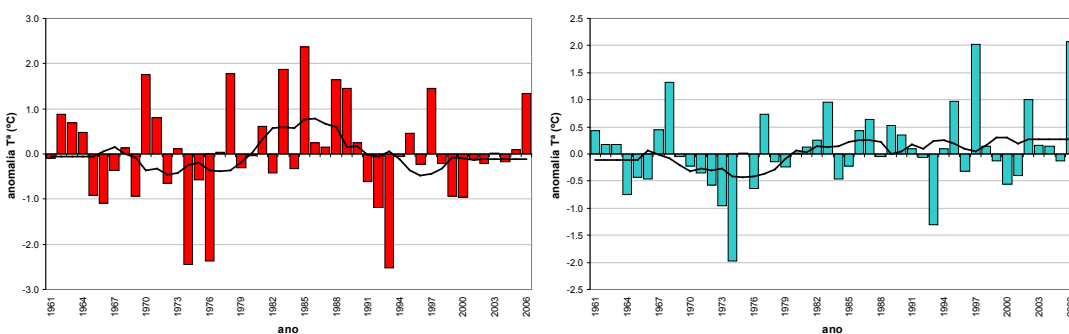


Figura 5 (continuación).

Estacionalmente (táboa 1, figura 5) destaca en primeiro lugar o aumento, bastante similar, da temperatura media na primavera e no verán, quedando o inverno ao bordo da significación. Este resultado contrasta co último informe da EEA no cal se indica un maior incremento de temperatura no inverno que no verán, o que diminuíría a variabilidade estacional dentro do ano (EEA, 2004), pero encaixa novamente coa análise a nivel nacional da segunda metade do século XX (Brunet *et al.*, 2007b). Na primavera o aumento de temperatura está especialmente relacionado co aumento das máximas, cunha taxa que duplica a das mínimas. Esta estación, de feito, é a única en que unha análise da oscilación térmica diaria mostra un aumento significativo (non mostrado). No verán o aumento de temperatura é máis homoxéneo, pero destaca a pendente algo maior observada nas mínimas, a diferenza do observado no resto do ano. No inverno chegan a aumentar significativamente as temperaturas máximas e no outono non se aprecian tendencias significativas.

A nivel mensual, os resultados máis destacables na serie rexional concretan os resultados atopados a nivel estacional: o aumento na primavera é debido fundamentalmente a un claro incremento significativo no mes de marzo, en temperaturas medias ( $b = 0,3862$  °C/década  $R^2 = 0,14$ ) e máximas ( $b = 0,5294$ ,  $R^2 = 0,11$ ), o aumento no verán débese a un aumento significativo no mes de xuño en media ( $b = 0,3552$ ,  $R^2 = 0,13$ ), máximas ( $b = 0,4108$ ,  $R^2 = 0,08$ ) e mínimas ( $b = 0,2995$ ,  $R^2 = 0,20$ ), destacando ademais a taxa de aumento das temperaturas mínimas en agosto ( $b = 0,3569$ ,  $R^2 = 0,24$ ), e o ascenso das máximas no inverno parece xustificarse por un aumento significativo no mes de decembro ( $b = 0,3137$ ,  $R^2 = 0,16$ ), quedando febreiro ao bordo da significación.

O estudo das anomalías de temperatura en cada serie considerada individualmente revelou un comportamento en xeral moi similar ao mostrado na serie rexional (figura 3). A figura 6 (a e b) mostra a magnitude das pendentes en temperatura media a nivel anual para cada unha das series en que se pode analizar o período completo 1961-2006. Destaca a falta de significación das dúas series da provincia de Ourense. Nunha delas (Xinzo de Limia) atópase un aumento significativo nas mínimas relacionado principalmente cun aumento significativo no verán, que chega a traducirse nun aumento tamén das medias nesta estación. No caso da serie de Ourense, non mostra ningunha tendencia significativa a nivel anual, estacional nin mensual cando se analiza o período completo. Estas estacións si mostraron en cambio maiores taxas de aumento, a nivel anual e estacional, ao considerar o período de incremento abrupto que comeza en 1972 (figura 6b).

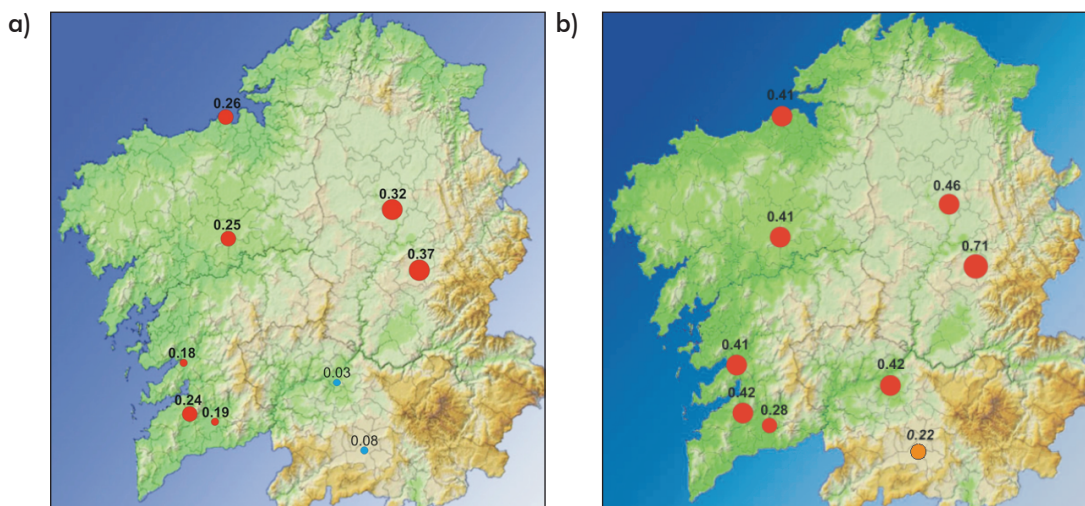


Figura 6. Magnitude da tendencia estimada en cada unha das nove series de temperatura no período completo (a) e no subperíodo 1972-2006 (b). Vermello: tendencia significativa. Azul: non significativa. Laranxa: tendencia case significativa ( $P < 0,10$ ).

### 3.1.2. Análise de extremos

Nun subgrupo de series de datos diarios de calidade analizouse a evolución da frecuencia de días de temperatura extrema (táboa 2).

Para iso, en primeiro lugar calculáronse os percentís de ambos os dous extremos (p5, p95) en cada serie dentro de cada estación do ano. Os días en que a temperatura máxima superou o p95 foron denominados días cálidos, e os días en que a temperatura mínima, tipicamente alcanzada de noite, superou o p95 foron denominados noites cálidas. Do mesmo modo, os días en que a temperatura máxima (mínima) descendeu do p5 foron denominados días (noites) frías.

En cada estación do ano computouse o número de días e noites cálidas e frías para cada unha das series e expresouse a devandita frecuencia como anomalía respecto ao valor medio do período 1971-2000. A táboa 3 e a figura 6 mostran os resultados do estudo de tendencias na media galega de anomalías de frecuencia dentro de cada estación do ano.



Táboa 2. Series de temperatura diaria usadas na análise de frecuencia de temperaturas extremas.

ESTACIÓN	ALTITUDE	UTM <sub>x</sub>	UTM <sub>y</sub>	PERÍODO ANALIZADO
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961-1994
ÁS PONTES	343	592248	4811137	1975-2006
A CORUÑA-Estación completa	58	547040	4801846	1950-2006
SANTIAGO-A Lavacolla	364	546787	4749893	1961-2006
HERBÓN-PADRÓN	58	529742	4731753	1961-2006
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1961-2006
VIGO-Peinador	255	530376	4674753	1961-2006
LUGO-Colexio Fingoi	450	617787	4763148	1967-2006
SARRIA-Barreiros Granxa	550	629819	4737598	1961-2006
OURENSE-Granxa Deputación	143	593908	4686883	1961-2006
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1961-2006

Táboa 3. Tendencias en frecuencia de temperaturas extremas. Móstranse as pendentes (coeficiente de determinación) obtidas no modelo de regresión lineal. As tendencias significativas segundo o test de Tau-Kendall indícanse en negra.

	Días cálidos (T <sub>max</sub> > p <sub>95</sub> )	Noites cálidas (T <sub>min</sub> > p <sub>95</sub> )	Días fríos (T <sub>max</sub> < p <sub>5</sub> )	Noites frías (T <sub>min</sub> < p <sub>5</sub> )
Inverno	0,0643 (0,06)	0,0593 (0,04)	<b>-0,1295</b> (0,22)	-0,0641 (0,05)
Primavera	<b>0,1141</b> (0,17)	<b>0,0835</b> (0,10)	<b>-0,1576</b> (0,29)	-0,0782 (0,07)
Verán	<b>0,0999</b> (0,16)	<b>0,1848</b> (0,30)	<b>-0,1219</b> (0,18)	<b>-0,1486</b> (0,35)
Outono	0,0246 (0,01)	0,0519 (0,05)	<b>-0,1089</b> (0,16)	<b>-0,0815</b> (0,12)

Como se pode ver na táboa 3, os días cálidos aumentan preferentemente na primavera e no verán, estacións en que tamén aumentan as noites cálidas pero a unha taxa moi superior no verán. Por outra banda, destaca o descenso de días fríos, xeneralizado e significativo en todas as estacións do ano. Este descenso mostra a maior pendente en todas as estacións salvo no verán, onde a taxa de aumento de noites cálidas e descenso de noites frías mostra as maiores pendentes e mellores axustes do modelo, acorde coa importancia das temperaturas mínimas nesta estación e incidindo nas posibles implicacións sobre a saúde destes resultados, ao aumentaren as temperaturas nocturnas e a probabilidade de noites con temperaturas extremas (véxase o capítulo 25 para unha valoración dos riscos sobre a saúde).

Tomadas en conxunto, destaca a maior taxa de descenso dos días fríos que de aumento de días cálidos, indicando un claro cambio na forma da distribución das temperaturas máximas e non un simple cambio na media. Este resultado contrasta co atopado a nivel europeo (Klein Tank e Können, 2003) e nacional (Brunet *et al.*, 2007b), onde, polo menos no período de maior quentamento, observan que o aumento no número de extremos cálidos é claramente superior ao descenso en extremos fríos.

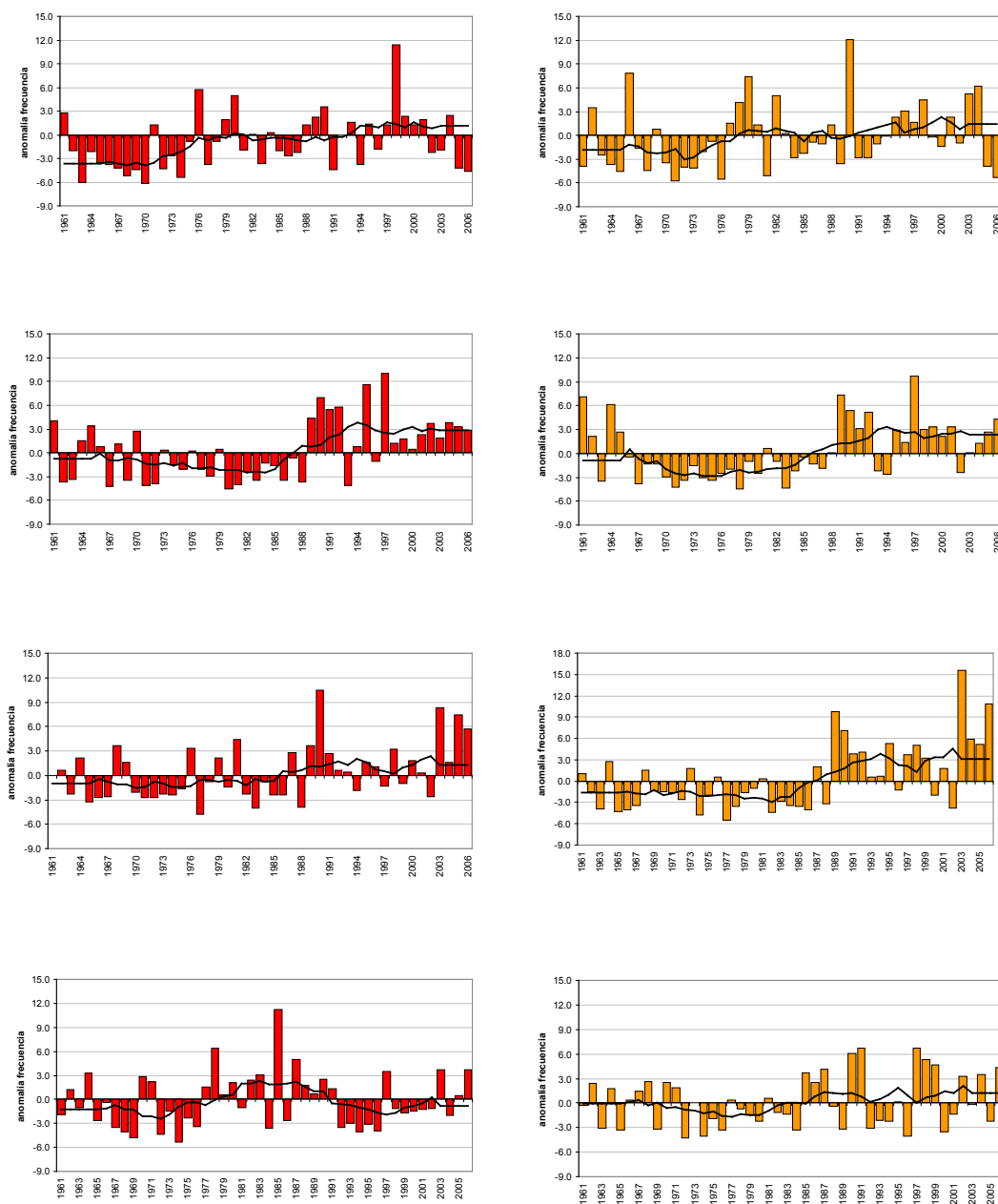


Figura 7a. Variación anual e media móbil de 10 anos da frecuencia de días cálidos ( $T^a \text{ máxima} > p95$ , esquerda) e noites cálidas ( $T^a \text{ mínima} > p95$ , dereita). De arriba a abaixo: inverno, primavera, verán e outono.



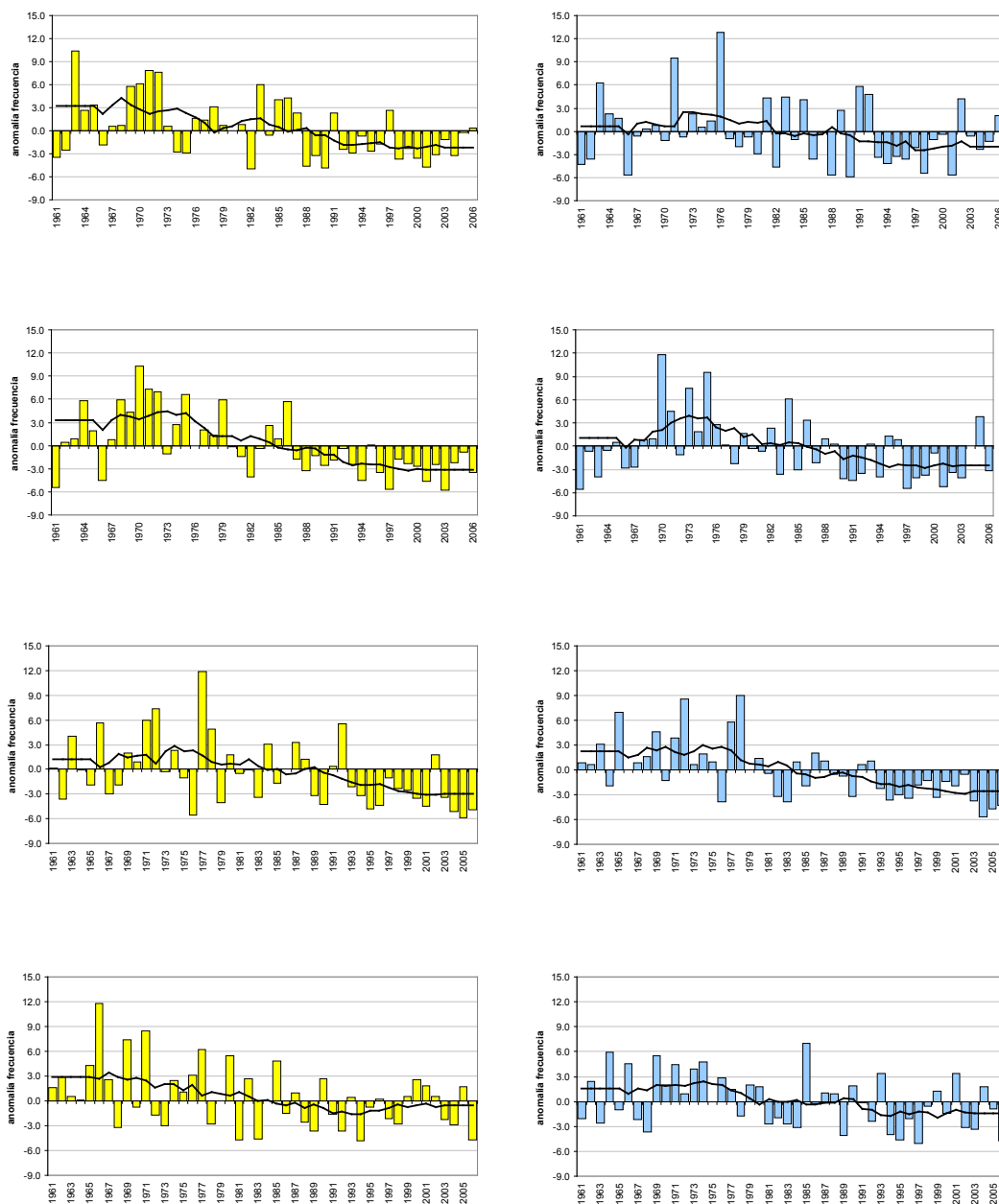


Figura 7b. Variación anual e media móbil de 10 anos da frecuencia de días fríos ( $T^a$  máxima < p5, esquerda) e noites frías ( $T^a$  mínima < p5, dereita). De arriba a abaixo: inverno, primavera, verán e outono.

### 3.2. Análise de precipitación

#### 3.2.1. Precipitación total

A análise de compoñentes principais sobre as anomalías mensuais dos datos de precipitación interpolados mostrou un total de oito compoñentes principais (CP) con autovalor  $> 1$  (criterio de Kaiser, 1958). Non obstante, a porcentaxe de varianza explicada a partir do cuarto CP é moi baixa, polo que se decidiu seleccionar os tres primeiros CP. A rotación dos compoñentes principais retidos é aconsellada para unha mellor interpretación física dos compoñentes (Kaiser, 1958; Jolliffe *et al.*, 2002). A representación gráfica das cargas (*loadings*) de cada CP permite visualizar zonas que se correlacionan en canto ás anomalías de precipitación. A figura 8a mostra a superposición dos tres CP, mostrando unicamente as isolíñas de cargas maiores a 0,6.

Na figura 8b móstrase o esquema das tres zonas definidas, combinando a información da figura anterior con criterios climatolóxicos, e as series usadas na representación de cada subrexión, seleccionando series representativas nos lugares de excesiva densidade para conseguir unha repartición espacial máis homoxénea e sen considerar algunha serie localizada en zonas de solapamento.

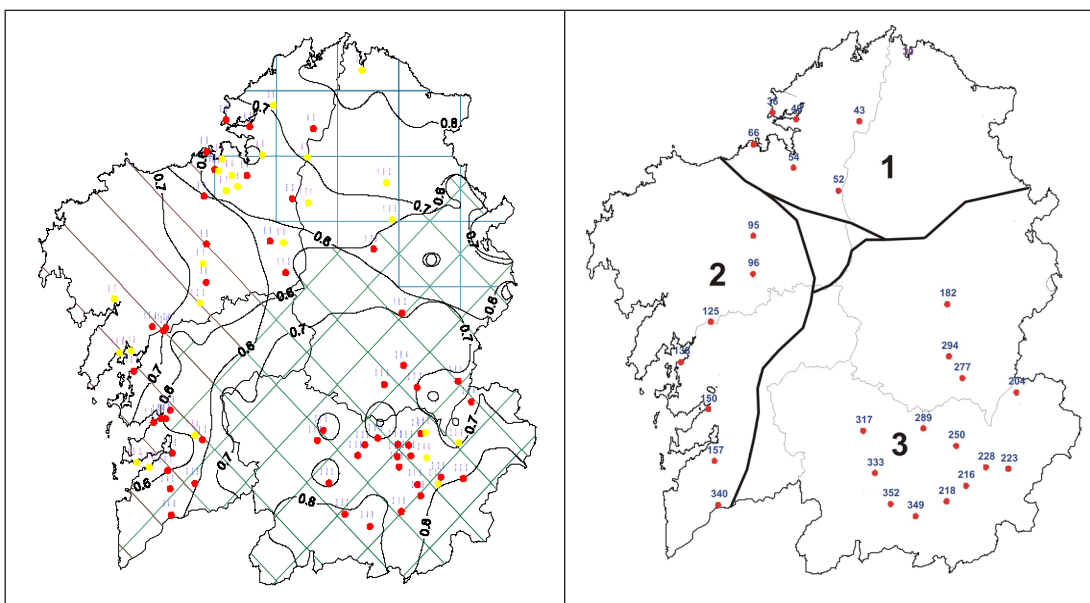


Figura 8. Subrexións definidas a partir do ACP. (a) cargas superiores a 0,6 dos tres primeiros CP e localización das series usadas na análise. (b) esquema de zonas definidas e subgrupo de series usadas no cálculo das medias subrexionais.

No que respecta á precipitación acumulada anual, a media rexional galega (figura 9) e as medias subrexionais non mostran ningunha tendencia significativa (táboa 4). As análises das series individuais en xeral tamén son non significativas (non mostrado), aínda que destaca a pendente positiva e significativa da serie de Betanzos ( $b = 0,2451$ ,  $P < 0,05$ ) e varias series da subrexión 3 que mostran unha tendencia negativa significativa, algunha das cales non foi incluída no cálculo rexional ou subrexional por estar demasiado próximas.





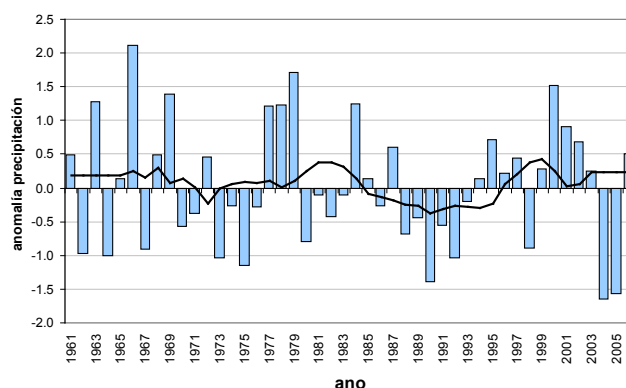


Figura 9. Variación interanual da anomalía respecto ao período 1971-2000 da precipitación total anual na serie rexional galega. A liña é a media móbil de 10 anos.

A nivel estacional (táboa 4) ningunha tendencia chega a ser claramente significativa, aínda que destaca na subrexión 3 o inverno con tendencia negativa, case significativa, e o outono con tendencia positiva, tamén ao bordo da significación.

Táboa 4. Pendentes (coeficiente de determinación) do modelo de regresión lineal. Ningunha tendencia alcanza a significación, segundo o test de Tau-Kendall. En cursiva: tendencia con probabilidade próxima á significación ( $P < 0,10$ ).

	S. rexional	Subrexión 1	Subrexión 2	Subrexión 3
Anual	-0,0607 (<0,01)	0,0677 (0,01)	-0,0905 (0,02)	-0,0640 (<0,01)
Inverno	-0,1528 (0,04)	-0,0910 (0,02)	-0,1636 (0,05)	-0,1661 (0,05)
Primavera	-0,0809 (0,01)	-0,0118 (<0,01)	-0,1211 (0,02)	-0,0763 (0,01)
Verán	0,0421 (<0,01)	0,0654 (0,01)	0,0739 (0,01)	0,0314 (<0,01)
Outono	0,1746 (0,08)	0,1772 (0,07)	0,1662 (0,05)	0,1999 (0,08)

Os resultados máis claros aparecen a nivel mensual: na media galega hai un descenso case significativo en febreiro ( $b = -0,2510$ ,  $P < 0,10$ ,  $R^2 = 0,12$ ) e un aumento significativo en agosto ( $b = 0,1629^*$ ,  $R^2 = 0,08$ ) e outubro ( $b = 0,2406^{**}$ ,  $R^2 = 0,12$ ).

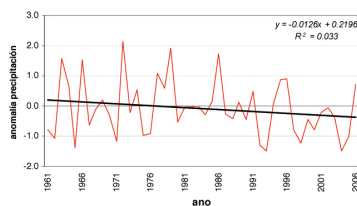
A análise en cada subrexión matiza algo a distribución espacial destes resultados (figura 10). Na subrexión 1 só resulta significativo o aumento de outubro ( $b = 0,2615^*$ ,  $R^2 = 0,12$ ) (de feito, esta subrexión é a única en que a nivel anual a tendencia, aínda que NS, é positiva). Na subrexión 2 a pendente é claramente negativa en febreiro ( $b = -0,2512^*$ ,  $R^2 = 0,12$ ) e positiva en outubro ( $b = 0,2025$ ,  $R^2 = 0,07$ ). Na subrexión 3 a pendente é acusada e claramente negativa en febreiro ( $b = -0,3067^*$ ,  $R^2 = 0,15$ ), relacionado co feito de que nesta subrexión hai varias series individuais que chegan a mostrar unha tendencia negativa no inverno (non mostrado) e positiva e significativa tanto en agosto ( $b = 0,1898^*$ ,  $R^2 = 0,10$ ) como en outubro ( $b = 0,2554^*$ ,  $R^2 = 0,13$ ).

Destaca tamén na táboa, ademais da xeneralización do aumento de precipitación no mes de outubro, a ausencia de tendencia significativa no mes de marzo, a diferenza do descenso significativo atopado en estudos doutras zonas de España, mesmo naqueles que inclúen o ano 2001 (Aguilar *et al.*, 2006).

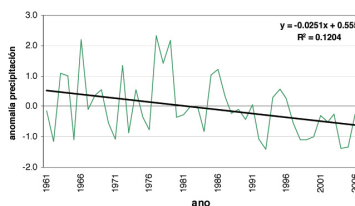
Figura 10. Variación interanual da anomalía respecto ao período 1971-2000 da precipitación total mensual en cada serie subrexional. A liña mostra a pendente estimada por regresión lineal.

### Subrexión 1

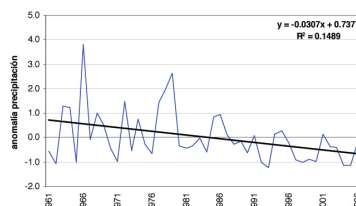
#### Febreiro



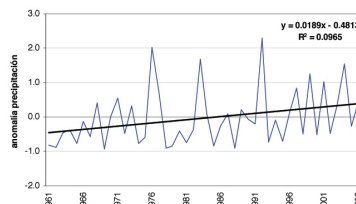
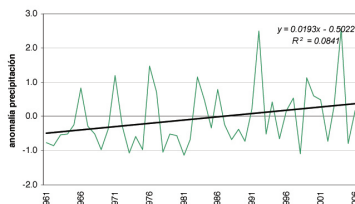
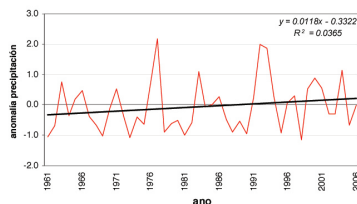
### Subrexión2



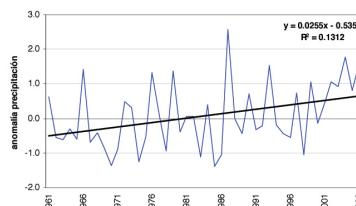
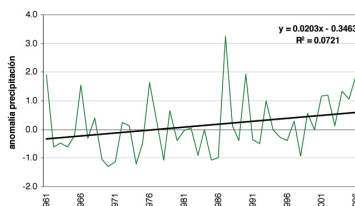
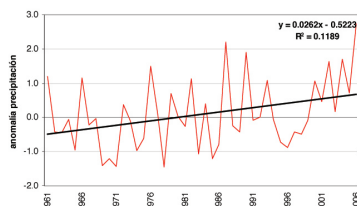
### Subrexión3



#### Agosto



#### Outubro



### 3.2.2. Análise de precipitación diaria. Análise de extremos

No caso da precipitación, analizouse a evolución da frecuencia de días de chuva (precipitación  $\geq 1$  mm) e a frecuencia de días que superan distintos limiares fixos de cantidade de precipitación (5, 10 e 30 mm), así como os percentís (p90, p95 e p99) calculados en cada serie para cada estación do ano. Como no caso da temperatura, esta análise realizouse nun subconxunto de series de calidade diaria (táboa 5) e na media rexional, sempre utilizando as anomalías respecto ao período de referencia 1971-2000.



Táboa 5. Series de precipitación diaria usadas na análise de frecuencia de precipitacións extremas.

ESTACIÓN	altitude	utm <sub>x</sub>	utm <sub>y</sub>	período analizado
FENE-MANIÑOS	30	565241	4811963	1961-2006
AS PONTES	343	592248	4811137	1961-2006
BETANZOS	38	564078	4792360	1961-2006
A CORUÑA-ESTACIÓN COMPLETA	58	547040	4801846	1961-2006
MONTAOS-ORDES	306	546910	4765072	1961-2006
SANTIAGO 'A LAVACOLLA'	364	546787	4749893	1961-2006
PONTECESURES	20	528724	4730576	1961-2004
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1961-2006
VIGO 'PEINADOR'	255	530376	4674753	1961-2006
LUGO 'COLEXIO FINGOI'	450	617787	4763148	1966-2006
SARRIA 'BARREIROS GRANXA'	550	629819	4737598	1961-2006
VILARIÑO DE CONSO 'R. PEQUENA'	1000	637750	4664773	1965-2001
VIANA DO BOLO	733	655840	4671630	1961-2003
A POBRA DO BROLLÓN 'VEIGA'	400	630552	4716783	1961-2006
OURENSE 'GRANXA DEPUTACIÓN'	143	593908	4686883	1972-2006
ALLARIZ	766	598955	4669830	1961-2006
VILADERREI	657	616223	4652508	1961-2006

Non se aprecia ningunha tendencia significativa no número de días de chuvia nin na frecuencia de días que superan limiares fixos, coa excepción dos días con precipitación superior a 30 mm na primavera ( $b = -0,0202$ ,  $R^2 = 0,08$ ). Non obstante, os resultados son máis contundentes no caso da frecuencia de días que superan o p95 (días de chuvia intensa, figura 11): diminúe significativamente na primavera ( $b = -0,0254$ ,  $R^2 = 0,08$ ) e aumenta no outono ( $b = 0,0292$ ,  $R^2 = 0,14$ ). O descenso significativo na primavera mantense mesmo en percentís máis extremos, a pesar do efecto oposto do ano 2001, mentres que o ascenso no outono é máis xeneralizado no territorio (non mostrado) e mantense mesmo aínda que non se inclúa o extremo do ano 2006.

Estes resultados contrastan co observado recentemente en Cataluña (Martínez *et al.*, 2007) e nun estudo global da península Ibérica (Rodrigo e Trigo, 2007), onde se atopa en xeral un descenso de precipitacións intensas, mentres que encaixan co encontrado no norte de Portugal (Pereira *et al.*, 2008), onde tamén se observa o descenso significativo de chuvia intensa na primavera e se insinúa un aumento destes episodios no outono (este aumento probablemente non chega a ser significativo porque o seu período de análise remata en 1999). O contraste de resultados pon de manifesto unha vez máis a heteroxeneidade desta variable e os riscos de facer extrapolacións desde estudos máis globais.

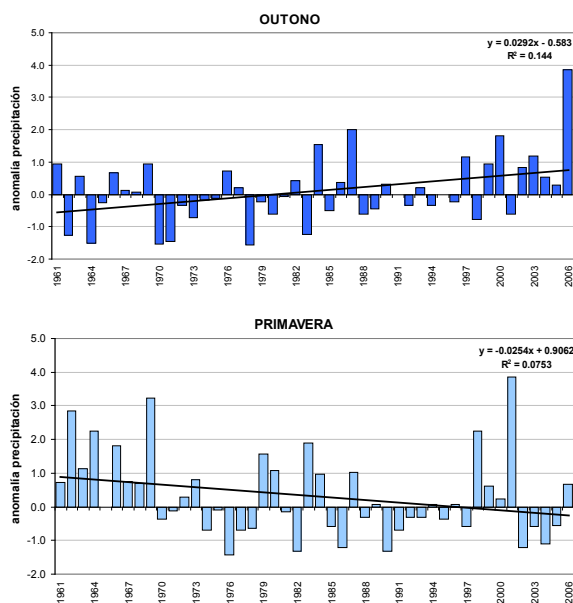


Figura 11. Variación interanual e tendencia da anomalía, respecto ao período 1971-2000, da frecuencia de días de precipitación > p95 no outono (arriba) e primavera (abaixo) na serie rexional galega.

O estudo de extremos no caso da precipitación pódese ampliar algo máis no tempo ata completar o período 1951-2006, mostrando resultados case idénticos (Cruz *et al.*, 2007). Nese período estúdase ademais a evolución dos valores extremos de chuvia diaria. Na figura 12 móstrase a evolución anual do maior valor de chuvia diaria presente nas series analizadas. A tendencia desta serie non é significativa.

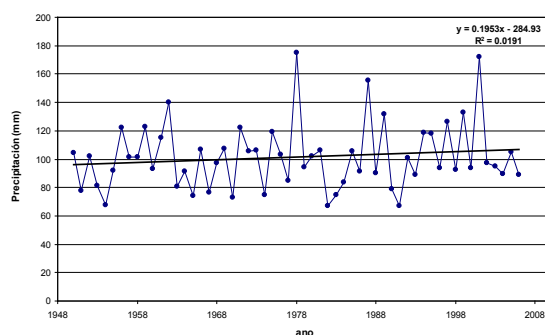


Figura 12. Variación interanual e tendencia (non significativa) da precipitación máxima diaria.

Por outro lado, tendo en conta que o período analizado puidese non ser estacionario, calculáronse os parámetros da distribución xeral de valores extremos (GEV) para unha ventá móbil de 30 anos. Na figura 13 móstrase a evolución destes parámetros. Para empregar unha única escala, restóuselles aos parámetros o valor medio do período. O parámetro MU é o parámetro de localización,

SIGMA é o de escala e XI é o de forma. Este parámetro de forma apenas varía e mantense próximo a cero (cando este parámetro tende a cero, a GEV tende a unha distribución de Gumbel). Os parámetros de localización e escala cambian de forma apreciable, producíndose un mínimo no período 1964-1992 para pasar a tomar valores por enriba da media a partir do período 1969-1997.

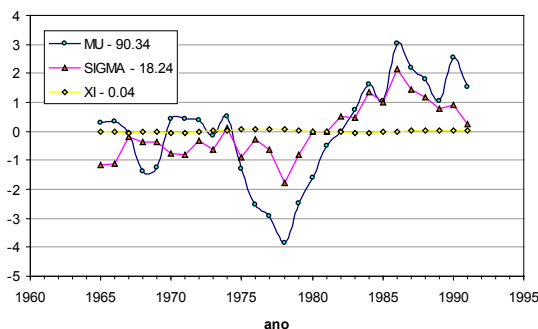


Figura 13. Variación dos parámetros da distribución GEV para unha ventá móbil de 30 anos.  
O valor do ano no eixe X indica o ano central da ventá móbil.

Para ver que implica este cambio, móstranse na figura 14 os valores de retorno para diferentes períodos de retorno. Representábase tamén as tendencias destas series, todas elas significativas segundo o test non paramétrico de Tau-Kendall.

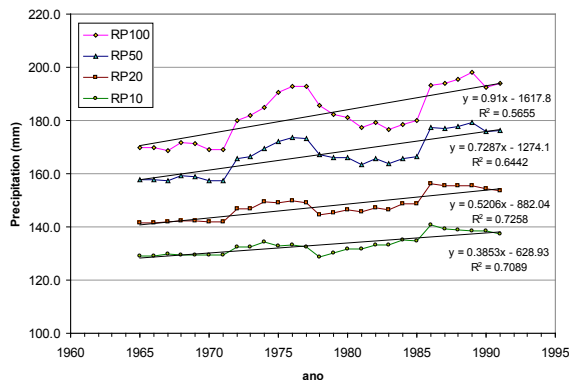


Figura 14. Valores de retorno para distintos períodos de retorno.

Na figura 14, pódese apreciar como, para un período de retorno de 50 anos, tomando os 30 primeiros anos do período 1951-2006, o valor de retorno correspondente é de aproximadamente 160 mm. Para o conxunto de 30 anos do final de período 1951-2006, o valor correspondente é de 180 mm.

En resumo, apréciase unha tendencia á diminución dos períodos de retorno (ou un aumento dos valores de retorno para un período de retorno dado), indicando que os eventos extremos son máis frecuentes na escala diaria.

### 3.3. Días de neve

O traballo do alemán Prill (1955), citado e reproducido parcialmente por Lautensach na súa *Geografía de la Península Ibérica* (1967), ofrece os primeiros datos sistemáticos dos días de neve en Galicia, referidos ao período 1906-1925. Nel pódese observar como a isoliña correspondente ao valor cero se sitúa practicamente ao mesmo nivel que a costa atlántica, mentres que no cantábrico será a isoliña de dous días de neve ao ano a que perfila a liña de costa. Esta mesma isoliña, na vertente atlántica, sitúase por enriba dos 200 metros. Este feito sinala xa unha das constantes da distribución dos días de neve en Galicia, como é a do incremento destes cara á costa norte.

Segundo os estudos de Prill, para o período 1906-1925 a área con nevada case todos os anos comeza no norte da Península a unha altitude de 100-350 metros, na Serra da Estrela a 750-800 metros, no centro da Península, preto de Madrid a 600 metros e nas vertentes sur de Serra Nevada e Almajara a 1.000 e 1.100 metros respectivamente, ocupando na metade norte da Península unha extensión moito maior que na metade sur, e no leste maior que no oeste. O aumento da frecuencia das nevadas coa altitude responde á seguinte táboa.

Táboa 6. Aumento da frecuencia das nevadas (en días) en función da altitude.

Altitude (m)	Pireneos españóis	Serra Nevada	
		Vertente norte	Vertente sur
500	5	2	0,5
800	11	3,5	2
1.200	27	11,5	6
1.600	43	27,5	18
2.000	59	43,5	34

No ano 1951 Lorente publica un estudo sobre os días de neve en España para o período 1926-1950 con datos en Galicia para A Coruña, Santiago de Compostela, Lugo e Pontevedra no que se pode apreciar como na costa atlántica galega estes son inferiores a 1, en Santiago de Compostela, a 260 m, son de 2,4 e en Lugo, a 450 m, de 7,8 (figura 15). Como referencia para a costa cantábrica, indícanse os valores a nivel do mar en Xixón e Santander, con 3,6 e 3,7 días de neve, respectivamente. Estes datos confirman a tendencia a que na costa cantábrica existan sistematicamente máis días de neve que na costa atlántica, comportamento que se pode explicar polas situacións sinóticas de N e NO con penetración de aire húmido e frío polar que poden deixar precipitacións de certa importancia na costa e vertente cantábricas pero que, unha vez superadas as barreiras orográficas do norte, se debilitan e, ademais de sufriren certo quentamento, deixan moi poucas precipitacións no resto do territorio galego. Finalmente, a comparación dos datos de 1926-1950 cos do período 1906-1925 parece mostrar un lixeiro incremento dos días de neve do período máis antigo, pero de escasa significación estatística.

Segundo datos de Masachs Alavedra para a década dos anos corenta (Fontana Tarrat, 1977), o número de días de neve en Santiago de Compostela é da orde de 2,7, para Vigo de 0,9 días ao ano, A Coruña presenta 0,4, o igual que Pontevedra, e non existen nevadas na Guarda, datos que coinciden bastante ben cos achegados para este mesmo período de tempo polos calendarios meteorofenolóxicos, e, se comparamos estes datos cos proporcionados por Prill no seu mapa do



número de días de neve por termo medio, vemos como existe unha boa concordancia entre as distintas fontes de información.

O seguinte conxunto de valores sobre días de neve en Galicia corresponde xa aos períodos de 1961-1990 e 1971-2000, que recolle a *Guía resumida del clima en España* (MMA, 2002) e que se reproducen na táboa 7. Nela pódese apreciar como no período normal de 1961-1990 se manifesta xa un descenso sistemático dos días de neve en relación con 1926-1950 en todos os observatorios galegos, que será do 26% en Lugo, 38% en Santiago de Compostela e do 100% en Pontevedra. Na costa cantábrica móstrase tamén esta redución nos días de neve, que serán do 45% en Xixón e do 51% en Santander. Para o período 1971-2000, esta tendencia ao descenso acentúase, de tal forma, que as reducións no número de días de neve en relación co período 1926-50 serán do 50% para Santiago de Compostela e do 30% para Lugo.

Esta redución nos días de neve en Galicia que se manifesta xa a partir dos valores do período normal 1961-1990 pódese confirmar con algún outro dato que se ten de observatorios illados, como sucede no caso de Lalín, a 550 m de altitude, cando se comparan os valores da década 1929-1938, con 6,4 días de neve, coas décadas de 1955-64, 1965-1974 e o período 1975-1982, con 3,4, 4,5 e 4,7 días de neve, respectivamente.

Táboa 7. Número medio de días de nevada ao ano (*Guía resumida del clima en España*. Ministerio de Medio Ambiente).

Estación	1961/1990	1971/2000
Santiago (Observatorio)	1,53	-
Santiago (A Lavacolla)	2,3	2
Lugo	5,8	5,5
Ourense (Granza Deputación)	1	-
A Coruña	0,3	0
Pontevedra (Instituto)	0	-
Pontevedra (Mourente)	-	0
Vigo (Peinador)	0,7	0
Xixón	2	1
Santander	1,8	1

Outro tipo de comparación pódese realizar cando se superpoñen as mesmas isoliñas do mapa de Prill (1955) correspondente ao período 1906-1925 coas que reproduce o *Atlas nacional de España. Climatología* (Instituto Xeográfico Nacional, 1992) do período 1956-1985 (figura 15). Nel pódese destacar como, dunha forma sistemática, as isoliñas de 2, 5 e 20 días de neve tenden a desprazarse cara ao interior no último dos mapas considerados, de tal forma que a diferenza entre eses dous períodos se pode traducir nunha elevación da cota correspondente a cada isoliña, de 100 a 300 metros.

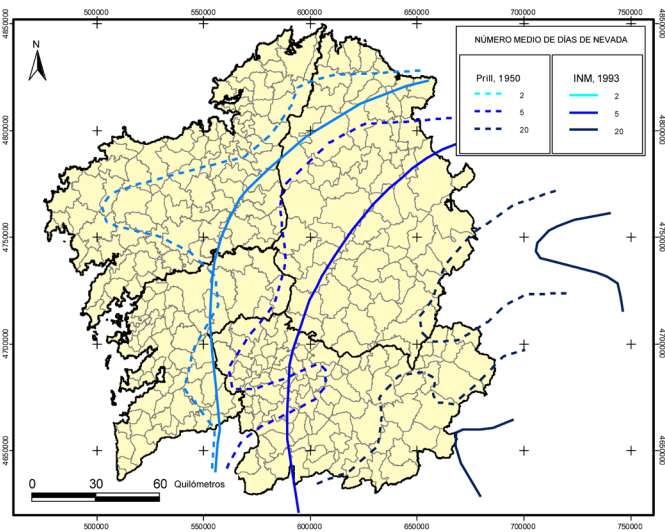


Figura 15. Comparación entre o mapa elaborado por Prill (1955) e o do Atlas nacional de España. Climatología (1992).

A partir dos rexistros observados en distintas estacións distribuídas por Galicia, procedeuse a realizar unha análise da evolución dos días con nevada durante os anos para os que existen datos. As estacións que contan cun maior número de anos de observacións son as do Observatorio Astronómico en Santiago de Compostela, Lugo e Cabeza de Manzaneda (táboa 8).

Táboa 8. Período de datos existente nas estacións analizadas.

ESTACIÓN	NÚMERO DE ANOS OBSERVADOS	DESDE	ATA
Santiago (Observatorio)	60	1947	2006
Lugo (colexio Fingoi)	37	1967	2006
Lugo (punto centro + Rozas)	57	1951	2001
Cabeza de Manzaneda	19	1983	2001

Non en todas as estacións se comezou ao mesmo tempo o rexistro dos datos e existen anos faltantes, polo que se procedeu a facer unha selección destas, incluíndo principalmente as que presentan maior frecuencia de nevadas, xa que son as que presentan maior interese neste estudo. A partir destes rexistros, calculouse o número medio de días de nevada ao ano para as distintas estacións e distintos períodos de tempo.

Existen rexistros máis antigos para as estacións da Coruña, Santiago de Compostela, Pontevedra, Lugo, Xixón e Santander que foron obtidos dos calendarios meteorofenolóxicos do Servizo Meteorolóxico Nacional (SMN), e abranguen un total de 20 anos, non consecutivos, dentro do período 1926-1936 e 1940-1950. Como se pode observar na figura 16, existe durante este período de



tempo un maior número de días de nevada na estación de Lugo e nas dúas estacións situadas no norte da Península e fóra de Galicia, sendo o número de días con nevada para as estacións de Pontevedra e da Coruña moi baixo.

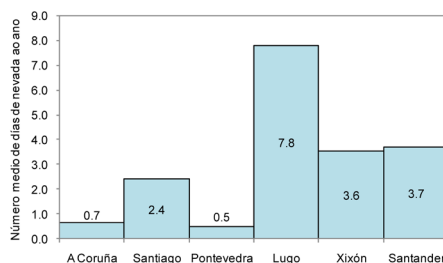


Figura 16. Número medio de días de nevada ao ano durante o período 1926-1950 (calendarios meteorofenolóxicos. SMN).

A estación do Observatorio Astronómico de Santiago de Compostela é a que máis datos posúe, comezando o seu rexistro no ano 1927. O número medio de días de nevada para todo o período rexistrado é de 1,46 días ao ano. Como se pode observar na figura 17, existe unha alternancia de anos con máis e menos días de nevada, non existindo unha diminución moi marcada entre as primeiras décadas do 1900 e as do 2000. Obsérvase que existe unha lixeira tendencia a ir diminuíndo, pero non se atopa unha significación estatística para a pendente da liña de tendencia. En Lugo os descenso observados no número de días de nevada ao ano resultaron estatisticamente significativos, sendo a media para o período de datos existente de seis días.

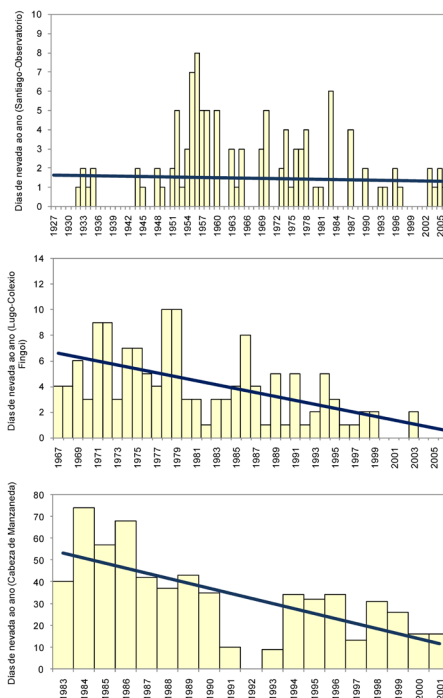


Figura 17. Evolución do número de días de nevada ao ano nas estacións analizadas.

Na táboa 9 faise un resumo dos resultados do procesamento estatístico das series analizadas para as estacións galegas.

Táboa 9. Resultados do procesamento estatístico das series. Pendente obtida por regresión lineal. As tendencias significativas segundo o test de Tau-Kendall indícanse en negra.

ESTACIÓN	b	t	Prob > t
Santiago (Observatorio)	-0,003	-2,756	0,699
Lugo (Colexio Fingoí)	<b>-0,153</b>	-4,643	0,000
Cabeza de Manzaneda	<b>-2,301</b>	-3,612	0,002

Unha vez analizadas as tendencias, se temos en conta a localización xeográfica das estacións, podemos observar que as tendencias significativas de diminución do número de días de nevada se centran nas estacións situadas máis ao sueste da comunidade galega (Lugo e Cabeza de Manzaneda), o que pon de manifesto unha vez máis o desprazamento nesa dirección do número de días de nevada que se observaba na comparación entre as medias ofrecidas por Prill no ano 1955 e os do INM no 1993, e polo tanto o aumento da zona libre de nevadas dentro de Galicia, que se vai afastando cada vez máis da costa.

Finalmente, se se fai unha análise das tendencias plurianuais mediante o procedemento das medias móbiles coas series máis longas: Santiago (Observatorio) e Lugo (Lugo Rozas + punto centro) (figura 18), pódese apreciar como despois da década dos cincuenta-sesenta, na que hai un repunte dos días de neve, se manifesta un descenso lento cara aos tempos actuais. De todos os xeitos, este descenso é máis evidente en Santiago de Compostela que en Lugo, onde se manifesta un lixeiro repunte dos días de neve a partir da década dos noventa.

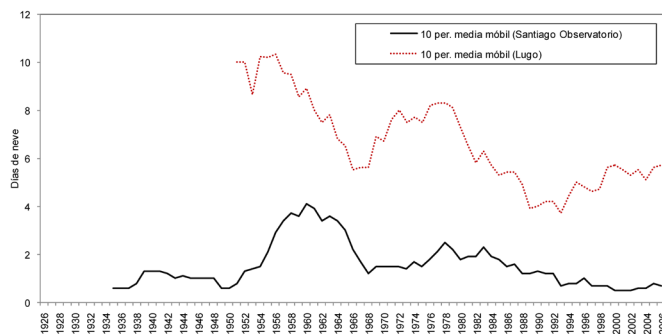


Figura 18. Análise das tendencias dos días de neve plurianuais das series máis longas analizadas.

Como conclusión sobre as análises realizadas coas diferentes series de datos consideradas, pódese poñer en evidencia en Galicia un descenso no número de días de neve, polo menos desde a década dos sesenta, que de todos os xeitos manifesta unha grande variabilidade temporal e mesmo certo carácter cíclico, o que fai que a interpretación desta tendencia descendente sexa bastante complexa. Posiblemente, non poida ser interpretada exclusivamente como consecuencia do ascenso das temperaturas que se vén apreciando en Galicia desde a década dos setenta e deban considerase tamén factores relacionados coas precipitacións, de prognóstico moito máis difícil dentro do contexto do cambio climático.



### 3.4. Clasificación sinóptica

A táboa 10 mostra o número de compoñentes principais retidos e a porcentaxe de varianza explicada no ACP realizado sobre a variable slp en cada unha das estacións do ano, utilizando como variables os 204 puntos da malla descrita na sección de metodoloxía e como observacións cada un dos días do período de estudo (ACP en modo S). Para decidir o número de compoñentes principais retidos, utilizáronse o criterio de Kaiser, o Scree test e o diagrama LEV, ademais de ter en consideración a porcentaxe de varianza explicada polos compoñentes.

Táboa 10: Número de CP de cada estación do ano e porcentaxe de varianza explicada.

Estación	Compoñente	Varianza explicada
Inverno	5 CP	90,65%
Primavera	7 CP	92,15%
Verán	7 CP	87,28%
Outono	6 CP	88,47%

Para unha interpretación sinxela dos patróns, aplicouse a rotación VARIMAX, o que ademais simplifica a estrutura das cargas maximizando a varianza entre cada un dos compoñentes rotados e os compoñentes orixinais (Jolliffe *et al.*, 2002).

#### 3.4.1. Construción dos patróns espaciais das CP

Cada un dos compoñentes principais rotados foi representado a partir das súas cargas. As isolíñas destes patróns mostran a distribución da variable slp permitindo distinguir os principais centros de actividade. Neste sentido, hai que ter presente que cada autovector define dous patróns, xa que os coeficientes asociados a estes poden ser positivos (o centro será un anticiclón) ou negativos (o centro será unha borrasca) (Kutzbach, 1967).

A figura 19 mostra, a xeito de exemplo, un dos patróns de slp típicos que lle afectan a Galicia. Con liñas de cores represéntanse aquelas rexións en que a correlación é alta (cargas  $> 0,4$ ).

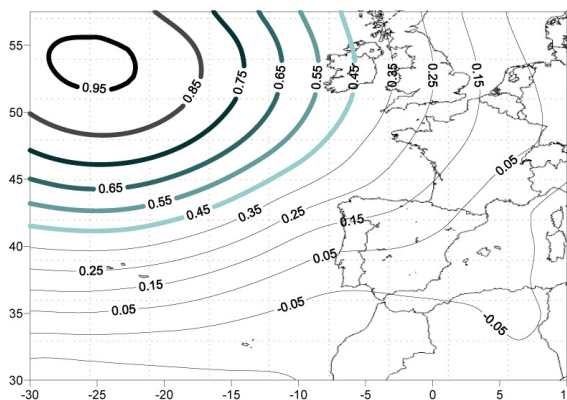


Figura 19. Patrón correspondente ao CP2 da estación de inverno.

Representáronse todos os patróns espaciais para cada CP en cada estación do ano (non mostrado) describindo cada un deles, identificando a situación dos principais centros de acción.

### 3.4.2. Análise temporal das CP

Para levala a cabo, foi necesario estudar os valores que toman as CP para cada día. O patrón que mellor representa ese día é o mapa das cargas do CP coa maior puntuación en valor absoluto. Neste estudo cada día está representado por unha única compoñente principal, se isto non é posible, queda sen clasificar.

Para escoller os días máis representativos de cada CP, estableceuse un limiar a partir do cal se puidese decidir o número óptimo de días que quedan representados por puntuacións nos CP. Tras probar varios limiares, estableceuse finalmente,  $\pm 2,3\sigma$ .

Co límite superior selecciónanse as fases positivas ou anticiclóns e co negativo as fases negativas ou borrascas. Os días para os que as puntuacións en determinado CP se separaron da media máis que 2,3 desviacións típicas en valor absoluto foron elixidos para realizar as **composicións**, creadas, como xa se dixo na sección de metodoloxía, cos valores medios dos campos de presión correspondentes a eses días característicos asociados a cada CP. Comprobouse, ademais, que días aleatorios pertencentes a cada composición mostraban un mapa isobárico moi similar ao patrón espacial que representaba o CP correspondente.

As composicións construíronse tanto para a fase negativa como a positiva de cada CP (patrón). É destacable unha maior porcentaxe de días na fase negativa debido ao maior gradiente de presións que presentan as borrascas fronte aos anticiclóns. De feito, houbo casos en que o número de días característicos de fase positiva para a composición foi tan pequeno que non se tiveron en conta no estudo posterior.

A figura 20 mostra, a xeito de exemplo, as composicións correspondentes ao patrón do CP2 de inverno tanto na súa fase positiva como negativa: pódese apreciar a gran similitude entre as composicións mostradas na devandita figura e o patrón do CP2 de inverno mostrado na figura 19.

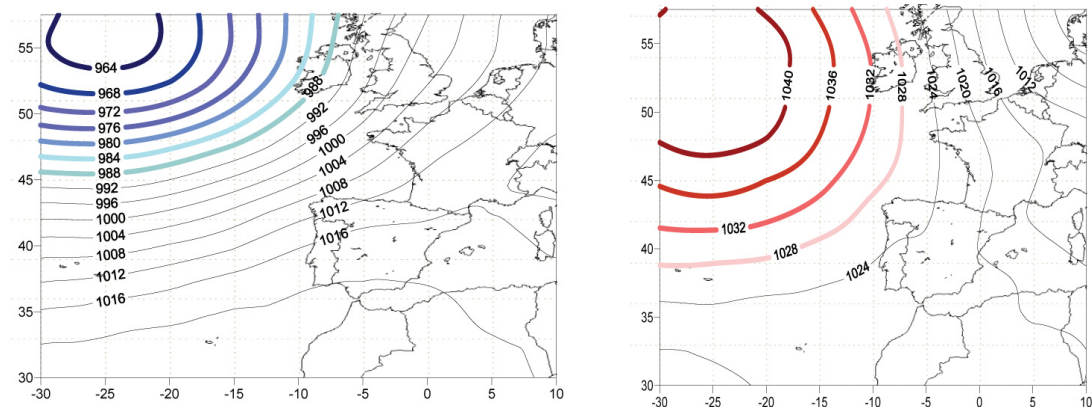


Figura 20: Fase negativa e positiva do patrón espacial correspondente ao CP2 de inverno.



As situacións sinópticas resultantes en cada estación do ano non son absolutamente propias de cada estación, é dicir, cada patrón sinóptico é probable que apareza en todas as estacións, aínda que con distinta frecuencia e intensidade. Así, hai patróns que se repiten en todas as estacións (salvo, en xeral, no verán), mostrando correlacións moi altas entre eles (da orde de 0,9 non mostrada). Non obstante, tamén se observan situacións que manifestan a súa ocorrencia específica nunha estación do ano. A táboa 11 mostra as principais correspondencias entre os compoñentes principais de distintas estacións do ano e a situación sinóptica asociada.

Táboa 11. Correspondencia entre compoñentes principais de distintas estacións do ano.

Situación sinóptica	Inverno	Primavera	Outono
Borrasca situada no Mediterráneo	CP1 inverno negativa	CP1 primavera negativa	CP1 outono negativa
Anticiclón situado no Mediterráneo	CP1 inverno positiva	CP1 primavera positiva	CP1 outono positiva
Borrasca no oeste de Irlanda.	CP2 inverno negativa	CP2 primavera negativa	CP3 outono negativa
Anticiclón no oeste de Irlanda	CP2 inverno positiva		
Borrasca no leste das illas Británicas	CP3 inverno negativa	CP3 primavera negativa	CP2 outono negativa
Borrasca centrada nos Azores	CP4 inverno negativa	CP4 primavera negativa	CP4 outono negativa
Borrasca noroeste de Galicia	CP5 inverno negativa	CP6 primavera negativa	CP5 outono negativa
Anticiclón que afecta ao oeste- noroeste da Península	CP5 inverno positiva	CP5 primavera positiva	CP6 outono positiva
Borrasca situada no sudoeste de Portugal ou noroeste de África		CP5 primavera negativa	CP6 outono negativa

### 3.4.3. Tendencias nos patróns de circulación

Unha vez caracterizados os patróns espaciais, para poder estudar a evolución da súa frecuencia relativa ao longo dos anos, é necesario engadir gran parte dos días que se rexearon na fase inicial do estudo. Para iso fíxose un estudo estacional de correlación entre cada composición e cada un dos días que pertencen a esa estación. Tras probar varios limiares en correlación (0,65, 0,7, 0,8, 0,9), finalmente clasificáronse dentro de cada grupo aqueles días cunha correlación superior a 0,65, rexeitando aqueles días que mostraron boa correlación con varias composicións. Desta forma, a porcentaxe de días de cada estación aumentou considerablemente e púidose valorar axeitadamente a existencia de tendencia na frecuencia de cada un dos patróns de circulación ao longo do período considerado. Igual que no caso da temperatura e da precipitación, a significación das tendencias foi calculada mediante o test non paramétrico de Tau-Kendall e a pendente foi estimada por axuste de mínimos cadrados nunha regresión lineal simple. A táboa 12 mostra as situacións que mostraron unha pendente significativa e algúns casos que quedaron ao bordo da significación. A figura 21 mostra, como exemplo, a variación interanual e tendencia observada nunha das situacións.

Táboa 12. Tendencias observadas nalgunhas das situacións sinópticas analizadas. Por simplificar só se mostran os casos con pendentes significativas ou próximas á significación (segundo o test de Tau-Kendall).

Situación sinóptica	Compoñente	b	R <sup>2</sup>	Prob.
Borrasca no oeste de Irlanda	CP2 inverno negativa	-0,070	0,11	0,0350
Anticiclón que afecta ao oeste-noroeste da Península	CP5 primavera positiva	0,025	0,07	0,0650
Borrasca situada no norte de África, cun anticiclón que afecta totalmente á Península	CP7 primavera positiva	-0,129	0,28	0,0001
Borrasca no mediterráneo que adoita cursar cun potente anticiclón que afecta ao oeste de España.	CP4 verán negativa	-0,040	0,08	0,0850
Anticiclón no mediterráneo. O leste de España atópase nunha situación de pantano barométrico	CP4 verán positiva	0,020	0,05	0,0675
Baixa centrada no norte de África. Galicia atópase baixo situación anticiclónica. A borrasca afecta levemente ao sur de España	CP7 verán negativa	-0,054	0,19	0,0075
Borrasca situada no mediterráneo	CP1 outono negativa	-0,089	0,13	0,0389
Borrasca no oeste de Irlanda.	CP3 outono negativa	0,051	0,03	0,0324
Borrasca noroeste de Galicia	CP5 outono negativa	0,022	0,01	0,0964

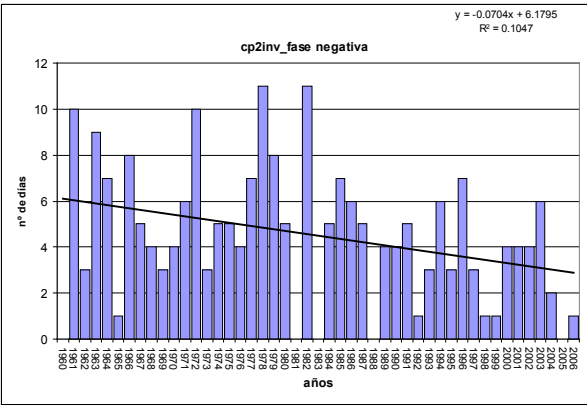


Figura 21. Variación interanual na frecuencia da situación descrita polo CP2 de inverno.

Os resultados máis importantes que se atoparon foron os seguintes (táboa 12):

Diminución do CP2 inverno-negativa: é a situación de borrasca con acusado gradiente bórico ao sur de Islandia. A diminución desta situación implica diminución do número de días con situación de sudoeste, con altas precipitacións e ventos fortes. Esta situación aumenta no outono (corresponde coa CP3 outono-negativa).

Aumento do CP5 primavera-positiva: situacións caracterizadas pola presenza dun anticiclón ao oeste de Portugal, sobre Galicia hai ventos de compoñente oeste.

Diminución do CP7 primavera-negativa: centro de baixas presións ao norte de África e anticiclón centrado nos Azores, traendo ventos de compoñente norte-nordés sobre Galicia.



Neste punto hai que sinalar que tanto o aumento do CP5 primavera-positiva como a diminución do CP7 primavera-negativa poderían estar relacionados coa diminución do afloramento na primavera, indicado na sección de ecosistemas peláxicos mariños deste libro.

No verán hai diminución do CP4 verán-negativa, que é unha situación caracterizada pola presenza dunha borrasca no Mediterráneo e un anticiclón ao oeste da Comunidade, traendo ventos de nor-nordés sobre Galicia. Por outra banda, hai aumento da situación complementaria: anticiclón no Mediterráneo. Este aumento e esta diminución non son significativos, pero ambos os dous atópanse ao bordo da significación.

Pola contra, si é significativa a diminución do CP7 verán-negativa que está relacionado coa diminución de nordés, posto que esta situación é moi similar ao CP7 primavera-negativa.

No outono baixa o CP1 outono-negativa, que é similar ao CP4 verán-negativa, que redunda nunha diminución do nor-nordés. Por outra parte, aumenta o CP3 outono-negativa, que é unha situación na que unha borrasca centrada ao sur de Islandia con alto gradiente bórico impulsa ventos de sudoeste cara a Galicia. Esta situación leva asociada ventos e chuvias fortes. Outra situación de fluxo de sudoeste tamén experimenta un aumento: o CP5 outono-negativa, pero esta queda ao bordo da significación.

Resumindo, poderíase suxerir unha diminución de nor-nordés na primavera e verán e un aumento de sudoeste no outono. Este aumento de situacións de fluxo de SO poderían estar relacionadas co aumento de episodios de precipitación intensa no outono, anteriormente sinalado.

#### 4. CONCLUSIÓNS

- A temperatura anual aumentou 0,18 °C por década no período 1961-2006. O incremento non foi homoxéneo ao longo do período, destacando o aumento abrupto desde 1972, chegando a taxa a duplicarse: 0,36 °C por década.
- O aumento de temperatura foi algo máis pronunciado e xeneralizado nas temperaturas máximas, aínda que a diferenza respecto ao incremento nas mínimas só é significativa na primavera.
- Dentro do ano, o aumento foi maior na primavera e no verán; no inverno, en menor medida.
- No inverno aumentou a temperatura máxima e descendeu o número de días fríos.
- Na primavera aumentou principalmente a temperatura máxima, a frecuencia de días e noites cálidas e descendeu a frecuencia de días fríos.
- O aumento no verán é máis homoxéneo, pero destaca respecto ao resto do ano o papel das temperaturas mínimas, aumentando especialmente a frecuencia de noites cálidas e descendendo a de noites frías.
- No outono só se aprecia un descenso significativo de días e noites frías.
- En precipitación só se aprecian tendencias na cantidade total a nivel mensual. Atópase un descenso significativo en febreiro e aumento en outubro, o que parece apuntar a certo cambio na distribución de chuvia ao longo do ano, ben que o efecto non é sufi-

cientemente forte como para repercutir significativamente no total estacional. Destaca así mesmo a falta de tendencia significativa no mes de marzo, documentada noutros puntos da península Ibérica.

- Os resultados son máis contundentes na análise de extremos de precipitación: aumentan claramente os episodios de chuvia intensa no outono e diminúen na primavera. Ademais, constátase unha diminución dos períodos de retorno dos eventos extremos de precipitación.
- Ao estudar as tendencias nas situacións sinópticas atopouse unha diminución de situacións de norte e nordés na primavera e no verán. Este descenso podería estar relacionado coa diminución do afloramento que se constata no capítulo 10.
- Por outra banda, aparece un aumento de situacións con predominio de fluxo de sudoeste no outono. Este aumento podería ser o responsable do aumento de chuvia no outono e concretamente, do aumento dos episodios de chuvia intensa no outono.

## 5. REFERENCIAS

- Abaurrea J. and Cebrián A. C. (2001). Trend and variability analysis on rainfall series and their extreme events. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 191-201.
- Abaurrea J., Asín J., Erdozain O. and Fernández E. (2001). Climate variability analysis of temperature series in the Medium Ebro River Basin. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 109-118.
- Aguilar *et al.* (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961-2003. *Journal of Geophysical Research*, **110**, D23107. doi: 10.1029 /2005JD006119.
- Aguilar E., Brunet M., Saladié O., Sigró J. y López D. (2002). Hacia una aplicación óptima del Standard normal homogeneity test para la homogeneización de series de temperatura. En: *La información climática como herramienta de Gestión Ambiental*. VII reunión nacional de climatología, grupo de climatología de la AGE, J. M. Cuadrat, S. M. Vicente S. M., M. A. Saz (eds), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 41-51.
- Alexander L. V. *et al.* (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D05109, doi: 10.1029/2005JD006290.
- Alexandersson H. and Moberg A. (1997). Homogeneity of Swedish Temperature Data. Part. I: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climate*, **17**, 25-37.
- Brown S. J., Caesar J. and Ferro C.A.T. (2008). Global changes in extreme daily temperature since 1950. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D05115, doi: 10.1029/2006JD008091.
- Brunet M., Saladié O., Jones P., Sigró J., Aguilar E., Moberg A., Walter A., Lister D. and Almaraz C. (2006). The development of a new daily adjusted temperature dataset for Spain (1850-2003). *International Journal of Climatology*, **26**, 1777-1802.
- Brunet M., Casado M.J., De Castro M., Galán P., López J.A., Martín J.M., Pastor A., Petisco E., Ramos P., Ribalaygua J., Rodríguez E. y Torres L. (2007a) *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Primera fase*. Ministerio de Medio Ambiente.





- Brunet M., Jones, P.D., Sigró J., Saladié O., Aguilar E., Moberg A., Della-Marta P.M., Lister D., Walter A. and López D. (2007b). Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850-2005. *Journal of geophysical research* **112**, D12117, doi: 10.1029/2006JD008249.
- Brunetti M., Maugeri M., Monti F. and Nanni T. (2006). Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *International Journal of Climatology*, **26**, 345-381.
- Casas M.C., Herrero M., Ninyerola M., Pons X., Rodríguez R., Rius A. and Redaño A. (2007). Analysis and objective mapping of extreme daily rainfall in Catalonia. *International journal of climatology*, **27**, 399-409.
- Cruz R. y Lage A. (2006). Análisis de la evolución de la temperatura y precipitación en el período 1973-2004 en Galicia. En: *Clima, sociedad y medioambiente*. Asociación Española de Climatología Serie A, nº5, 113-114.
- Cruz R., Lago A., Lage A., Salsón S. and Pérez-Muñuzuri V. (2007). Trends of temperature and precipitation daily extreme values in Galicia (Northwest Spain) over the second half of the XXth century. 7<sup>th</sup> EMS Annual Meeting/ 8<sup>th</sup> European Conference on Applications of Meteorology, El Escorial, Spain.
- DeGaetano A.T. (1996). Recent trends in maximum and minimum temperature threshold exceedances in the northeastern United States. *Journal of Climate*, **9**, 1646-1660.
- Easterling D. R. (1997). Maximum and minimum temperatures for the globe. *Science*, **277**, 364-367.
- Easterling D.R. (2002). Recent changes in frost days and the frost-free season in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **83**, 1327-1332.
- Easterling D. R., Alexander L. V., Mokssit A. and Detemmerman V. (2003). CCI/CLIVAR Workshop to develop priority climate indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **84**, 1403-1407.
- Esteban P., Martín-Vide J. and Masses M. (2006). Daily atmospheric circulation catalogue for western Europe using multivariate techniques. *International Journal of Climatology*, **26**, 1501-1515.
- Esteban Parra M.J., Rodrigo F.S. and Castro-Díez Y. (1995). Temperature trends and change points in the Northern Spanish Plateau during the last 100 years. *International Journal of Climatology*, **15**, 1031-1041.
- Esteban Parra M.J., Rodrigo F.S. and Castro-Díez Y. (1998). Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992. *International Journal of Climatology*, **18**, 1557-1574.
- Esteban Parra M. J., Pozo-Vázquez D., Rodrigo F. S. and Castro-Díez Y. (2003). Temperature and precipitation variability and trends in Northern Spain in the context of the Iberian Peninsula climate. In: *Mediterranean Climate: Variability and trends*, H.J. Bolle (ed.), Springer, New York, pp. 259-276.
- EEA Report. (2004). *Impacts of Europe's changing climate*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Fernández de Sevilla M. Á. y Rodrigo F. S. (2006). Tendencias e índices de temperaturas diarias extremas en España 1951-2002. En: *Clima, sociedad y medio ambiente*, J.M. Cuadrats, A. Saz, S. M. Vicente, S. Lanjeri, M. De Luis, J. C. González-Hidalgo (eds.), Asociación Española de Climatología, serie A, 5, 137-146.

- Folland C. K., Karl T. R., Christy J. R., Clarke R. A., Grouza G. V., Jouze J., Mann M. E., Oerlemans J., Salinger M. J. and Wang, S. W. (2001). Observed climate variability and change. In: *Climate Change 2001: the scientific basis-contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, Houghton J.T. et al., Cambridge, Univ. Press, New York, pp. 85-97.
- Fontana Tarrat (1977). *Historia del clima en el Finis-Terrae Gallego*. Madrid.
- Frich P., Alexander L. V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A. M. G. and Peterson T. (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, **19**, 193-212.
- Instituto Geográfico Nacional. (1992). *Atlas Nacional de España. Climatología*. M.O.P.T. Madrid, España.
- IPPC (2007). *Climate change 2007: The physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jones P. D. and Moberg A. (2003). A hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *Journal of Climate*, **16**, 206-223.
- Kaiser H. F. (1958). The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, **23**, 187-200.
- Klein Tank A. M. G. and Können G. P. (2003). Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-1999. *Journal of Climate*, **16**, 3665-3680.
- Klein Tank A. M. G., Wijngaard J. B. and Van Engelen A. F. V. (2002). *Climate of Europe. Assessment of observed daily temperature and precipitation records*. KNMI, De Bilt, the Netherlands.
- Kostopoulou E. and Jones P. D. (2007). Comprehensive analysis of the climate variability in the eastern Mediterranean. Part I: map-pattern classification. *International Journal of Climatology*, **27**, 1189-1214.
- Kutzbach J. E. (1967). Empirical Eigenvector of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexes over North America. *Journal of Applied Meteorology*, **6**, 791-802.
- Labajo J. L., Labajo A. L., Marín Q., Piorno A., Morales C. y Ortega M. T. (2006). Análisis del comportamiento reciente de las frecuencias de valores extremos de temperatura en la zona Madrid-Castilla La Mancha. En: *Clima, sociedad y medio ambiente*, Asociación Española de Climatología, serie A, 5, 157-165.
- Lautensach H. (1967). *Geografía de la Península Ibérica*. Omega (Ed.), Barcelona.
- López J. A. (2001) Trends in daily precipitation regimes and their extremes at three observatories in the Iberian Peninsula. In: *Detecting and modelling regional climate change*, M. Brunet and D. López (eds.), Springer, New York, pp. 203-213.
- Lorente, J. M. (1951). Los días de Nevada en España ¿van disminuyendo?. En: *Calendario Meteorológico fenológico* (S.M.N.), Madrid, pp. 139-153.
- Martínez M. D., Lana X., Burgueño A. and Serra C. (2007). Spatial and temporal daily rainfall regime in Catalonia (NE Spain) derived from four precipitation indices, years 1950-2000. *International Journal of Climatology*, **27**, 123-138.



- Miró J. J. y Estrela M. J. (2004). Tendencia de la temperatura en los meses de julio y agosto en la Comunidad Valenciana en las últimas décadas: cambios en la frecuencia de los días calurosos. En: *El clima entre el mar y la montaña*, J. C. García, C. Diego, P. Fdez. de Arróyabe, C. Gramendia y D. Rasilla (eds.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 4, 389-398.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2002). *Guía resumida del clima en España 1971-2000* Plan Estadístico Nacional 2001-2004. Serie Estadísticas. ISBN 84-8320-179-8.
- Moberg A and Jones P. D. (2005). Trends in indices for extreme in daily temperature and precipitation in central and western Europe 1901-1999. *International Journal of Climatology*, **25**, 1149-1171.
- Moberg A. et al. (2000). Day-to-day temperature variability trends in 160 to 275-year long European instrumental records. *Journal of Geophysical Research*, **105**, D18, 22, 849-22, 868.
- Moberg A. et al. (2006). Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901-2000. *Journal of Geophysical Research*, **111**, D22106, doi: 10.1029/2006JD007103.
- Nicholls N., Gruza G. V., Jouzel J., Karl T. R., Ogallo L. A. and Parker D. E. (1996). Observed climate variability and change. In: *Climate Change 1995. The Science of Climate Change: contribution of working group I to the Second assessment report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*, J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell (eds.). Cambridge University Press, Cambridge pp.133-192.
- Pereira P., Morais L., Úbeda X. y Sánchez-Lorenzo A. (2008). Variabilidad de los extremos de precipitación en Portugal durante la segunda mitad del siglo XX. En: *Cambio climático regional y sus impactos*, J. Sigró, M. Brunet y E. Aguilar (eds). Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 6, 425-436.
- Peterson T. C., Vose R., Schmoyer R. and Razuvaev V. (1998a). Global historical climatology network (GHCN) quality control of monthly temperature data. *International Journal of Climatology*, **18**, 1169-1179.
- Peterson T. C., Easterling D. R., Karl T. R., Groisman P., Nicholls N., Plummer N., Torok S., Auer I., Boehm R., Gullet D., Vincent L., Heino R., Toemenvirta H., Mestre O., Szentimerey T., Salinger J., Førland E., Hanssen-Bauer I., Alexandersson H., Jones P. and Parker D. (1998b).
- Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *International Journal of Climatology*, **18**, 1493-1517.
- Peterson T. C., Taylor M. A., Demeritte R., Duncombe D. L., Burton S., Thompson F., Poerter A., Mercedes M., Villegas E., Semexant Fils R., Klein Tank A., Martis A., Warner R., Joyette A., Mills W., Alexander L. and Gleason, B. (2002). Recent changes in climate extremes in Caribbean region. *Journal of Geophysical Research-atmospheres*, **107**, D21, doi: 10.1029/2002JD002251.
- Peterson T. C., Zhang X., Brunet-India M. and Vázquez-Aguirre J. L. (2008). Changes in North American extremes derived from daily weather data. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D07113, doi: 10.1029/2007JD009453.
- Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A. and Vetterling W. T. (1986). *Numerical recipes: the art of scientific computing*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 488-493.

- Prieto L., García-Herrera R., Díaz J., Hernández E. and Del Teso T. (2004). Minimum extremes temperatures over Peninsular Spain. *Global and planetary change*, **44**, 59-71.
- Prill F. (1955). *Schneeffall und Schneedecke auf der Iberischen Halbinsel*, Diss., Stuttgart.
- Rodrigo F.S. and Trigo R.M.(2007). Trends in daily rainfall in the Iberian Peninsula from 1951-2002. *International Journal of Climatology*, **27**, 513-529.
- Rodríguez-Puebla C., García-Casado L. A. and Frías M. D. (2002). Trend and interannual variations in air temperature over Iberian Peninsula, paper presented at 13<sup>th</sup> *Symposium on Global Change and Climate Variations*, American Meteorological Society, Orlando, Florida, USA.
- Romero R., Ramis C. and Guijarro J. A. (1999). Daily rainfall patterns in the Spanish Mediterranean area: an objective classification. *International Journal of Climatology*, **19**, 95-112.
- Saladié O., Brunet M., Aguilar E., Sigró J. y López D. (2004). Variaciones y tendencia secular de la precipitación en el sistema mediterráneo catalán (1901-2000). En: *El clima entre el mar y la montaña*. J. C. García, C. Diego, P. Fdez. de Arróyabe, C. Gramendia y D. Rasilla (eds.) Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, serie A, 4, 399-408.
- Serra C., Bargueño A. and Lana X. (2001). Analysis of maximum and minimum daily temperatures recorded at Fabra Observatory (Barcelona, NE Spain) in the period 1917-1998. *International Journal of Climatology*, **21**, 617-636.
- Stepanek P. (2003). AnClim: a software, specially developed for the homogenisation of climate data. <http://www.sci.muni.cz/~pest>
- Suppiah R. and Hennessy K. J. (1998). Trends in total rainfall, heavy rain events and number of dry days in australia, 1910-1990. *International Journal of climatology*, **10**, 1141-1164.
- You Q., Kang S., Aguilar E. and Yan, Y. (2008). Changes in daily climate extremes in the eastern and central Tibetan Plateau during 1961-2005. *Journal of Geophysical Research*, 113, D07101, doi: 10.1029/2007JD009389.
- Zolina O., Simmer C., Kapala A., Bachner S., Gulev S. and Maechel H. (2008). Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a very dense observational network. *Journal of Geophysical Research*, **113**, D06110, doi: 10.1029/2007JD008393.



## ANEXO I - PRECIPITACIÓN

Resultados do control de calidade e homoxeneización (SNHT) nas estacións en que se pode calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000. Nas estacións sen sombrear púidose analizar individualmente a tendencia no período 1961-2006. A serie rexional obtívose facendo a media do conxunto das estacións da táboa, pero eliminando as estacións subliñadas para evitar a sobre-representación de zonas de alta densidade de estacións e excluír algunha serie dubidosa (casos con máis dun 15% de *missings*, en roxo).

Os anos mostrados en cursiva indican que se utilizou só un subperíodo da serie completa. Neses casos a porcentaxe de datos perdidos indicada fai referencia a ese subperíodo.

\* A estación de Pontevedra-Mourente foi excepcionalmente alongada empalmándoa con Pontevedra-instituto.

ESTACIÓNS METEOROLÓXICAS ANALIZADAS					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm <sub>x</sub>	utm <sub>y</sub>	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1951 1995	0,84	1,5	1,03	1,17	49,9	-
FENE-MANIÑOS	30	565241	4811963	1954 2006	0,74	1,7	1,00	1,12	26,6	-
AS PONTES	343	592248	4811137	1947 2006	0,78	1,7	0,88	0,96	34,3	-
ARANGA, A REBORICA	500	583238	4783251	1975 1996	0,85	2,5	1,16	1,06	73,1	-
BETANZOS	38	564078	4792360	1941 2006	0,70	5,7	0,93	0,87	29,5	1985; 1976
S. ANDRÉS, MEIRAMA	200	545876	4784192	1977 2006	0,90	7,8	0,78	1,00	100,0	-
A CORUÑA, E. COMPLETA	58	547040	4801846	1930 2006	0,82	0,3	0,96	0,93	46,0	1955
<u>A CORUÑA, AEROPORTO</u>	97	550423	4794867	1971 2006	0,94	0,2	1,05	0,98	96,7	-
PRESARAS	410	573828	4766297	1951 1996	0,78	8,1	0,76	0,85	32,5	-
MONTAOS, ORDES	306	546910	4765072	1948 2006	0,80	0,5	1,18	1,01	48,0	-
SANTIAGO, LAVACOLLA	364	546787	4749893	1943 2006	0,81	0,4	1,22	1,10	50,2	-
MELIDE	454	580539	4753661	1976 2004	0,85	11,9	1,13	0,87	57,3	-
<u>HERBÓN, PADRÓN</u>	58	529742	4731753	1940 1999	0,80	1,7	1,22	1,11	54,5	-
PONTECESURES	20	528724	4730576	1959 2004	0,82	4,3	1,07	1,04	73,9	-
<u>DODRO, A POZA</u>	270	523965	4732162	1973 1997	0,84	4,9	1,16	1,04	88,7	-
CORÓN	20	516116	4714403	1977 2006	0,80	9,2	1,02	1,01	67,1	-
<u>PONTEVEDRA, MOURENTE *</u>	107	531551	4698786	1963 2006	0,93	0,0	1,08	1,26	100,0	-
<u>SALCEDO</u>	40	529555	4695508	1958 2006	0,85	1,2	1,20	1,05	78,9	-
LOURIZÁN	60	527746	4695497	1958 2005	0,89	0,6	1,22	1,02	87,7	-
<u>MARÍN, ESCOLA NAVAL</u>	14	524532	4693946	1974 1994	0,93	2,0	0,98	1,25	100,0	-
FORNELOS, G.C.	360	545153	4687078	1976 2006	0,77	10,5	1,15	0,92	58,1	-
REDONDELA	20	532407	4681702	1976 1997	0,81	7,1	1,08	1,13	83,0	-

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS						CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utm <sub>x</sub>	utm <sub>y</sub>	período analizado		correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1957	2006	0,90	0,5	1,17	1,02	93,6	-
LUGO, COLEXIO FINGOI	450	617787	4763148	1966	2006	0,83	5,9	1,03	0,96	46,7	-
SARRIA, BARREIROS GRANXA	550	629819	4737598	1945	2006	0,72	5,4	0,91	0,87	11,7	1985; 1971
S. VICENTE, VALDEORRAS	648	659274	4702260	1947	1995	0,80	3,2	1,10	1,22	56,0	-
VILARIÑO DE CONSO, R. GRANDE	1040	636378	4669221	1965	1996	0,91	4,2	0,96	0,81	81,8	-
VILARIÑO DE CONSO, R. PEQ.	1000	637750	4664773	1965	2001	0,92	5,5	1,00	0,77	83,4	-
A VENTA, BOLAÑOS	1040	629574	4658447	1976	1995	0,80	2,1	1,00	1,03	76,9	1988
VIANA DO BOLO	733	655840	4671630	1955	2003	0,78	1,2	0,91	1,01	38,5	-
CASTIÑEIRA	1046	646303	4672197	1965	2006	0,81	5,8	0,94	1,11	72,4	-
AS TABOAZAS	992	628604	4676295	1965	1995	0,78	6,2	0,73	0,96	47,7	1973
CHANDREXA DE QUEIXA	1300	633634	4680739	1965	1995	0,89	4,9	0,90	1,13	94,8	-
RABAL	950	632753	4684888	1965	2006	0,90	1,8	0,80	1,02	84,9	-
ACIVEIROS	978	637771	4689459	1965	2006	0,84	6,4	0,72	1,33	82,9	-
CRUZ DE OUTEIRO	790	653608	4710465	1967	2006	0,78	2,7	0,92	1,15	60,6	-
PONTE LOR	400	636197	4707943	1967	2006	0,81	4,9	0,75	1,04	79,0	1997; 1989
SAS DO MONTE	990	628051	4685263	1967	1995	0,83	2,4	0,94	1,20	79,6	-
SUSPIAZO	1020	627911	4680386	1967	1996	0,86	7,6	0,84	1,06	94,4	-
HEDRADA, PARADA DO SIL	860	619535	4687736	1974	2006	0,79	4,3	0,90	1,17	54,9	1997
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1950	2006	0,74	8,9	0,83	1,03	28,9	1996
MONFORTE, E. AGRICOLA	363	622366	4709074	1960	2003	0,81	18,2	0,72	0,79	55,8	-
VELLE	240	596486	4690866	1974	1995	0,83	6,7	0,94	1,32	77,2	-
OURENSE, GRANXA DEP.	143	593908	4686883	1972	2006	0,84	2,5	1,09	1,14	78,4	-
XUNQUEIRA, ALTO RODICIO	700	614085	4685022	1947	2002	0,74	17,7	0,79	0,91	13,0	1979; 1969
MACEDA, E. CAP. AGRARIA	600	611174	4680810	1976	2006	0,76	4,9	1,00	1,10	30,2	-
ALLARIZ	766	598955	4669830	1959	2006	0,81	1,6	1,23	0,93	51,9	1975
PONTEAREAS- CANEDO	50	541961	4669723	1938	2006	0,84	5,0	0,98	1,03	54,8	-
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1970	2006	0,86	0,6	1,07	1,27	99,6	-
O PORRIÑO, GRANXA DO LOURO	29	531509	4667509	1967	1993	0,82	2,5	0,99	0,90	49,3	-
VILADERREI	657	616223	4652508	1956	2006	0,75	1,5	1,35	0,87	1,8	-
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947	2006	0,72	3,8	1,07	0,92	2,6	-



## ANEXO II - TEMPERATURA

Resultados do control de calidade e homoxeneización nas estacións seleccionadas para obter a serie rexional de temperatura. En gris sinálanse as estacións en que non se pode analizar a tendencia no período 1961-2006, pero si calcular a anomalía respecto ao período 1971-2000. Os anos mostrados en cursiva indican que se utilizou só un subperíodo da serie completa. Nesas casos a porcentaxe de datos perdidos que se mostra corresponde a ese subperíodo.

Con asterisco indícanse aquelas series que foron excepcionalmente ampliadas con series que presentaban moi boa correlación e posición e características similares. Así Lourizán alongouse ata o 2006 a partir dos datos da estación automática situada na actualidade no seu mesmo lugar; Lugo, colexio Fingoi, alongouse dous anos cara atrás a partir de Lugo-instituto; Ourense, granxa deputación, ampliouse de 1972 a 1952 a partir de Ourense-instituto e en Pontevedra fusionáronse as estacións de Pontevedra-instituto e Pontevedra-Mourente, comezando así en 1964.

A serie rexional obtívose facendo a media do conxunto das estacións da táboa, pero eliminando as estacións subliñadas para evitar a sobrerrepresentación de zonas de alta densidade de estacións.

ESTACIÓNS METEOROLÓXICAS ANALIZADAS TMAX						CONTROL DE CALIDADE DIARIO				SNHT	
ESTACIÓN	altitude	utm <sub>x</sub>	utm <sub>y</sub>	período analizado		correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
ABADÍN-FRAGAVELLA	600	625647	4812391	1969	2004	0,91	15,1	1,06	3,87	36,3	-
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961	1995	0,96	4,9	1,14	3,41	81,1	1971
AS PONTES	343	592248	4811137	1975	2006	0,95	2,6	1,03	2,58	57,2	-
<u>ARANGA,</u> <u>A REBORICA</u>	500	583238	4783251	1975	1996	0,93	4,2	0,59	4,78	82,8	-
A CORUÑA, E, COMPLETA	58	547040	4801846	1948	2006	0,97	1,2	0,69	4,00	78,2	1998
A CORUÑA, AEROPORTO	97	550423	4794867	1971	2006	0,97	0,5	1,44	3,73	100,0	-
<u>PREŠARAS</u>	410	573828	4766297	1952	1997	0,91	6,3	1,22	4,34	44,4	1981; 1961
SANTIAGO, LAVACOLLA	364	546787	4749893	1961	2006	0,98	0,0	1,11	4,07	81,4	1984
HERBÓN, PADRÓN	58	529742	4731753	1961	1999	0,96	1,7	1,33	3,44	53,1	-
<u>PONTEVEDRA*</u>	107	531551	4698786	1964	2006	0,99	0,7	0,85	4,08	100,0	1975; 1978
<u>SALCEDO</u>	40	529555	4695508	1950	2006	0,95	3,0	1,1	3,54	84,2	1985; 1970
LOURIZÁN*	60	527746	4695497	1958	2006	0,96	0,2	1,82	3,04	98,3	1975; 1968
FORNELOS, ESTACAS,	759	550590	4685202	1974	2006	0,92	11,5	1,19	3,54	87,6	-
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1961	2006	0,98	0,1	0,66	3,99	100,0	-
LUGO, COLEXIO FINGOI*	450	617787	4763148	1964	2006	0,96	6,7	1,23	3,85	99,4	1985; 1980
SARRIA, BARREIROS GRANXA'	550	629819	4737598	1943	2006	0,95	7,5	0,86	3,57	68,4	-
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1951	2006	0,93	12,3	0,80	4,10	58,0	1991
MONFORTE, E. AGRÍCOLA.	363	622366	4709074	1958	2003	0,95	13,6	0,95	3,44	77,3	-
Fontefiz, VILAR DE COLES	200	595929	4698109	1949	2000	0,92	15,0	0,28	2,32	26,3	-
OURENSE, GRANXA DEP,*	143	593908	4686883	1952	2006	0,97	1,7	0,93	4,36	74,0	1958

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS TMAX					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utmx	utmy	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
PONTEAREAS, CANEDO	50	541961	4669723	1938 2006	0,96	5,2	0,93	2,89	69,8	-
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1968 2006	0,96	0,8	1,10	3,53	99,9	1975; 1984
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947 2006	0,92	2,4	0,88	4,06	23,2	1980; 1972; 1960

ESTACIONES METEOROLÓXICAS ANALIZADAS TMIN					CONTROL DE CALIDADE DIARIO					SNHT
ESTACIÓN	altitude	utmx	utmy	período analizado	correlación obs-esp	perdidos (%)	outliers (%)	sospeit. (%)	validación boa (%)	saltos corrixidos
ABADÍN-FRAGAVELLA	600	625647	4812391	1969 2004	0,84	15,3	0,38	3,90	1,6	-
MONTEVENTOSO	245	555218	4814650	1961 1995	0,92	4,9	1,19	3,62	41,2	1971
AS PONTES	343	592248	4811137	1975 2006	0,86	2,9	0,30	2,84	10,9	-
ARANGA, A REBORICA	500	583238	4783251	1975 1996	0,83	4,77	0,93	3,85	19,1	-
A CORUÑA, E. COMPLETA	58	547040	4801846	1948 2006	0,95	1,2	0,88	3,98	63,4	1971; 1958
A CORUÑA, AEROPORTO	97	550423	4794867	1971 2006	0,94	0,5	0,51	4,00	77,5	1990
PRESARAS	410	573828	4766297	1952 1997	0,82	6,3	0,29	4,22	12,5	-
SANTIAGO, A LAVACOLLA	364	546787	4749893	1961 2006	0,94	0,0	0,85	4,23	67,0	1984
HERBÓN, PADRÓN	58	529742	4731753	1942 1999	0,90	2,5	0,80	3,85	42,1	-
PONTEVEDRA*	107	531551	4698786	1964 2006	0,95	0,66	0,70	4,21	100,0	1970; 1968
SALCEDO	40	529555	4695508	1950 2006	0,95	3,0	1,1	3,54	84,2	1985; 1970
LOURIZÁN*	60	527746	4695497	1958 2006	0,91	3,04	0,94	3,72	59,6	1985-
FORNELOS, ESTACAS,	759	550590	4685202	1974 2006	0,87	11,7	0,63	4,21	40,5	-
VIGO, PEINADOR	255	530376	4674753	1961 2006	0,96	0,0	0,79	4,07	100,0	-
LUGO, COLEXIO FINGOI*	450	617787	4763148	1964 2006	0,91	7,1	0,61	4,08	45,7	1984
SARRIA, BARREIROS GRANXA	550	629819	4737598	1943 2006	0,91	5,7	0,42	3,35	41,7	1974
A POBRA DO BROLLÓN, VEIGA	400	630552	4716783	1951 2006	0,87	13,7	0,58	3,78	30,6	1991
MONFORTE, E. AGRÍCOLA	363	622366	4709074	1958 2003	0,89	13,7	0,78	3,66	49,3	-
FONTEFIZ, VILAR DE COLES	200	595929	4698109	1949 2000	0,88	15,0	0,190,28	2,50	4,5	1985; 1976
OURENSE, GRANXA DEP*	143	593908	4686883	1952 2006	0,93	1,7	0,67	4,63	73,1	1976; 1967
PONTEAREAS, CANEDO	50	541961	4669723	1938 2006	0,92	2,0	0,47	2,91	64,5	1970
PARAMÓS, GUILLAREI	45	532015	4657025	1968 2006	0,92	0,9	0,42	4,05	68,5	1975; 1984
XINZO DE LIMIA	600	605566	4657431	1947 2006	0,83	2,4	0,38	4,05	11,7	1985; 1967