

Análise Climatolóxica Comparativa de Precipitacións e Temperaturas en Ourense: Evolución entre os Séculos XIX e XXI



Mara Estévez García
Grao en Ciencias Ambientais

Xuño 2024

Departamento de Física Aplicada

Faculta _{de} Ciencias

Universida _{de} Vigo

Dra. María Teresa de Castro Rodríguez, profesora titular del área de Física de la Tierra, del departamento de Física Aplicada, de la Universidad de Vigo y **Dr. José González Cao**, investigador del área de Física de la Tierra, del departamento de Física Aplicada, de la Universidad de Vigo.

INFORMAN:

Que el trabajo titulado “**Análise Climatolóxica Comparativa de Precipitacións e Temperaturas en Ourense: Evolución entre os Séculos XIX e XXI**” presentado por Dña. Mara Estévez García, fue realizado bajo nuestra dirección y autorizamos su presentación como Trabajo de Fin de Grado del Grado de Ciencias Ambientales al considerarlo apto para su defensa.

Ourense, 9 de julio de 2024

Dra. María Teresa de Castro Rodríguez

Dr. José González Cao

Resumo

O cambio climático ten un impacto significativo na meteoroloxía, alterando os patróns climáticos tradicionais e aumentando a frecuencia e severidade dos eventos meteorolóxicos extremos. Por iso, este traballo ten como obxectivo realizar unha análise comparativa das temperaturas e as precipitacións na cidade de Ourense en dous períodos de tempo separados cen anos, coa fin de identificar posibles cambios nos patróns climáticos ao longo do tempo. O primeiro período comprenderá os anos finais do S. XIX e os primeiros anos do S. XX e o segundo período comprenderá os primeiros anos do S. XXI.

Para esta fin, analizáronse os datos de temperatura e precipitación máis antigos de que se dispón en Ourense correspondentes á estación meteorolóxica do Instituto Otero Pedrayo obtidos dos documentos dixitalizados dispoñibles na web de AEMET xunto cos datos meteorolóxicos da estación que actualmente xestiona a AEMET na cidade de Ourense e que se poden descargar gratuitamente mediante a plataforma OpenDATA de AEMET.

Os resultados indican un aumento xeral das temperaturas no S. XXI en comparación co S. XIX. Este aumento é máis pronunciado nos meses de verán, o que suxire un quecemento estacional significativo. Respecto ás precipitacións os resultados indican que, en xeral, o S. XXI presenta un maior número de días de choiva en comparación co S. XIX. Esta tendencia obsérvase de maneira máis pronunciada nos meses de xaneiro, abril, maio, setembro, outubro e novembro. Con todo, hai meses nos que esta diferenza non é significativa ou mesmo se invirte a tendencia.

Os resultados deste estudo subliñan a importancia de desenvolver estratexias de adaptación climática en Ourense. O aumento na frecuencia e a intensidade das precipitacións, xunto co incremento das temperaturas, pode requirir melloras na infraestrutura de drenaxe e a xestión de augas pluviais. Tamén, tendo en conta os resultados obtidos neste TFG, ponse de manifesto a necesidade de realizar estudos adicionais para entender mellor as causas dos cambios observados. Isto podería incluír análise das correntes atmosféricas e outros factores climáticos que poderían estar a afectar aos patróns de precipitación e temperatura en Ourense.

Índice

1. Introducción e área de estudo	4
1.1 Clima e Sistema climático.	4
1.2. Cambio climático	5
1.2.1 Variabilidade natural	8
1.2.2 Variabilidade antropoxénica	10
1.3. Forzamento radiativo	11
1.4. Refuxios climáticos:	13
1.5 Área de estudio: Ourense, evolución histórica S. XIX – S. XXI	14
1.5.1 Ourense no S. XIX	17
1.5.2 Ourense no S.XX	19
1.5.3 Ourense no S.XXI	22
2. Obxectivos	27
3. Bases de datos e métodos	29
3.1 Bases de datos meteorolóxicos	29
3.1.1. Datos S. XX: Estación Meteorolóxica Instituto Otero Pedrayo	29
3.1.2. Datos S. XXI: AEMET	30
3.2. Métodos	30
3.2.1. Datos históricos: análise de precisión do instrumental	30
3.2.2. Parámetros estatísticos	31
4. Resultados e discusión	33
4.1. Evolución de Temperaturas	33
4.1.1. Temperaturas máximas e mínimas absolutas	33
4.1.2. Temperaturas máximas e mínimas medias	35
4.1.3. Temperaturas medias mensuais	36
4.2. Evolución da precipitación	40
4.2.1. Precipitacións acumuladas medias mensuais	40
4.2.2. Número medio de días de choiva por mes	42
4.2.3. Precipitacións máximas diarias	43
Conclusiones:	44

1. Introducción e área de estudo

1.1 Clima e Sistema climático.

O clima, definido como o estado atmosférico máis común nunha área específica da superficie terrestre, representa unha descrición estatística das condicións meteorolóxicas predominantes durante un período determinado. Á súa vez, o clima engloba a media de todos os estados do tempo, referido a longos lapsos como anos ou décadas, en contraposición ao tempo, que abarca períodos máis breves como horas ou días. (Gobierno de Navarra, 2024) Esta variación climática pode manifestarse tanto espacialmente, influenciada por factores como a latitude, a proximidade ao mar, a presenza de relevo montañoso e a vexetación, como temporalmente, manifestándose en diferenzas estacionais, interanuais, decenais ou mesmo en escalas milenarias, como nos períodos glaciares e interglaciares. (García-García et al., 2019)

Segundo Gimeno et al. (2023), o sistema climático da Terra é unha complexa rede interconectada de cinco compoñentes principais: a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a biosfera e a litosfera que se describen a continuación:

1. **Atmosfera:** É unha fina capa gasosa que envolve a Terra, composta por unha mestura de gases que regula as condicións climáticas e meteorolóxicas.
2. **Hidrosfera:** Abarca toda a auga en estado líquido, tanto doce como salgada, distribuída en océanos, mares, lagos, ríos e augas subterráneas, sendo o océano o seu compoñente principal ao cubrir dous terzos da superficie terrestre.
3. **Criosfera:** As masas de neve e xeo presentes na superficie terrestre, incluíndo os campos xeados de Groenlandia e a Antártida, glaciares continentais, campos de neve, mar xeados e o "permafrost".
4. **Biosfera:** A totalidade dos seres vivos que habitan a Terra, dende a flora ata a fauna, desempeñando un papel crucial na regulación do clima e na cadea alimentaria.
5. **Litosfera:** A corteza continental é a parte externa do manto terrestre, esencial para a formación de paisaxes e a estrutura xeolóxica do planeta.

Cada un destes elementos desempeña un papel crucial na regulación e o mantemento do clima global. Na figura 1, móstrase como os compoñentes do sistema climático interactúan e afectan o clima global.

O equilibrio e a interacción entre estes cinco compoñentes son determinantes para a configuración e evolución do clima a escala global. Así, o estudo e comprensión de cada un destes subsistemas resulta fundamental para entender os procesos climáticos e os seus impactos no medio ambiente e a sociedade.

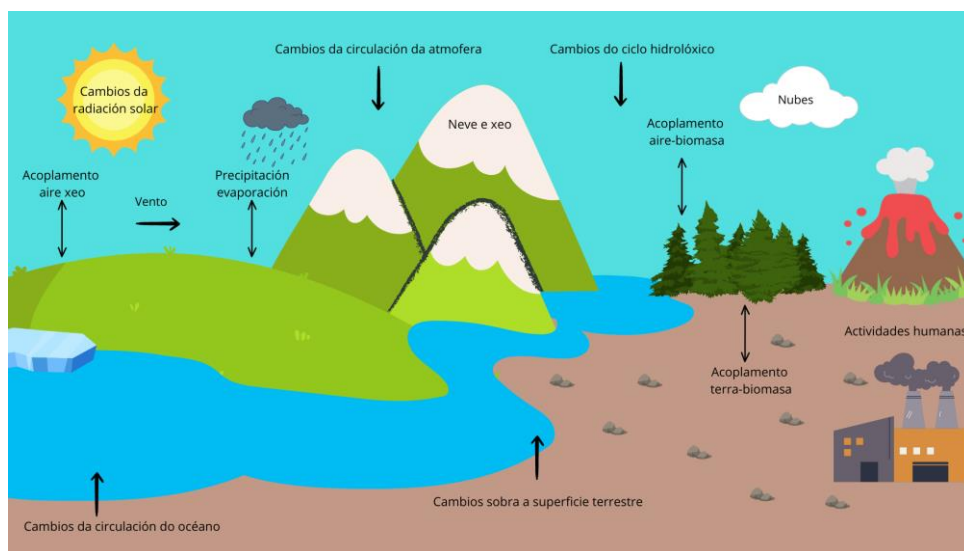


Figura 1. Sistema climático e as súas interaccións.

1.2. Cambio climático

A variabilidade do clima, refírese ás variacións no estado medio e outros datos estatísticos (como as desviacións típicas, a ocorrencia de fenómenos extremos...) do clima en todas as escalas temporais e espaciais, máis alá de fenómenos meteorolóxicos determinados. Esta variabilidade pódese deber a procesos internos naturais dentro do sistema climático ou a variacións nos forzamentos externos antropoxénicos. O primeiro adoita denominarse variabilidade interna e o segundo variabilidade externa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

A variabilidade climática implica (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021):

- **Aumento de temperaturas e variación das precipitacións:** En España, obsérvase un claro aumento das temperaturas nas últimas décadas, sendo notable en tódalas estacións do ano. Este incremento é máis acusado no interior peninsular e no sur, mentres que nas zonas costeiras e no norte rexístrase un aumento máis moderado. Respecto ás precipitacións, observáronse variacións significativas con tendencias cara a unha diminución nalgúns rexións, especialmente no sur e leste da península, o que podería intensificar situacións de seca.
- **Impacto na biodiversidade:** O cambio climático está a afectar á biodiversidade en España de diversas maneiras. Obsérvase un desprazamento de especies cara áreas de maior altitude e latitude debido ao aumento das temperaturas. Isto, está a alterar os ecosistemas e as interaccións entre as especies, o que podería ter consecuencias negativas para a conservación da biodiversidade, especialmente en ecosistemas vulnerables como os bosques mediterráneos e as zonas costeiras.
- **Riscos para a saúde:** O aumento das temperaturas e os cambios nos patróns de precipitación tamén implican riscos significativos para a saúde humana. Espérase un aumento nos episodios de ondas de calor, que poden ter consecuencias graves, especialmente para grupos vulnerables como persoas maiores e nenos. Ademais, prevese unha maior incidencia de enfermidades relacionadas coa calor e unha posible proliferación de enfermidades transmitidas por mosquitos.
- **Erosión costeira e aumento do nivel do mar:** A erosión costeira é un problema crecente en varias rexións de España debido ao aumento do nivel do mar e á maior frecuencia e intensidade de fenómenos meteorolóxicos extremos. Isto ameaza non só infraestruturas costeiras, senón tamén ecosistemas sensibles como os humidais e as praias, que actúan como barreiras naturais de protección.
- **Desertificación e solos:** A desertificación é un problema relevante en determinadas rexións de España, especialmente no sueste peninsular, onde as condicións áridas e semiáridas veñen exacerbadas polo cambio climático. Isto afecta negativamente á produtividade agrícola e gandeira, así como á calidade dos chans, aumentando o risco de degradación e perda de fertilidade.

- **Disponibilidade de auga doce:** O cambio climático está a afectar a dispoñibilidade de auga doce en España, con variacións na distribución temporal e espacial das precipitacións. Prevese unha maior irregularidade nos patróns de choiva, o que podería intensificar os problemas de escaseza de auga en determinadas rexións, especialmente no sur e sueste do país.

En termos temporais, a variabilidade climática maniféstase en distintas escalas, sendo as seguintes as máis relevantes para comprender os procesos atmosféricos (Unidad de Cambio Climático, 2018):

- **Variabilidade Estacional:** Refírese ás fluctuacións climáticas a escala mensual. A secuencia de estacións, como inverno, primavera, verán e outono, é un exemplo común desta variabilidade en latitudes medias, mentres que en latitudes tropicais, as tempadas chuviosas e secas son máis frecuentes.
- **Variabilidade Intraestacional:** Involucra perturbacións que afectan as condicións climáticas durante períodos de varias semanas. Aínda que menos evidente que as variacións estacionais, inclúe patróns ondulatorios como os sinais de 30-60 días. Exemplos inclúen:
 - Fluctuacións na temperatura e na presión atmosférica asociadas con sistemas meteorolóxicos de curta duración, como frentes frías ou quentes, ondas tropicais e sistemas de baixa presión.
 - Oscilacións de alta frecuencia, como a Oscilación do Atlántico Norte (NAO) ou a Oscilación do Sur (SOI), que poden influír nos patróns climáticos en rexións específicas durante períodos de semanas a meses.
- **Variabilidade Interanual:** Refírese ás fluctuacións climáticas que ocorren dun ano a outro. Exemplos notables inclúen:
 - O fenómeno do Neno-Oscilación do Sur (ENSO), que se caracteriza por anomalías nas temperaturas da superficie do mar no Océano Pacífico tropical e pode ter impactos significativos no clima global, incluíndo secas, inundacións e cambios nos patróns de precipitación.

- **Variabilidade Interdecenal:** Afecta ao clima ao longo de décadas. Aínda que menos perceptible que a variabilidade interanual, pode ter efectos significativos no clima a longo prazo. Como exemplos temos os ciclos climáticos de longa duración, como o Ciclo da Oscilación do Atlántico Norte (AMO) ou a Oscilación decenal do Pacífico (PDO), que poden influír nos patróns de temperatura do océano, a frecuencia de eventos extremos e os réximes de precipitación en diversas rexións.

1.2.1 Variabilidade natural

A variabilidade climática interna é un fenómeno complexo que abarca unha variedade de procesos naturais e dinámicas do sistema climático da Terra. As dinámicas de variabilidade interna inclúen:

- **Procesos Tectónicos:** Involucran fenómenos como a deriva dos continentes, o levantamento de cadeas montañosas e a apertura e peche de conchas oceánicas. Estes procesos, que se desenvolven ao longo de millóns de anos, teñen un impacto significativo na configuración do clima terrestre.
- **Actividade solar:** A actividade do sol, representada por características como a fotosfera, as manchas solares e as fáculas solares, inflúe na radiación solar que chega á Terra. Esta radiación varía en ciclos regulares de aproximadamente 11 anos, con fluctuacións adicionais en ciclos de máis longa duración, como os ciclos de Gleissberg de 87 anos.

Aínda que o impacto directo da variación solar no quecemento global é limitado, existen mecanismos indirectos que poden amplificar os seus efectos:

- **Resposta dos Océanos:** Os océanos, debido á súa alta capacidade calorífica, responden lentamente os cambios na radiación solar.
- **Cambios na Producción de Ozono:** A radiación ultravioleta do Sol afecta o balance entre os procesos de destrución e produción de ozono na estratosfera, o que pode influír na temperatura e a circulación atmosférica.
- **Variacións na órbita terrestre (ciclos de Milankovitch):** Segundo Milankovitch, as variacións na órbita terrestre son responsables dos períodos glaciales e interglaciales do Holoceno. Argumenta que, aínda que a radiación solar varía, estas variacións non son suficientes para cambiar o clima por si soas; en cambio, os cambios na órbita terrestre

si poden ter un impacto significativo. Os factores orbitais de Milankovitch son (ver figura 2):

- **Excentricidade:** A forma da órbita da Terra varía entre máis circular e máis elíptica cada 100,000 anos, afectando a cantidade de radiación solar que a Terra recibe. Actualmente, esta variación provoca un cambio do 6% na radiación solar entre o afelio e o perihelio.
- **Oblicuidade:** O ángulo de inclinación do eixo da Terra oscila entre $21,6^\circ$ e $24,5^\circ$ cada 40,000 anos. Este ángulo, actualmente de $23,5^\circ$, determina as estacións e a distribución da radiación solar sobre a superficie terrestre.
- **Precesión:** O eixo de rotación da Terra vira como unha buxaina cada 26.000 anos, alterando a posición dos solsticios e equinoccios en relación co afelio e o perihelio. Isto afecta o clima ao cambiar a intensidade das estacións.

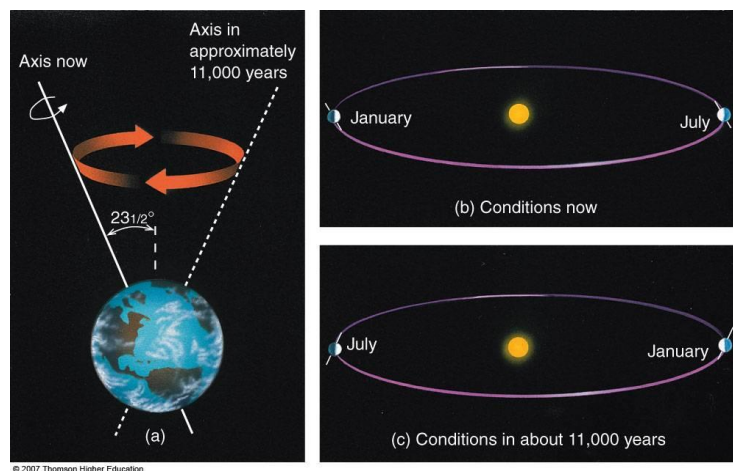


Figura 2. Variacións na órbita terrestre (ciclos de Milankovitch. (a). Excentricidade. (b). Oblicuidade. (c). Precisión. (Meteoclim, 2019)

- **Efecto climático das erupcións volcánicas:** As erupcións volcánicas liberan gases como o dióxido de xofre (SO_2) e o dióxido de carbono (CO_2) á atmosfera, o que pode ter efectos significativos no clima. O SO_2 oxídase e forma partículas que poden arrefriar a superficie terrestre ao bloquear parcialmente a radiación solar. Pola contra, o CO_2 é un gas de efecto invernadoiro que pode atrapar a calor na atmosfera e contribuír ao quecemento global. (Antuña, 2003)

1.2.2 Variabilidade antropoxénica

Esta variabilidade refírese principalmente aos cambios a longo prazo nos patróns meteorolóxicos e climáticos da Terra causados pola actividade humana, como a queima de combustibles fósiles e a deforestación (Naciones Unidas, 2021). Esta variabilidade climática externa é un dos retos máis apremiantes do noso tempo, afectando a todo o planeta negativamente. O cambio climático antropoxénico é un fenómeno innegable e está apoiado por unha gran cantidade de evidencias provenientes de diversas fontes independentes. Dende a parte alta da atmosfera ata o océano profundo, os indicadores mostran un panorama claro: as temperaturas atmosféricas, da superficie e oceánicas experimentaron cambios significativos. Ademais, os glaciares, a cobertura de xeo, o xeo oceánico, o nivel do mar e o vapor de auga atmosférica sufriron transformacións notables. Dende o S. XIX, o planeta experimentou un constante proceso de quecemento que non pode ser ignorado. As observacións dende a década de 1950 revelan cambios sen precedentes en décadas e mesmo milenios, subliñando a urxencia de abordar o desafío do cambio climático con accións decididas e colaborativas. (Castro, 2020)

Unha das principais causas antropogénicas do cambio climático é a emisión descontrolada de gases de efecto invernadoiro (GEI) á atmosfera. Durante os últimos 150 anos, a queima de combustibles fósiles, como o petróleo e o carbón, aumentou drasticamente a presenza de GEI. (https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_es). As concentracións atmosféricas de GEI₂, alcanzaron niveis sen precedentes nos últimos 800.000 anos. Estes gases atrapan a calor na atmosfera, o que levou a un aumento de aproximadamente 1.9 graos na temperatura media global durante o S. XX. Este aumento de temperatura deu lugar a extremos climáticos cada vez máis frecuentes e mortais en todo o mundo. (IPCC, 2021) O transporte, que inclúe automóviles, camións, barcos e avións, é unha das principais fontes de emisións de GEI, especialmente CO₂. A xeración de electricidade a partir de combustibles fósiles, como o carbón e o gas natural, é outra importante fonte de emisións de GEI. A industria e a fabricación tamén son responsables dunha parte significativa das emisións de GEI, especialmente debido á produción de produtos con altos niveis de carbono, como o aceiro, o cemento e o aluminio. Na agricultura, as prácticas modernas, como o uso de fertilizantes químicos e a cría intensiva de gando, emiten grandes cantidades de CH₄ e NO₂, contribuíndo aínda máis ao quecemento global. Ademais, a deforestación e a degradación dos bosques tamén liberan grandes cantidades de CO₂ á atmosfera, reducindo así a capacidade da Terra para absorber este gas e contribuíndo aínda máis ao cambio climático.

1.3. Forzamento radiativo

O forzamiento radioactivo é a alteración do fluxo de enerxía radiante que hai na atmosfera e é causado polo aumento das concentracións de gases de efecto invernadoiro principalmente a partir da revolución industrial. Este fenómeno é clave para entender o cambio climático, xa que gases, como o CO₂, o CH₄ e o N₂O, atrapan a calor na atmosfera, xerando un forzamiento radioactivo positivo. En contraste, os aerosois poden reflectir a radiación solar, producindo un forzamiento negativo. Ademais, a deforestación e a urbanización modifican o albedo terrestre, e a variabilidade solar tamén inflúe na cantidade de radiación que chega á Terra. (Santamaría, 2010)

Os “Shared Socioeconomic Pathways (SSP)” proporcionan diferentes escenarios que proxectan futuros socioeconómicos e os seus impactos nas emisións de GEI e o forzamiento radioactivo. Estes SSP axudan a modelar as distintas traxectorias de desenvolvemento e cómo poden influír no clima global. Os distintos escenarios socioeconómicos e os seus impactos proxectados no cambio climático descríbense a continuación e móstranse na figura 3 (IPCC, 2021):

- **SSP1, Sostenibilidade (Tomar o camiño verde):** Este escenario imaxina un mundo que transita gradualmente cara a un desenvolvemento sostible, respectando os límites ambientais. A xestión global de bens comúns mellora, os investimentos en educación e saúde aceleran a transición demográfica, e o crecemento económico oríentase cara ao benestar humano. A desigualdade redúcese tanto a nivel internacional como dentro dos países, e o consumo enfócase nunha menor intensidade de recursos e enerxía.
- **SSP2 (Metade do camiño):** Neste escenario, o mundo segue un camiño onde as tendencias sociais, económicas e tecnolóxicas non se desvían significativamente dos patróns históricos. O desenvolvemento é desigual, con algúns países avanzando mellor que outros. As institucións globais e nacionais traballan lentamente para alcanzar os obxectivos de desenvolvemento sostible. A degradación ambiental continúa, aínda que hai algunhas melloras. O crecemento da poboación é moderado e estabilízase na segunda metade do século.
- **SSP3 (Rivalidade rexional):** Caracterizado por un rexurdimento do nacionalismo, conflitos rexionais e preocupacións de seguridade, este escenario leva aos países para

centrarse en cuestións nacionais ou rexionais. Os investimentos en educación e desenvolvemento tecnolóxico diminúen, e o desenvolvemento económico é lento. As desigualdades persisten ou empeoran, e a degradación ambiental é severa nalgunhas rexións.

- **SSP4 (Desigualdade):** Este escenario caracterízase por un aumento das desigualdades e a estratificación tanto entre países como dentro deles. A brecha entre unha sociedade conectada internacionalmente e sectores de baixa tecnoloxía alárgase. A cohesión social deteriórase, e os conflitos son máis comúns. Aínda que o desenvolvemento tecnolóxico é alto en sectores de alta tecnoloxía, as políticas ambientais céntranse en problemas locais en áreas de ingresos medios e altos.
- **SSP5 (Desenvolvemento impulsado por combustibles fósiles):** Neste escenario, o mundo baséase en mercados competitivos e rápida innovación tecnolóxica. Hai fortes investimentos en saúde, educación e institucións. Con todo, este crecemento económico combínase coa explotación intensiva de combustibles fósiles e estilos de vida con alta intensidade de recursos e enerxía. Aínda que hai fe na capacidade de xestionar eficazmente os sistemas sociais e ecolóxicos, este camiño resulta nun rápido crecemento económico global e en problemas ambientais locais que se manexan con éxito.

Cada SSP ten implicacións distintas para o forzamiento radioactivo. SSP1 promove menores niveis de forzamiento debido á adopción de tecnoloxías limpas e prácticas sostibles. En cambio, SSP3 e SSP5 conlevan altos niveis de forzamiento debido a elevadas emisións de GEI e dependencia de combustibles fósiles, exacerbando o cambio climático. Analizar estes escenarios permite comprender como diferentes traxectorias socioeconómicas poden influír no futuro do forzamiento radioactivo e no clima global (Santamaría Antonio, 2010).



Figura 3. Shared Socioeconomic Pathways (SSP).

1.4. Refuxios climáticos:

No contexto do cambio climático, un refuxio climático, refírese ás áreas xeográficas que polas súas características específicas ofrecen condicións máis estables e favorables para a conservación da biodiversidade fronte aos efectos do cambio global. Estas rexións poden actuar como “illas” de hábitats relativamente inalterados, onde as especies poden persistir e adaptarse mellor aos cambios no clima e outros factores ambientais (Barba, 2022).

Segundo a Estratexia Nacional de Biodiversidade do MMA 2017-2030 defínese refuxio climático como: “Aqueles áreas que, polos seus particulares características xeoclimáticas e/o unha condición pouco alterada dos seus ecosistemas e/o unha menor presión de uso, posúen certa capacidade de amortecer os efectos negativos do cambio climático, que se manifestan con maior rigor noutras áreas. Esta condición permite a viabilidade dos seus ecosistemas e especies, dentro de certos límites. Tamén poden considerarse refuxios, aquelas áreas cuxo patrón climático tendencial, sumado a unha menor presión de uso, ofrecen condicións para albergar especies que están a ser afectadas negativamente polo cambio climático no seu actual rango de distribución.” (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021)

Existen diferentes tipos de refuxios climáticos, algúns deles naturais e outros artificiais, que proporcionan condicións ambientais máis favorables para diferentes especies, incluíndo seres humanos. No caso dos refuxios naturais, estes poden manifestarse en espazos abertos con sombra, como parques arborizados, paseos con vexetación densa ou áreas próximas a fontes de

auga natural, como ríos ou praias. Estas contornas ofrecen a posibilidade de refrescarse no verán, resgardarse do frío no inverno, descansar e alimentarse, satisfacendo necesidades básicas tanto para humanos como para outras especies animais e vexetais. Doutra banda, existen refuxios climáticos artificiais, como ambientes pechados con aire acondicionado, que poden proporcionar temperaturas máis confortables que no exterior, especialmente durante os períodos de clima extremo. Estes espazos controlados poden ser especialmente beneficiosos en situacións de calor excesiva ou fría intenso, brindando comodidade e seguridade a quen os utiliza. (Barba, 2022)

1.5 Área de estudio: Ourense, evolución histórica S. XIX – S. XXI

Este traballo céntrase na cidade de Ourense e na análise do seu clima entre os S. XIX e o S. XXI. Para poder facer isto, neste apartado vamos a facer unha breve descripción xeográfica da cidade e da súa evolución histórica, centrándonos sobre todo nos séculos de estudio, e sen esquecernos do que nos ocupa, a súa climatoloxía. A localización de Ourense na Península Ibérica móstrase na figura 4a.

Ourense está ubicada na rexión de Galicia, ao noroeste de España (42° 20' N; 7° 51' O). É a terceira cidade da Comunidade Autónoma contando cunha poboación de 104.250 habitantes segundo os datos do INE para o ano 2023 e é capital da provincia homónima. (Turismo de Ourense, 2021)

A súa xeografía caracterízase por un relieve en forma de val formado polo paso do río Miño e os seus afluentes Barbaña e Loña ademais do río do Porto que desemboca tamén no Miño dentro do propio municipio. A cidade levántase 139 metros sobre o nivel do mar e atópase rodeada de montañas das que algunha superan os 450 metros de altitude como Monte Salgueiro e Castro de Beiro ver figura 4b). Esta configuración orográfica tan característica forma o que se denomina “ola ourensana” proporcionándolle á cidade un clima singular e diferenciado do resto da comunidade. (<https://www.wikiwand.com/es/Ourense>)

Así pois, Ourense experimenta un clima oceánico con influencia continental con pequenas zonas de influencia mediterránea, sendo recoñecida como a zona máis seca de Galicia e experimentando invernos máis fríos e veráns máis cálidos que o resto da Comunidade Autónoma. O climagrama característico da cidade de Ourense se mostra na figura 4d. As súas precipitacións medias anuais son de aproximadamente 952 mm. (https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_es) O mes de xullo adoita ser o máis seco con medias de 17 mm de choiva, mentras que decembro rexistra a maior

humidade con ao redor de 128 mm. En canto ás temperaturas anuais xullo destaca por ser o mes máis cálido podendo ser éstas superiores aos 40°C, aínda que é moi frecuente que as temperaturas nos meses máis cálidos superen os 30°C. A máxima absoluta rexistrada pola estación climática de Ourense é de 44,1°C no mes de xullo de 2022. (<https://x-y.es/clima/est-1690A-ourense>)

Por outro lado, durante o inverno a temperatura media é de 6,9°C e caracterízase por unha abundancia de néboas e xeadas. A temperatura mínima rexistrada, dende os 51 anos dende que a estación de Ourense está instalada, foi no Nadal do ano 2001 chegando aos -8.6°C. (<https://ca.astelus.com/etiqueta/de-visitar-a-ourense/>). Na táboa 1 mostráanse de forma resumida algúns datos meterolóxicos da cidade de Ourense.

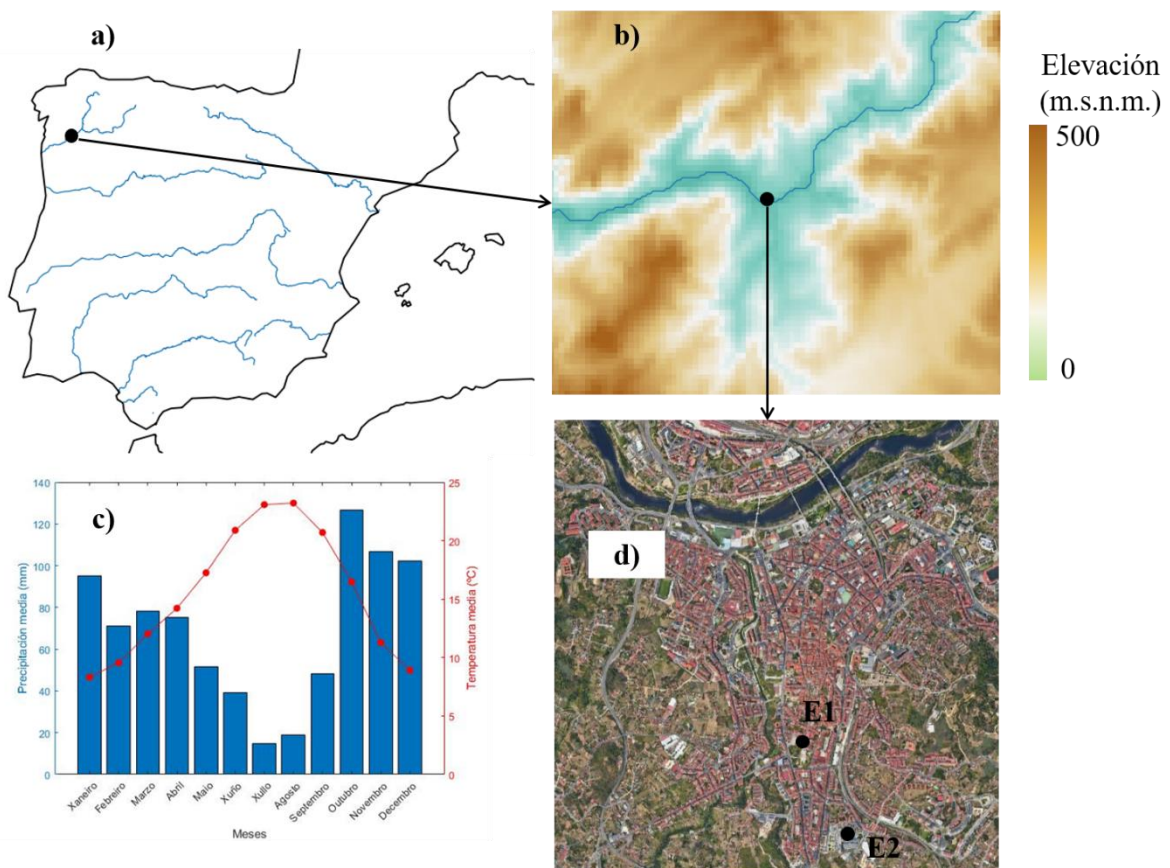


Figura 4. Panel a: localización de Ourense na Península Ibérica. As liñas azuis representan os principais ríos. Panel b: elevación na contorna da cidade de Ourense. Panel c: climatograma de Ourense. A cor vermella sinala a media das temperaturas mensuais e a cor azul a media das precipitacións mensuais durante o período 2000-2023. Datos proporcionados pola AEMET. Panel d: imaxe aérea da cidade de Ourense. O punto E1 representa a localización da estación meteorolóxica do Instituto Otero Pedrayo e o punto E2 representa a localización actual da estación meteorolóxica de AEMET.

Táboa 1. Extremos climáticos rexistrados en Ourense. Fonte: x-y.es

INDICADOR / MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta	2022 22.5	2019 25.5	2002 30.6	2011 32.9	2017 37.6	2011 40.9	2022 44.1	1990 42.2	2016 41.2	2023 35.3	2015 26.3	1985 22.4
Temperatura mínima absoluta	1985 -7	1983 -6.6	2005 -6.8	1975 -3.2	1982 -0.4	1975 2.4	1996 6.4	1985 5.6	1974 3	1974 -2	1988 -6.8	2001 -8.6
Temperatura media mensual mas alta	1982 11	2020 12.4	1997 14.8	2011 17.4	2020 20	2004 23.8	2022 26.1	2022 25.8	2018 23.4	2023 18.7	1983 13.9	2022 12.2
Temperatura media de las máximas más alta	2022 15.6	2020 18.9	1997 25.4	2017 25.6	2022 27.6	2004 32	2022 35.2	2022 34.4	2018 32.1	2017 27.9	2006 18.2	2015 16.1
Temperatura media mensual mas baja	1976 4.3	1981 6.5	1975 8.5	1986 9.3	1984 12	1977 16.3	1977 19	1977 19	1974 16.3	1974 11.6	1973 9	2001 4.8
Temperatura media de las mínimas más baja	1976 -1.9	2012 -0.6	1973 0.6	1973 3.2	1984 6.7	1977 10.4	1974 11.8	1972 10	1974 9.2	1974 4.9	2007 1.6	2001 -1.8
Precipitación máxima diaria (l/m ²)	1994 54.3	2010 46.9	2003 39.1	1980 46.3	1973 48	1993 45.8	2009 65	1983 36.8	2002 96.2	2011 79.7	2006 53.6	2017 63.4
Precipitación máxima mensual (l/m ²)	2001 217.4	1979 245	2001 297.8	2000 189.1	1993 147.6	1988 127.4	2009 69.4	1976 88.4	1999 226.5	1987 281.9	1997 268.2	1978 406
Racha máxima de viento (km/h)	2009 75	1989 90	2006 66	2003 76	1994 67	1997 65	2001 81	2007 64	1991 63	1987 83	2002 78	2006 83

A cidade de Ourense ten unha longa historia, xa dende o neolítico transitaban tribus nómadas que se asentaron no val que da orixe á cidade. No século primeiro, coa chegada dos romanos, construíuse unha ponte estratéxica sobre o río Miño establecéndose unha importante zona estratéxica e comercial. Arredor do S. V e trala caída do imperio Romano, asentouse na cidade un pobo agrícola de orixe xermático, que fundaron o Reino dos Suevos, no que a cidade de Ourense sería a sede da Corte. Na época visigoda, a vila continuaría crescendo convertíndose tamén nun importante centro relixioso e cultural xa que era unha das principais sedes episcopais da Península e, a pesares de que coa incursión dos árabes e normandos no S. X entrou en decadencia, no S. XI comezaría a súa recuperación. De feito, no S. XII, Ourense convertíuse en Axuntamento e no 1500 a cidade ten un crecemento exponencial coa creación de pazos e novas rúas. Xa entrada na época moderna no S. XVII e S. XVIII a cidade experimentaría un estancamento do que se recuperaríase no século seguinte ao ser denominada a cidade como capital de provincia e coa apertura de vías de comunicación como a construción da estrada de Villacastín-Vigo ou da chegada do ferrocarril (<https://www.turismodeourense.gal/la-ciudad/informacion-practica>). A partir de aquí analizaremos a historia do S. XIX á actualidade dun xeito máis pomenorizado tendo en conta que é a etapa de interese para este estudo. (<https://pasionlectora.es/viajes-y-turismo/ourense-historia-cultura-y-tradiciones-de-una-ciudad-gallega/>)

1.5.1 Ourense no S. XIX

Durante o S. XIX, Ourense experimentou unha serie de cambios significativos que impactaron tanto no seu desenvolvemento demográfico como na súa transformación económica e social. Este crecemento fundaméntase principalmente en dúas cuestións, primeiro nas novas funcións que adquire a cidade ao ser nomeada, no 1833, como capital da provincia e na mellora das infraestruturas das comunicacións que facilitaron o transporte e a integración do comercio. Como xa mencionamos con anterioridade, a creación da estrada Villacastín-Vigo en 1863 e o establecemento da estación do ferrocarril en 1881 (situada entón no municipio de Canedo) marcaron un fito importante na infraestrutura da rexión propiciando a integración da cidade na rede de comunicacións e o seu crecemento urbano.

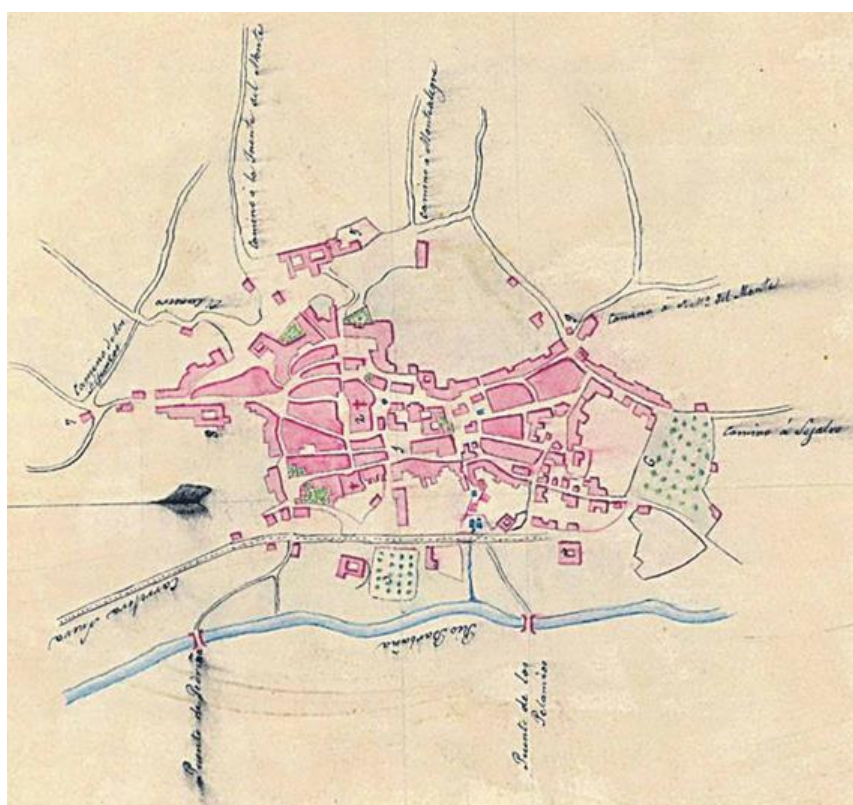


Figura 5. Mapa de Ourense no ano 1850. 1 Plaza Mayor. 2 Catedral. 3 Alameda. 4 Cárcel. 5 Cementerio. 6 Posío. 7 Ermita de San Lázaro. 8 Santo Domingo. 9 Ermita de San Cosme. Fonte: La región.

En canto ao crecemento demográfico, Ourense experimentou un incremento poboacional ao longo do S. XIX multiplicándose por 5 dende finais do XVIII ao ano 1900 (Táboa 2).

Táboa 2. *Censos de Ourense de 1787 e 1900 (Carballo-Calero, MV, 2022).*

Ano	Número de habitantes
Censo de Floridablanca *de 1787	2.961
Censo de 1900	15.194

*Censo de Floridablanca según o INE: “realizouse en 1787 baixo a dirección do Conde de Floridablanca, cunha finalidade. Primordialmente demográfica e económica non fiscal. É un dos primeiros censos realizados seguindo as técnicas estadísticas modernas”.

Este crecemento, prodúcese de xeito irregular (Táboa 3), influenciado por múltiples factores, dende a migración rural ata as condicións económicas e sanitarias como as malas colleitas e enfermidades coma a cólera, a tuberculose ou o tifus que provocaron importantes crisis demográficas propias da época (Medina, 2001).

Táboa 3. *Porcentaxes de crecemento intercensal na cidade de Ourense entre o ano 1878 e o 1920.*

Anos	% Intercensal de Ourense
1878-1887	4,17
1888-1890	-0,18
1901-1910	1,79
1911-1920	0,21

A economía de Ourense experimentou unha serie de cambios durante o S. XIX, pasando de unha sociedade tradicionalmente agraria e estancada a unha máis moderna e industrializada. Aínda que o sector primario continúa sendo a base da súa estrutura socioprofesional os mercados e as feiras desempeñan un papel crucial na vida económica e social de Ourense coa expansión do comercio e a industria artesanal coas vantaxes que supón ser a capital da provincia e as melloras nas comunicacións.

O desenvolvemento económico supuxo tamén importantes cambios políticos e sociais que transformaron o desenvolvemento da sociedade. Esta vólvese burguesa distanciándose do estilo de vida das zonas do rural. Ademais, co nacemento do movemento obreiro, movementos liberais e incluso tensións rexionais, a cidade viuse inmersa nun contexto de cambio e transformación.

Urbanisticamente, o crecemento da burguesía trouxo consigo a apertura de comercios, almacéns, mesóns... ao arredor da nova estrada Vigo-Villacastín, deixando así de ser unha cidade pechada en sí mesma, abríndose outros novos barrios e aparecendo novas estradas secundarias. Así mesmo, a estación do ferrocarril e a creación de estradas promoverá o desenvolvemento urbano co asentamento da burguesía de castela na cidade.

1.5.2 Ourense no S.XX

Coa chegada do novo século, e a pesar de todos os cambios que Ourense experimento durante o S. XIX, a cidade chega ao S. XX cun crecemento demográfico lento, un desenvolvemento económico aletargado e unha sociedade eminentemente conservadora. Isto comeza a cambiar a partir de 1895 coa transformación da súa estrutura económica ao deixar de ser o sector agrario a actividade fundamental da poboación. (Medina, 2001)

No ano 1900, a cidade posuía unha poboación de pouco máis de 15.000 habitantes, xa contaba coa maior porcentaxe de poboación ocupando o sector terciario, seguido con tres puntos menos polo primario e encadrándose un cuarto da poboación activa no sector secundario. (Medina, 2000).

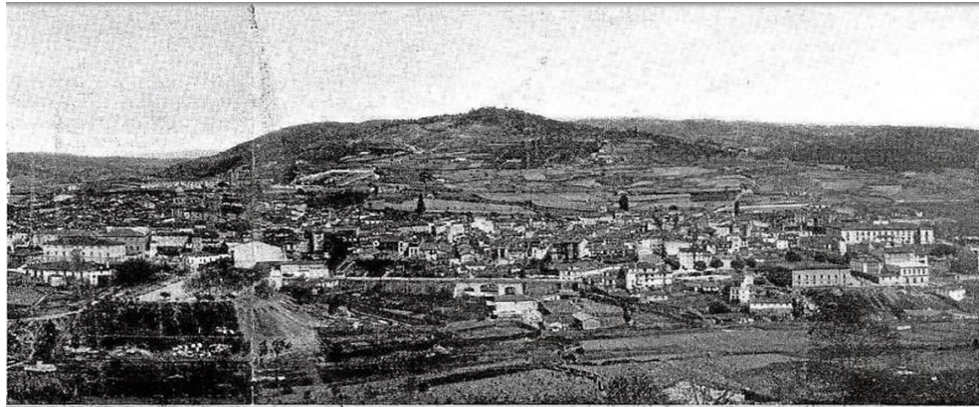


Figura 6. *Fotografía da cidade de Ourense en 1910. Fonte: José Pacheco para Vida Gallega.*

Neste primeiro cuarto de século, a industria da cidade desenvolvíase ao redor de tres eixos: alimentario, metal-mecánica e auxiliar da cosntrucción. Cabe mencionar, que a maior parte dos propietarios, como xa mencionamos anteriormente, propiciado polo desenvolvemento das infraestruturas das comunicacións e por ser a cidade capital de provincia, eran procedentes da burguesía castelá (Somoza,2003).

Nos anos 30, Ourense contaba cunha poboación de algo máis de 21.000 habitantes, sendo o sector terciario o que empregaba a máis da metade da poboación activa (ao 56,3%), destacando o sector fabril que empezara a medrar a comezos do século. Un cuarto dos traballadores pertencían ao sector secundario, adiantándose ao sector primario que se reducía ata o 18,7%. Neste período, a cidade carecía aínda de grandes factorías e a estrutura industrial non difire da década anterior, salvo pola expansión e edificación da cidade que fai que destaque a construción.

Este esquema da década dos anos 30 cambia trala guerra civil e nos primeiros anos da dictadura franquista. En España instáurase un período de “autarquía” que duraría toda a década dos anos 40 e 50 ata que se aproba o Plan Nacional de Estabilización en 1959, baseado “na introversión económica, no intervencionismo exarcervado e á defensiva no ámbito internacional”, o que produce que o sector económico volve a ruralizarse (Viñas, 1980).

Esta rerruralización cambia o panorama das tres primeiras décadas do S. XX na cidade de Ourense. O sector primario sobe case 10 puntos en 10 anos e o secundario descende en 6,5 puntos dende 1930 a 1940, aínda que cabe destacar que este último creceu de xeito acelerado nos anos 50, dedicándose un 30,9% da poboación activa debido ao afianzamento da construción. O sector servizos segue sendo a actividade principal, debido ao comercio, a pesares de que baixa do 56% en 1930 a o 43% no ano 50.

En canto ao crecemento demográfico, nesta etapa de posguerra a poboación da cidade incrementábase de xeito espectacular. A situación autárquica impide a emigración ao exterior e o rural vólvese cara a capital provincial. Ademais, a anexión do concello de Canedo en 1943, xunto con outros factores como o descenso da mortalidade, provoca que a poboación pase de 28.397 habitantes en 1940 a 64.153 en 1960, incrementándose en máis do dobre en tan só 20 anos (INE).



Figura 7. Portada de La Región o día seguinte da firma da acta definitiva coa presenza do gobernador civil.

Fonte: La Región.

Este aumento tan significativo da poboación repercute directamente no crecemento urbanístico da cidade, provocando un incremento na creación de vivendas e no desenvolvemento da infraestrutura urbana. Durante o período posterior á implementación do Plan de Estabilización de 1959, tanto a economía española como a de Ourense experimentaron un significativo crecemento. Houbo unha apertura gradual ao mercado internacional a medida que os salarios aumentaban progresivamente. Con todo, este progreso viuse interrompido pola crise mundial de 1973, que resultou nun aumento considerable do desemprego e afectou negativamente a moitas empresas, coñecida como a "morte empresarial".

En termos de actividades económicas, un fito importante foi a inauguración en 1966 do Polígono Industrial de San Cibrao das Viñas. Este polígono albergou moitas industrias que antes estaban dispersas polo tecido urbano e tamén foi o lugar de orixe de novas empresas como Citroën e Coren. Estas empresas desenvolvéronse rapidamente e establecéronse como líderes nos seus sectores, con Coren converténdose na principal empresa de alimentación de Galicia e unha das máis importantes en España en termos de facturación.

Neste contexto de expansión, en 1960 o núcleo urbano de Ourense contaba con 11.375 vivendas, cifra que aumentou drasticamente a 37.491 en 1981, representando un crecemento do 229.6%. Este fenómeno explicábase pola demanda de vivenda impulsada por emigrantes que vían na propiedade inmobiliaria un investimento seguro e produtivo para os seus capitais.

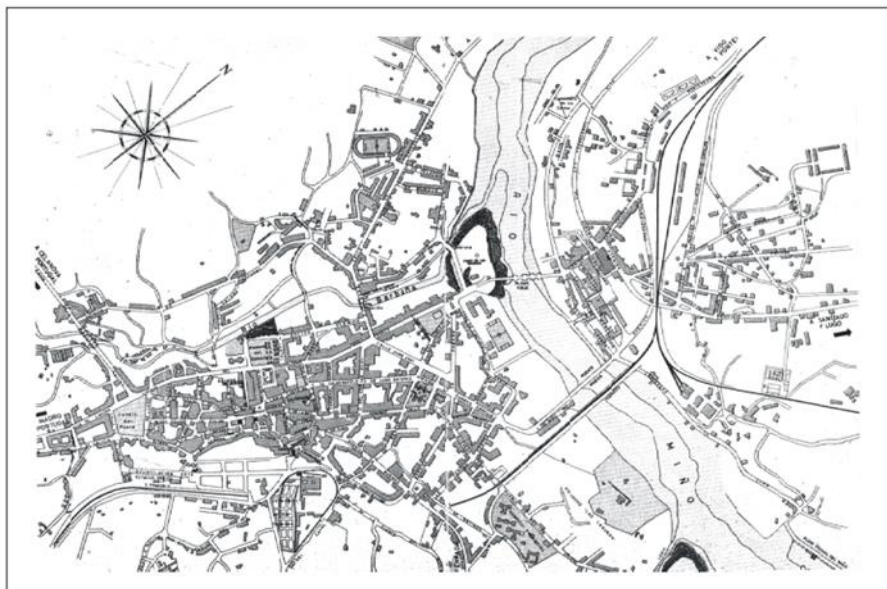


Figura 8. Plano de Ourense en 1960. (Otero Pedrayo, 1960).

O Imposto de Actividades Económicas de 1999 rexistrou a presenza de 7,812 empresas terciarias na comarca ourensá, evidenciando un crecemento continuo e estable do sector a pesar das crises económicas xerais.

Ademais, durante este período, as cuestións políticas xogaron un papel crucial no desenvolvemento da cidade. Un goberno local estable e ben conectado coas instancias superiores da administración estatal puido atraer institucións, infraestruturas e financiamento que impulsaron novas iniciativas empresariais, creando así unha contorna propicia para o crecemento económico urbano.

Esta época foi crucial tanto para o desenvolvemento económico da rexión como para a evolución sociopolítica, marcando un período de transformación e cambio significativo antes da transición á democracia en España.

1.5.3 Ourense no S.XXI

Ourense no S. XXI experimentou unha notable evolución na súa economía, urbanismo e industrialización. A diversificación económica, a promoción do turismo termal, e a aposta pola innovación tecnolóxica e a sustentabilidade urbana foron piares fundamentais neste desenvolvemento. (<https://www.wikiwand.com/es/Orense>)

A economía do municipio de Ourense caracterízase por un claro predominio do sector servizos, que constitúe o principal soporte económico da cidade. Ourense concentra a maior oferta comercial e de lecer da provincia, así como servizos administrativos clave, incluíndo a Deputación, a Audiencia Provincial, a Subdelegación do Goberno e a Delegación de Facenda. A cidade tamén é un centro educativo e sanitario de referencia, co campus da Universidade de Vigo e o Complexo Hospitalario de Ourense proporcionando importantes servizos á comunidade. Aínda que os principais polígonos industriais non se atopan dentro do municipio de Ourense, os municipios veciños como San Ciprián de Viñas e Pereiro de Aguiar albergan importantes áreas industriais. Tradicionalmente, o sector da construción foi destacado en Ourense. Dende principios dos anos sesenta, o crecemento acelerado e en ocasións descontrolado da cidade fomentou un amplo sector vinculado á construción e os seus materiais.

No ámbito do urbanismo, Ourense puxo unha forte énfase no desenvolvemento urbano sostible. Implementáronse plans para mellorar a eficiencia enerxética dos edificios e para a promoción do transporte público e non motorizado. Leváronse a cabo importantes proxectos de rehabilitación e conservación do centro histórico da cidade, promovendo tanto a preservación

do patrimonio como a atracción turística. A mellora das infraestruturas de transporte foi clave. A chegada do AVE (tren de alta velocidade) mellorou a conectividade con outras cidades españolas, potenciando o turismo e os negocios. Creáronse novas áreas residenciais e melloráronse as existentes para acomodar o crecemento poboacional e ofrecer mellores servizos aos residentes. A cidade tamén incrementou os espazos verdes e áreas recreativas, como o Parque Miño, para mellorar a calidade de vida dos habitantes e proporcionar áreas de espaxamento.

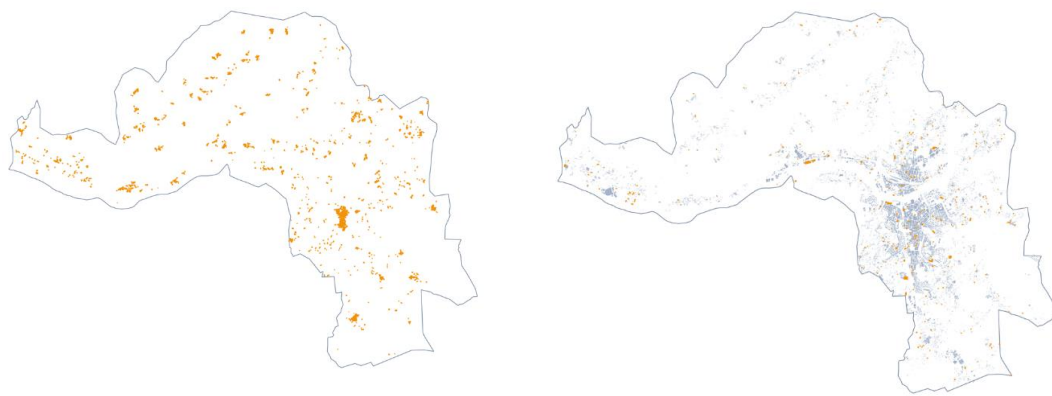


Figura 9. *Evolución urbanística de Ourense dende 1910 a 2010. Na primeira imaxe: As construcións creadas ata 1910 en cor laranxa. Na segunda imaxe: As construcións creadas a partir de 2010 en laranxa e as anteriores en gris. Fonte: Voz de Galicia.*

En canto á industrialización, aínda que Ourense non é unha das cidades máis industrializadas de España, experimentou un desenvolvemento industrial significativo en certas áreas. Os parques industriais como o Polígono Industrial de San Cibrao das Viñas e o Parque Tecnolóxico de Galicia (Tecnópole) atraeron investimentos e empresas, proporcionando emprego e fomentando a innovación. A industria automotriz e alimentaria son destacadas. A planta de PSA Peugeot Citroën en Vigo, aínda que non está en Ourense, tivo un impacto positivo na rexión, xerando empregos e dinamizando a economía local. Tecnópole foi crucial no desenvolvemento da innovación tecnolóxica en Ourense, ofrecendo unha contorna favorable para startups e empresas tecnolóxicas. Este parque tecnolóxico fomenta a colaboración entre empresas e centros de investigación, impulsando a economía do coñecemento.

A evolución da poboación en Ourense ao longo dos anos mostra fluctuacións significativas. No ano 2000, a poboación de Ourense era de 108.647 habitantes. Nos anos seguintes, observouse

un leve incremento, alcanzando o seu punto máximo no ano 2003 con 109.475 habitantes. A partir de 2004, a poboación comezou a diminuír, chegando a 108.600 habitantes.

Esta tendencia á baixa continuou, aínda que con algunhas fluctuacións menores. En 2007, a poboación descendeu a 107.186, e aínda que houbo un lixeiro repunte en 2009 con 107.742 habitantes, a tendencia descendente persistiu nos anos seguintes. O ano 2010 rexistrou unha poboación de 108.673 habitantes, pero esta cifra volveu caer a 108.002 en 2011. Dende entón, a poboación de Ourense seguiu unha tendencia decrecente case constante, cunha lixeira estabilización entre 2013 e 2014 ao redor dos 107.500 habitantes. En 2015, a poboación situouse en 106.231, continuando o seu descenso ata 105.233 en 2019. Houbo unha lixeira recuperación en 2020 con 105.643 habitantes, pero esta non se mantivo. En 2021, a poboación baixou a 104.596 e en 2022 a 103.756, rexistrando unha leve recuperación en 2023 con 104.250 habitantes. En resumo, a poboación de Ourense experimentou unha diminución gradual dende o ano 2000, con algúns altibaixos ao longo dos anos. A tendencia xeral mostra unha redución da poboación, cunha breve recuperación en 2020 e 2023 (figura 10). Esta evolución reflicte diversos factores socioeconómicos e demográficos que afectaron á cidade nas últimas dúas décadas.

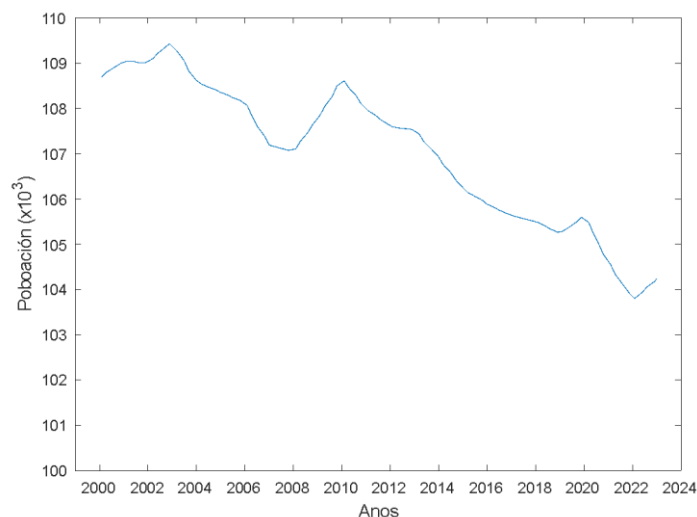


Figura 10. Evolución da poboación en Ourense (2000-2023). A poboación mostra unha tendencia xeral á baixa, cun máximo en 2003 e leves recuperacións en 2020 e 2023. (Fonte:INE)

Ourense conta cunha serie de características que a fan destacar como un potencial refuxio climático:

- **Abundancia de recursos hídricos:** A rexión dispón dunha considerable cantidade de recursos hídricos, incluíndo ríos, encoros e fontes naturais.

- **Clima tépedo e húmido:** O clima en Ourense é caracteristicamente tépedo e húmido, con temperaturas moderadas ao longo do ano e unha notable cantidade de precipitacións. Estas condicións climáticas contribúen a unha contorna máis comfortable e saudable para a poboación local.
- **Abundancia de zonas verdes:** A xeografía de Ourense distínguese pola presenza de numerosas zonas verdes ao aire libre. Ademais, de presumir de numerosos parques naturais (O Invernadoiro, a Serra da Encima da Lastra e a Baixa Limia-Serra do Xurés), a propia cidade de Ourense, conta con numerosos parques e xardíns como: O Parque Miño, o Xardín Botánico, o parque Barbaña e o Xardín do Posío entre outros. Estes espazos naturais proporcionan áreas de recreación, promoven a biodiversidade e axudan a mitigar os efectos do cambio climático.
- **Menor exposición a olas de calor:** Aínda que Galicia non está exenta dos efectos do cambio climático, a rexión experimenta temperaturas menos extremas en comparación con outras comunidades autónomas de España. Esta menor exposición ás ondas de calor pode ser vista como unha vantaxe en termos de adaptación e resiliencia climática. Con todo, é importante salientar que, en Galicia, a cidade de Ourense experimenta as temperaturas máis altas durante o verán, aínda que as súas ondas de calor son menos severas en comparación con outras rexións de España.

Ante o cambio climático, Galicia está tomando medidas para converterse nun refuxio climático, un lugar onde se fomenta a resiliencia fronte ao cambio climático e se protexe a biodiversidade para iso:

- A consellería de Medio Ambiente de Galicia estableceu o Decreto 14/2002, do 24 de Xaneiro, que determina a estrutura orgánica da consellería de Medio Ambiente que exerce “as competencias e funcións que en materia de medio ambiente se establecen nos artigos 27.10.º, 11.º, 15.º e 30.º e 29.4º do Estatuto de autonomía de Galicia e demais normativa sobre a protección ambiental en Galicia. (Diario Oficial de Galicia, 2002)
- A Xunta de Galicia elaborou no 2005 Estratexia Galega de Cambio Climático e Enerxía 2050, un documento que determina as liñas mestras para abordar o cambio climático e avanzar cara a un modelo enerxético máis sostible na rexión ata o ano 2050 e pretende chegar ás emisións neutras. Promete incluír medidas para reducir as emisións de gases de efecto invernadoiro en sectores craves, fomentar a expansión e o uso das enerxías

renovables, mellorar a eficiencia enerxética en todos os sectores, aborda a necesidade de adaptarse aos impacto do cambio climático e reconece a importancia da colaboración entre o goberno e a sociedade. (Xunta de Galicia, 2018)

2. Obxectivos

Neste estudo propónse realizar unha análise exhaustiva das variacións climáticas en Ourense, abordando dous períodos:

- Primeiro período: Finais do S.XIX e comezos do S.XX (1887-1917);
- Segundo período: Comezos do S. XXI (1999-2023).

O primeiro período escolleuse por ser a data na que aparecen os rexistros máis antigos das distintas variables climáticas na cidade de Ourense. Ambos períodos “distan” máis de 100 anos, polo que a posible influencia do cambio climático debería ser perfectamente detectable. O enfoque céntrase nas variables climáticas fundamentais, incluíndo temperaturas máximas e mínimas absolutas mensuais, temperaturas máximas e mínimas medias mensuais, así como precipitacións acumuladas mensuais, días de choiva de cada mes e precipitación diaria máxima de cada mes. A efectos de nomenclatura o primeiro período denominarase neste TFG como S. XX e o segundo período denominarase como S. XXI

A ferramenta principal desta análise será o programa Matlab, que permitirá a xeración de gráficas representativas, tales como boxplots de temperaturas, figuras de evolución da precipitación, gráficos de barras, evolucións anuais e representacións estacionais. Estas representacións visuais non só facilitarán a interpretación dos datos, senon que tamén servirán como instrumentos fundamentais para a comparación entre os resultados obtidos para as variables climáticas nos dous períodos analizados.

O propósito esencial desta análise é identificar e cuantificar os cambios significativos que poden ter ocorrido nas condicións climáticas de Ourense ao longo do tempo. Especificamente, buscaranse patróns distintivos nas tendencias de temperatura e precipitación entre o S. XIX e o S. XXI. Ademais, preténdese avaliar a posible presenza de fenómenos climáticos extremos, tales como vagas de calor, secas ou choivas intensas, ca fin de comprender mellor a variabilidade climática ao longo dos anos.

A comparación destes dous séculos non solo aportará datos sobre a evolución climática, senon que tamén permitirá extraer datos significativos sobre posibles influencias do cambio climático na rexión. Ao comprender as transformacións nas condicións climáticas ao longo do tempo, este estudio aspira a contribuir de forma sustancial ao coñecemento e conciencia sobre a

dinámica climática en Ourense, brindando información valiosa para futuras investigaciones e adaptaciones locais.

3. Bases de datos e métodos

Neste apartado descríbense as fontes de datos utilizados no estudo meteorolóxico, así como a instrumentación empregada nas estacións meteorolóxicas de Ourense nos distintos períodos analizado. O primeiro período, que denominaremos S.XX comprenderá os anos 1887-1917, en segundo período, que denominaremos S. XXI, comprenderá os anos 1999-2023.

3.1 Bases de datos meteorolóxicos

3.1.1. Datos S. XX: Estación Meteorolóxica Instituto Otero Pedrayo

A primeira estación meteorolóxica de Ourense é a denominada actualmente como 1690B e desempeñou un papel crucial no rexistro e análise de datos climáticos na rexión. A súa historia remóntase a 1887, ano no cal se estableceu a primeira localización oficial da estación.

Esta estación situouse no Antigo Instituto Otero Pedrayo (42° 20' 11'' N, 07° 51' 52'' W), a unha altitude de 142m (ver figura4d-punto E1).

Naquela época, os datos meteorolóxicos eran recollidos mediante observacións manuais. A temperatura, en particular, era medida cun termómetro de mercurio, que estaba protexido dentro dunha garita para evitar a influencia directa do sol e doutros factores ambientais. Ademais do termómetro, utilizábanse outros instrumentos meteorolóxicos importantes, como o pluviómetro e a veleta.

A temperatura media no ano 1887 calcúlase utilizando a fórmula:

$$T^a \text{ media} = \frac{1}{2} (T+t) \quad (1)$$

Onde T e t, son os promedios das temperaturas máximas e mínimas, por irradiación e do aire, rexistradas en todos os días do mes.

Os datos correspondentes a esta estación durante este período pódense descargar dende a páxina web https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/10863/browse?type=dateissued&submit_browse=Fecha+Publicaci%C3%B3n de AEMET:

3.1.2. Datos S. XXI: AEMET

No ano 1972, a estación meteorolóxica de Ourense estableceuse no Complexo Hospitalario de Ourense (CHUO) ata a actualidade. Esta estación coñécese como estación como 1690A. A súa localización pódese ver na figura 4d-punto E2.

No período comprendido entre 1972 e 2015, nesta estación empregáronse instrumentos manuais para recopilar datos climáticos, incluído garita gnrade, pluviómetro, pluviógrafo, probeta, termómetro seco/húmido, termómetro máx/mín, termómetro mín a nivel do solo, termómetro subsolo, tanque evaporímetro, termohigrógrafo, evaporímetro Piché, barómetro e barógrafo.

Sin embargo, a partir de 2015, implementáronse instrumentos automáticos (tipo ESOs, Thies), marcando unha transición hacia a automatización na recopilación de información meteorolóxica ata a data actual. Esta nova instrumentación inclúe sonda T/H (temperatura/humidade), visibilímetro, barómetro, termómetro mín xunto ao solo, termómetro subsolo, disdrómetro, anemómetro e perhielómetro.

Os datos correspondentes a esta estación pódense descargar dende a páxina web de AEMET: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>

3.2. Métodos

3.2.1. Datos históricos: análise de precisión do instrumental

Os valores históricos proporcionados pola estación metereolóxica conta cas seguintes garantías de calidade:

- Os datos foron verificados polo editor dos documentos oficiais onde se consignan, eliminando os valores claramente errados. Isto asegura que so os datos precisos e confiáveis son os utilizados na análise.
- A instalación dos instrumentos de medición é adecuada, garantizando que os datos recolectados son precisos e representativos das condicións reais.

Nas figuras 11 e 12 mostranse as imaxes da antiga estación meteorolóxica do Instituto Otero Pedrayo onde se poden apreciar os distintos compoñentes da mesma.

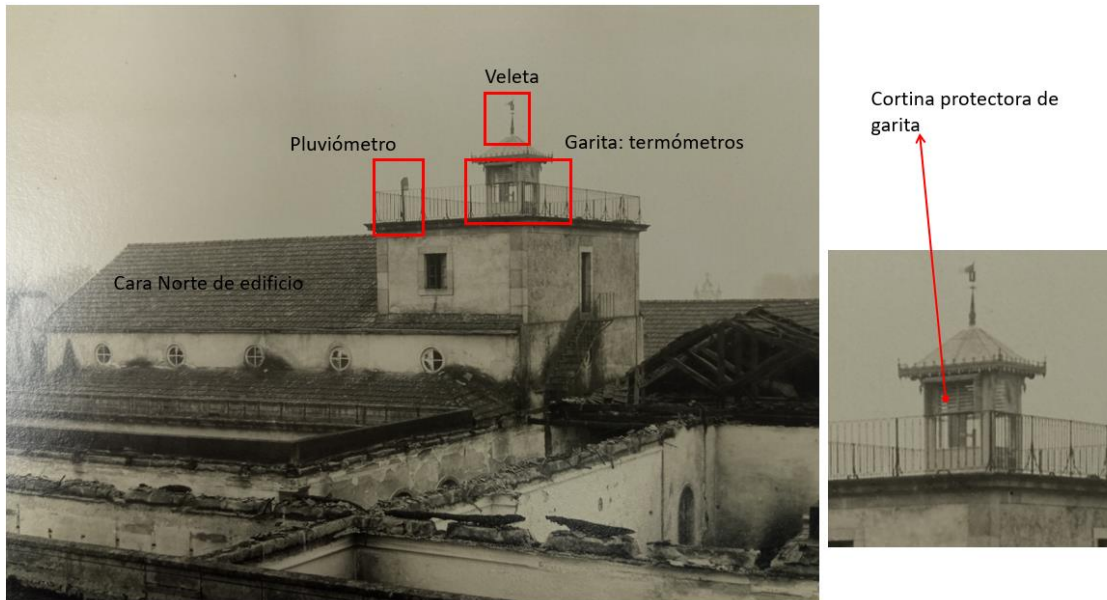


Figura 11. Instrumentos visibles da estación meteorolóxica de Ourense 1690B.. De esquerda a dereita: Pluviómetro, veleta e termómetros.

3.2.2. Parámetros estatísticos

Neste apartado preséntanse os parámetros estatísticos empregados nas gráficas do capítulo 4, fundamentais para analizar a evolución das temperaturas e precipitacións ao longo do tempo. Estes parámetros son esenciais para comprender a variabilidade, identificar tendencias e detectar posibles anomalías nos datos meteorolóxicos estudados.

Para a análise detallada das variables meteorolóxicas temperatura e precipitación, empregaranse principalmente gráficos de barras e boxplots. É crucial entender os seguintes conceptos asociados aos boxplots:

- **Percentiles (P25 e P75):**
 - **Percentil 25 (Q1):** O valor por baixo do cal se atopa o 25% dos datos. Indica o primeiro cuartil.
 - **Percentil 50 ou mediana (Q2):** O valor central que divide os datos en dúas metades iguais. Representase gráficamente mediante unha liña vermella.
 - **Percentil 75 (Q3):** O valor por baixo do cal se atopa o 75% dos datos. Indica o terceiro cuartil.
- **Rango Intercuartil (IQR):** A diferenza entre Q3 e Q1, representa a dispersión da metade central dos datos. É unha medida de dispersión que describe a amplitude do rango medio do conxunto de datos.

$$\text{IQR} = Q3 - Q1$$

(2)

- **Valores Atípicos ou outliers:** Datos que se atopan significativamente afastados do rango intercuartil. Son aqueles valores que están por baixo de $Q1 - 1.5 \times \text{IQR}$ ou por encima de $Q3 + 1.5 \times \text{IQR}$. Representáanse gráficamente mediante unha cruz vermella.
- **Valores máximos que non son outliers:** O valor máis alto dentro do rango de $Q1 - 1.5 \times \text{IQR}$ e $Q3 + 1.5 \times \text{IQR}$.
Este é o punto máis alto representado na "bigote" superior do boxplot.
- **Valores mínimos que non son outliers:** O valor máis baixo dentro do rango de $Q1 - 1.5 \times \text{IQR}$ e $Q3 + 1.5 \times \text{IQR}$.
Este é o punto máis baixo representado na "bigote" inferior do boxplot.
- **Valores medios:** Representa o promedio dos datos e representábase gráficamente mediante un punto vermello para o S. XX e mediante un asterisco para o S. XXI.

4. Resultados e discusión

Neste apartado presentaranse e discutiránse os resultados obtidos tanto de temperaturas como de precipitacións nas estacións do Instituto Otero Pedrayo (1690B) para o S. XX e de AEMET (1690A) para o S. XXI. Os resultados analizaranse de forma separada para cada variable, é dicir, primeiro mostraranse os resultados relativos aos distintos parámetros de temperaturas analizadas (temperaturas máximas e mínimas absolutas, temperaturas máximas e mínimas medias e temperaturas medias) e, a continuación, analizaranse os resultados de precipitacións (precipitación acumulada mensual, número de días de choiva mensual e precipitación máxima diaria de cada mes). Isto facémolo así xa que as medidas de temperaturas e precipitacións teñen asociadas distintas limitacións que poden condicionar os resultados de diferentes maneiras polo que o máis aconsellable é analizar estes parámetros (temperaturas e precipitación) de forma separada.

4.1. Evolución de Temperaturas

4.1.1. Temperaturas máximas e mínimas absolutas

A figura 12 mostra a evolución anual das temperaturas máximas e mínimas absolutas, t_{\max} y t_{\min} , respectivamente, mediante boxplots.

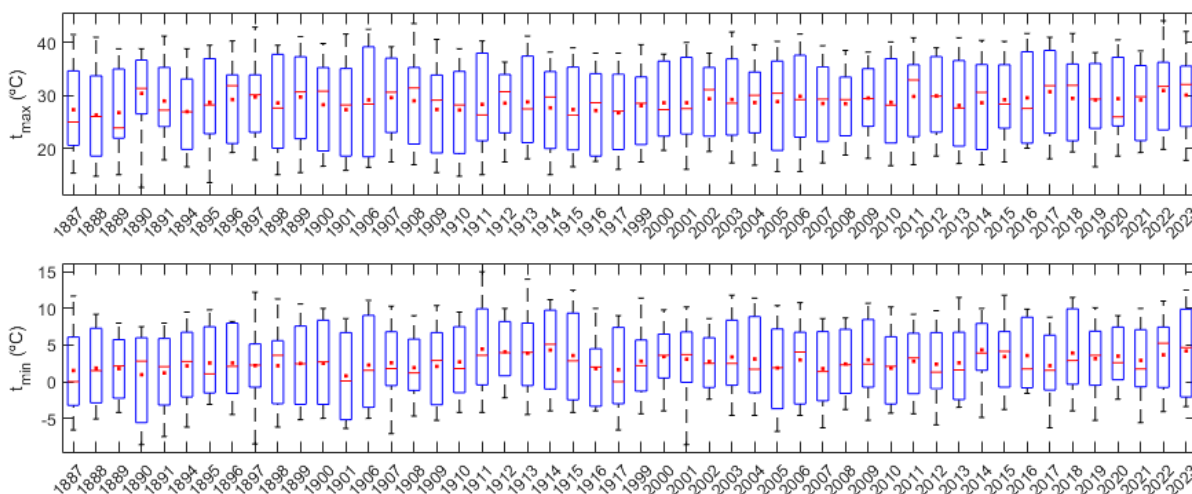


Figura 12. Evolución anual de temperatura máxima absoluta (panel superior) e temperatura mínima absoluta (panel inferior). O punto vermello representa o valor medio da temperatura.

A evolución anual tanto de t_{\max} como de t_{\min} non presenta tendencias evidentes durante os períodos analizados xa que a variabilidade mostrada polas caixas do boxplot (percentiles 25 e 75%) de ambos parámetros recubre os percorridos dos valores medios obtidos (puntos vermellos da figura 12). Para analizar máis en detalle estes parámetros, na táboa 6 móstranse os valores extremos das temperaturas máximas e mínimas absolutas así como os das medias anuais de cada unha delas.

Táboa 4. *Valores extremos asociados ás temperaturas máximas e mínimas absolutas ($^{\circ}\text{C}$) e incremento de temperatura (Δ en $^{\circ}\text{C}$) entre os datos do S. XX e os do S. XXI.*

		S. XX	S. XXI	Δ
t_{\max}	max	43.6	44.1	0.5
	min	12.6	15.6	3.0
t_{\min}	max	15.0	12.5	-2.5
	min	-8.6	-8.6	0.0
Promedio anual				
t_{\max}	max	30.38	30.9	0.52
	min	26.28	28.05	1.77
t_{\min}	max	4.45	4.35	-0.10
	min	0.78	1.78	1.00

Na táboa 4 pódese comprobar a variación dos valores extremos das temperaturas máximas e mínimas absolutas, así como a das súas medias anuais. A variación dos valores máximos das temperaturas máximas absolutas é de 0.5°C mentres que os valores mínimos variaron 3°C entre os dous periodos de tempo. A variación dos valores máximos das temperaturas mínimas absolutas é de -2.5°C mentres que os valores mínimos non mostran variación. Respecto a os valores promediados anualmente, a variación dos valores máximos das temperaturas máximas absolutas é de 0.52°C e a dos valores mínimos é 1.77°C . A variación dos valores máximos das temperaturas mínimas absolutas promediadas é de -0.10°C e a dos valores mínimos é 1.00°C . En todos os casos, salvo nos valores máximos das temperaturas mínimas absolutas promediadas e nos valores máximos das temperaturas mínimas absolutas, as variacións son positivas, é dicir, valores máis altos no S. XXI. As variacións maiores aparecen nos valores mínimos das temperaturas máximas absolutas (3°C) e os valores máximos das temperaturas mínimas

absolutas (-2.5°C). Os valores extremos de temperatura máxima e mínima absoluta mostrados na Táboa 6 teñen unha natureza eminentemente puntual polo que poden estar afectados de erros que poden ter un peso alto nos valores obtidos. Para tratar de analizar este punto, no apartado seguinte, vanse analizar as temperaturas máximas e mínimas medias.

4.1.2. Temperaturas máximas e mínimas medias

A variación anual destes dous parámetros ($t_{\min \text{ media}}$ y $t_{\max \text{ media}}$) se presenta na figura 13 mediante boxplots.

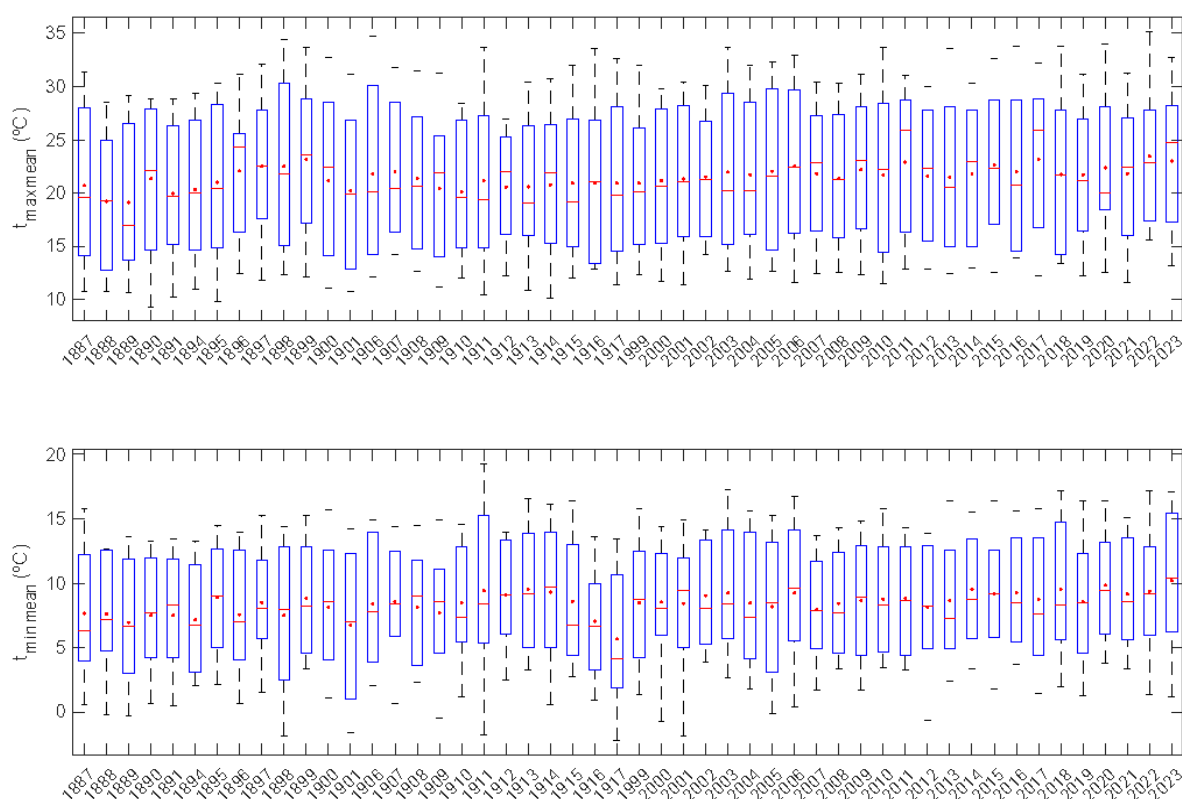


Figura 13. Evolución anual de temperatura máxima media (panel superior) e temperatura mínima media (panel inferior). O círculo vermello representa o valor medio da temperatura.

De forma similar ao que se pode comprobar no apartado anterior, a variabilidade das medidas representadas polas barras azuis do boxplot encerran todo o percorrido dos valores medios, tanto para os valores obtidos para o S. XX como para o S. XXI, das temperaturas máximas e mínimas medias. Se nos centramos nos valores extremos obtidos para estas variables podemos ter unha visión en detalle da evolución destes parámetros. A táboa 5 mostra os valores extremos obtidos.

A variación destes parámetros é similar á mostrada para as temperaturas máximas e mínimas absolutas. En todos os casos, salvo para os valores máximos das temperaturas mínimas medias, as temperaturas rexistradas para o S. XXI son maiores que as rexistradas no S. XX. As variacións maiores aparecen nos valores mínimos das temperaturas máximas medias (2.1°C) e nos valores máximos das temperaturas mínimas medias (-2.0°C). Por tanto, dado que estes resultados (referidos a valores extremos) presentan o mesmo comportamento que os mostrados no apartado anterior (temperaturas máximas e mínimas absolutas) podemos dicir que a tendencia xeral observada dos valores extremos é a dun incremento positivo no S.XXI respecto a os valores rexistrados no S. XX.

Táboa 5. *Valores extremos asociados ás temperaturas máximas e mínimas medias (°C) e incremento de temperatura (Δ en °C) entre os datos do S. XX e os do S. XXI.*

		S. XX	S. XXI	Δ
t_{\max} media	max	34.7	35.2	0.5
	min	9.3	11.4	2.1
t_{\min} media	max	19.3	17.3	-2.0
	min	-2.2	-1.8	0.4
Promedio anual				
t_{\max} media	max	23.16	23.47	0.31
	min	19.13	20.94	1.81
t_{\min} media	max	9.53	10.21	0.68
	min	5.69	7.95	2.26

Hai que ter en conta que estamos a deixar de lado a variabilidade intrínseca das medidas. Isto ímolo a tratar no seguinte apartado no que se van a mostrar os valores promediados mensuais xunto coa súa variabilidade.

4.1.3. Temperaturas medias mensuais

Na seguinte figura móstranse as temperaturas máximas e mínimas absolutas en medias mensuais para os S. XX e S. XXI xunto coa variabilidade das mesmas.

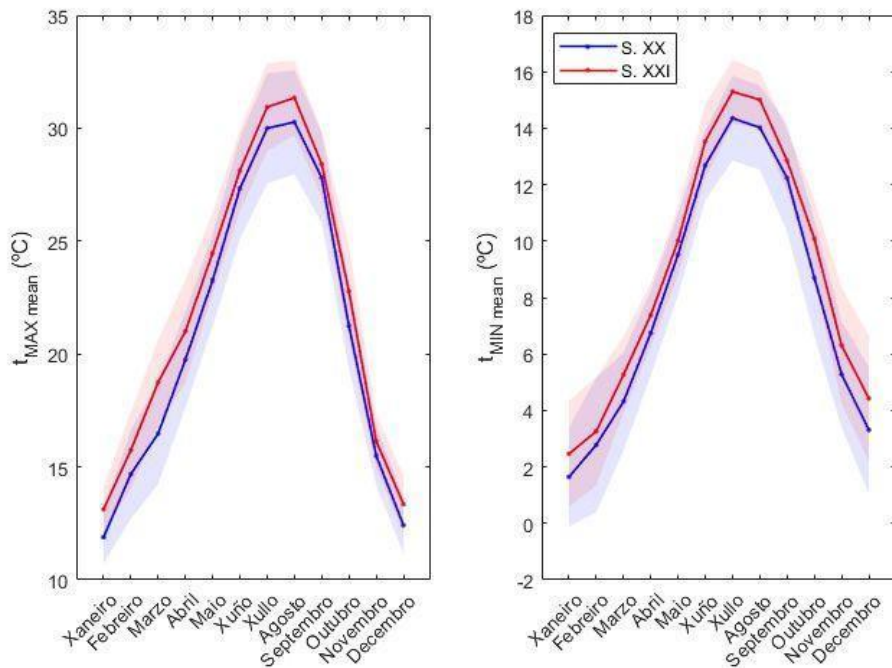


Figura 14. *Temperaturas máximas absolutas mensuais (panel esquerdo) para S. XX (liña azul) e S. XXI (liña vermello). Temperaturas mínimas absolutas mensuais (panel dereito) para S. XX (liña azul) e S. XXI (liña vermella). As áreas azuis representan a variabilidade das medidas para o S. XX e as vermellas a variabilidade das medidas para o S. XXI.*

A figura 14 mostra de forma clara a variación das temperaturas mensuais ao longo de ano xunto coa súa variabilidade mensual. Nesta figura pódese ver que na maioría dos casos tanto as temperaturas mínimas como as máximas absolutas de cada mes correspondentes ao S. XX son inferiores ás do S. XXI. Pódese ver tamén que a diferenza entre os valores correspondente ao S. XX e ao S. XXI para cada mes está “recuberta” pola área que representa a variabilidade das medidas correspondente a cada século. Por tanto, aínda que os valores promediados soen presentar unha diferenza positiva a favor dos datos do S. XXI non se pode concluír que as temperaturas mensuais sufrirán un incremento. De forma similar, faise unha análise das temperaturas máximas e mínimas medias para tratar de evitar posibles erros puntuais que puidesen afectar os valores de temperaturas máximas e mínimas absolutas. A figura 15 mostra esta análise para as temperaturas máximas e mínimas medias.

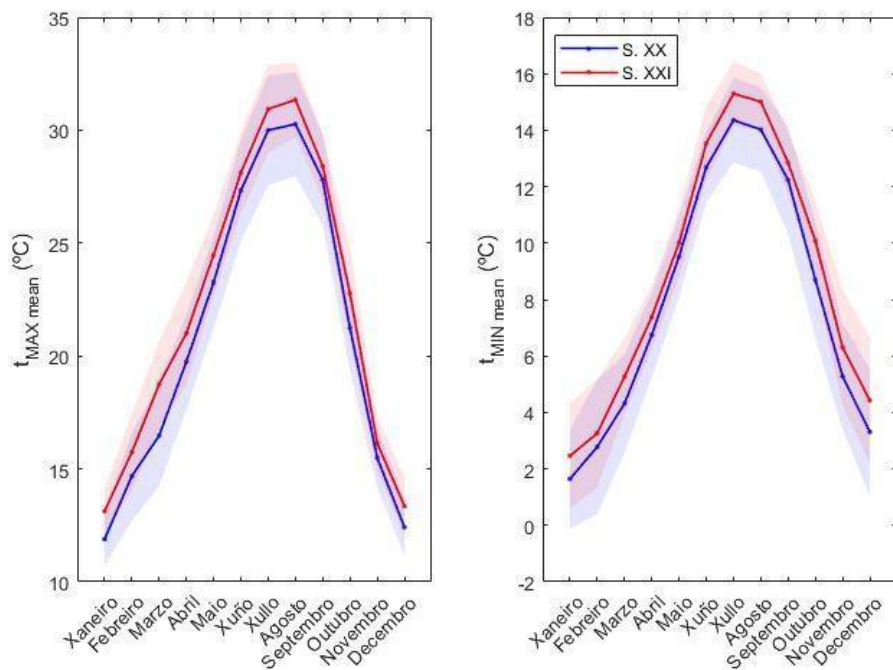


Figura 15. *Temperaturas máximas medias mensuais (panel esquerdo) para S. XX (liña azul) e S. XXI (liña vermella) e temperaturas mínimas medias mensuais (panel dereito) para S. XX (liña azul) e S. XXI (liña vermella). As áreas azuis representan a variabilidade das medidas para o S. XX e as vermellas a variabilidade das medidas para o S. XXI.*

A figura 15 mostra uns resultados similares ós mostrados para as temperaturas máximas e mínimas absolutas. As temperaturas máximas e mínimas medias representativas do S. XX son menores que as do S.XXI pero a súa variabilidade mensual é similar a esta diferenza polo que non se pode concluír que exista un incremento das temperaturas en Ourense entre os S. XX e S.XXI. Se nos centramos soamente nos valores medios, é claro que si existe un aumento dos valores obtidos no S. XXI respecto a os do S. XX, pero isto sería unha conclusión parcial porque estaríamos a deixar de lado o parámetro de variabilidade asociado ás temperaturas.

De forma máis detallada, na táboa 6 móstranse as diferenzas para cada mes entre as temperaturas máximas medias e mínimas medias obtidas para o S. XX e o S. XXI. Móstranse tamén a variabilidade (desviación típica) para cada unha delas.

Táboa 6. Valores medios e desviación estándar das temperaturas máximas medias (°C) de cada mes xunto coas súas diferenzas e as súas desviacións típicas para os séculos XX e XXI.

	Promedios			Desviación típica	
	S. XX	S. XXI	Diferencias	S. XX	S. XXI
Enero	11.9	13.1	1.2	1.2	1.0
Febrero	14.7	15.7	1.0	2.0	1.7
Marzo	16.5	18.7	2.2	2.2	1.9
Abril	19.7	21.0	1.3	2.1	2.3
Mayo	23.3	24.5	1.2	2.0	1.8
Junio	27.3	28.1	0.8	2.2	1.8
Julio	30.0	30.9	0.9	2.4	1.9
Agosto	30.3	31.3	1.0	2.3	1.6
Septiembre	27.8	28.4	0.6	2.0	1.4
Octubre	21.2	22.8	1.6	1.8	2.0
Noviembre	15.5	16.1	0.6	1.3	1.2
Diciembre	12.4	13.5	1.1	1.2	1.3

Da táboa 6 pódese obter que as diferenzas son, en todos os casos, positivas o que implica que as temperaturas máximas medias de cada mes para o S. XXI son maiores que os seus correspondentes do S. XX. Estas diferenzas son do mesma orde de magnitude que as desviacións típicas das medidas para cada século. Por exemplo, a diferenza máxima obtense no mes de marzo e alcanza os 2.3°C. As desviacións típicas deste mes para os S. XX e S. XXI son 2.2°C e 1.9 °C, respectivamente. Estas desviacións típicas son do mesma orde de magnitude que a diferenza das medias polo que non podemos concluír que a temperatura máxima media para marzo no S. XXI sexa superior á do S. XX. Para o resto de parámetros, isto é, temperatura mínima media, temperatura máxima absoluta e temperatura mínima absolutas, os resultados son moi similares.

4.2. Evolución da precipitación

4.2.1. Precipitacións acumuladas medias mensuais

Na figura 16 móstrase a precipitación media mensual acumulada durante os S.XIX e S. XXI:

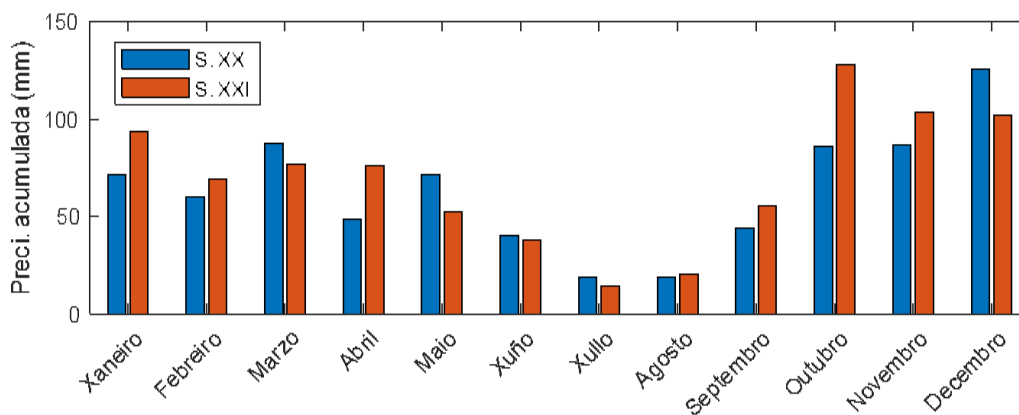


Figura 16. Precipitación acumulada media mensual no S. XX (azul) e no S. XXI (vermella) entre 1999 e 2023.

Na análise comparativa da distribución da precipitación acumulada media mensual ao longo do ano entre os S. XX e S. XXI (Figura 16), obsérvanse patróns notables que describiremos cronolóxicamente a continuación.

Durante os meses de verán (xuño, xullo e agosto), a cantidade de precipitación acumulada é relativamente similar entre ambos séculos. Nos meses de outono (setembro, outubro e novembro), evidénciase un notable aumento na precipitación acumulada durante o S. XXI en comparación co S. XX sendo outubro o mes con maior diferenza entre períodos de todo o ano. Esta tendencia mantense durante o inverno, sendo xaneiro e febreiro os meses cunha precipitación acumulada considerablemente maior no S. XXI, mentres que decembro mostra unha tendencia oposta, cunha maior precipitación no S. XX. Na primavera (marzo, abril e maio), os datos revelan unha variabilidade interesante. Aínda que a precipitación acumulada é maior en marzo e maio no S. XXI en comparación co S. XX, o mes de abril mostra unha redución significativa na cantidade de precipitación acumulada durante o S. XXI.

Ao considerar os meses coa maior e menor acumulación de precipitación en ambos séculos, obsérvase que outubro, novembro e decembro son consistentemente os meses coa maior cantidade de precipitación acumulada en ambos os períodos. Pola contra, durante os meses de verán, rexístrase a menor acumulación de precipitación en ambos os séculos. En canto aos valores máximos de precipitación, no S. XX, decembro é o mes coa maior cantidade de precipitación acumulada, mentres que xullo rexistra a menor cantidade. Doutra banda, no S. XXI, outubro é o mes coa maior precipitación acumulada, mentres que xullo continúa sendo o mes coa menor cantidade de precipitación.

Ca fin de analizar a variabilidade das precipitacións medias mensuais móstrase na figura 17 unha comparativa entre a evolución da precipitación media mensual do S. XX e do S. XXI, representada mediante gráficos de boxplots.

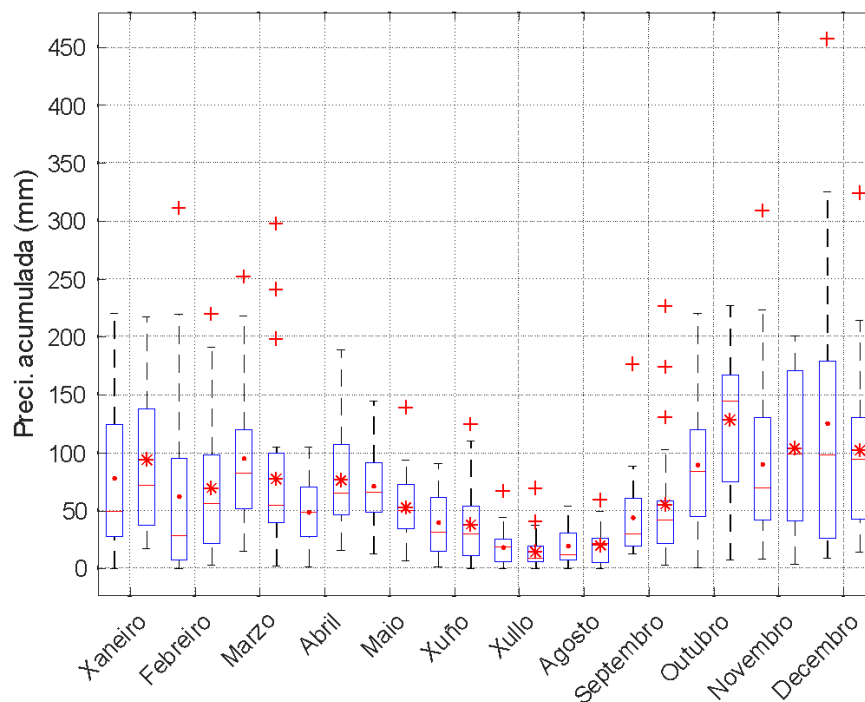


Figura 17. Precipitación media mensual no S. XX (boxplots con punto vermello) e no S. XXI (boxplot son asterisco). Os puntos e os asteriscos vermellos representan o valor medio da precipitación máxima diaria para o S. XX e S. XXI, respectivamente.

Os boxplots cos puntos de cor vermello representan os valores correspondentes ó S. XX e os asteriscos vermellos representan os valores característicos S. XXI. Nesta figura, pódese ver claramente que as diferencias entre as medias dos S. XXI (asterísco vermello) e dos S. XX (punto vermello) de cada mes están dentro da variabilidade dos valores observados, representados na figura 17 polas caixas azuis. Ademais, identifícanse valores atípicos (outliers) en varios meses. Estes datos destacan a variabilidade e complexidade dos patróns de precipitación ao longo do tempo.

En resumo, a análise comparativa da precipitación entre finais do S. XX e principios do S. XXI revela unha variabilidade estacional e mensual significativa. Mentres que en xeral, o S. XX mostra unha tendencia cara a valores máis altos de precipitación, especialmente nos meses de verán e primavera e máis baixos en inverno e, principalmente, en outono. No S. XXI presenta fluctuacións máis marcadas, con algúns meses mostrando un aumento da precipitación, mentres que noutros se rexistran valores máis baixos en comparación co XX.

4.2.2. Número medio de días de choiva por mes

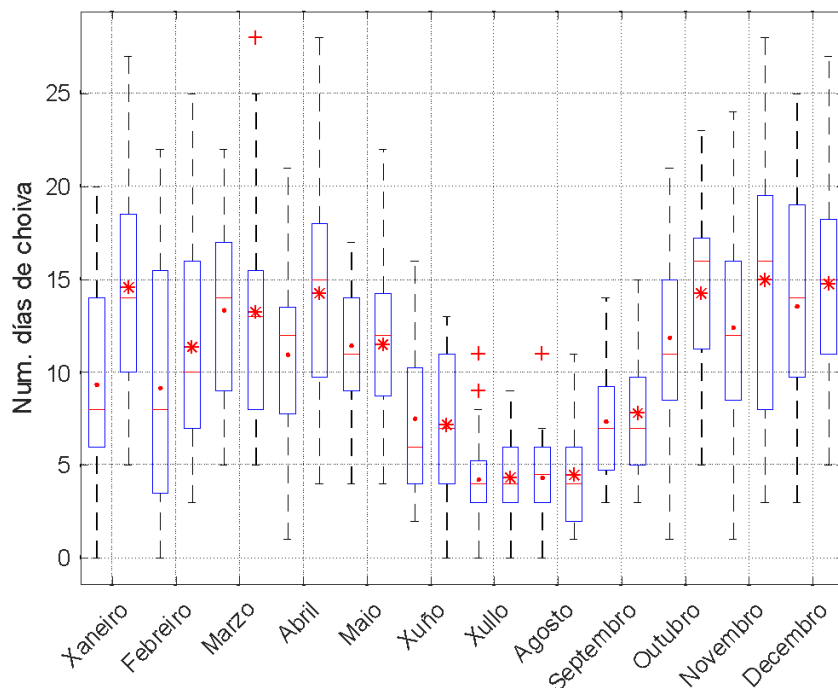


Figura 18. Número de días de choiva mensuais para o S. XX (boxplots con punto vermello) e o S. XXI (boxplots con asterisco vermello). Os puntos e os asteriscos vermellos representan o valor medio da precipitación máxima diaria para o S. XX e S. XXI, respectivamente.

En xeral, hai unha tendencia cara a un aumento no número de días de choiva no S. XXI en comparación co S. XX. Isto evidénciase especialmente nos meses de xaneiro, abril e outubro, onde o S. XXI mostra un maior número de días de choiva, segundo os boxplots representados na figura 18. Con todo, esta tendencia non é consistente en todos os meses. Por exemplo, en marzo, xuño, xullo agosto e setembro non se observan diferenzas significativas no número de días de choiva entre ambos séculos, xa que os boxplots mostran unha distribución similar. Pódese ver tamén que a variabilidade mostradas polas caixas azuis dos boxplots adoitan recubrir a diferenza entre os valores medios do S. XX (puntos vermellos) e do S. XXI (asteriscos vermellos).

4.2.3. Precipitaciones máximas diarias

A figura 19 mostra a variación da máxima precipitación diaria de cada mes nos S. XX (boxplots con punto vermello) e no S. XXI (boxplots con asterisco vermello).

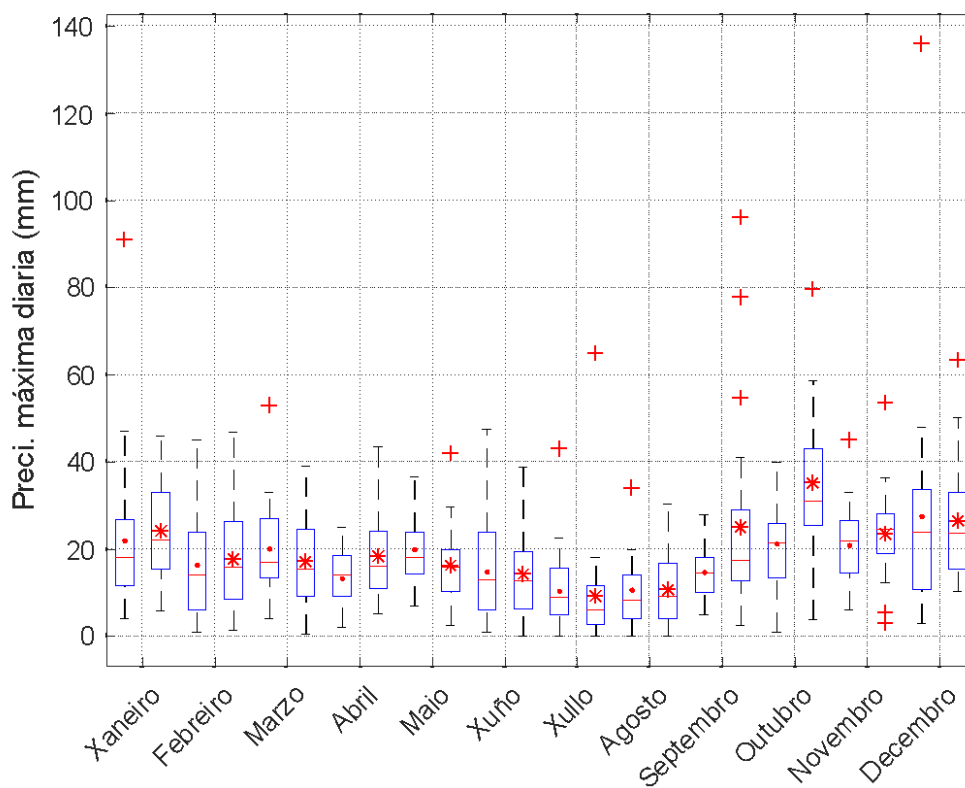


Figura 19. Precipitación máxima diaria do S. XX (boxplots con punto vermello) e do S. XXI (boxplots con asterisco vermello). O punto vermello representa o valor medio da precipitación máxima diaria para o S. XX e o asterisco vermello representa o valor medi opara o S. XXI.

De forma global pódese ver que as diferencias dos valores medios de cada período de análise (S. XX e S. XXI) para cada mes están dentro da variabilidade mostrada nos boxplots salvo no mes de outubro no que se pode ver un gran incremento do máximo de precipitación diaria para o S. XXI. Tamén, no mes de setembro existe un incremento importante do máximo de precipitación diaria para o S. XXI pero, neste caso as caixas azuis dos boxplots “recubren” en parte a diferencia das medias.

Móstrase na táboa 7 e a modo de resumo os resultados das variacións mensuais porcentuais máximas e mínimas dos parámetros de temperatura e precipitación analizados.

Táboa 7. Variacións mensuais porcentuales máximas e mínimas da temperatura máxima media, temperatura mínima media, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, precipitación media, precipitación máxima diaria e número de días de precipitación entre o S XX e o S XXI en Ourense.

	Variación mensuais					
	Máxima			Mínima		
	S. XX	S. XXI	Mes	S. XX	S. XXI	Mes
T. Máxima media (°C)	16.5	18.7	marzo	27.8	28.4	setembro
T. Mínima media (°C)	1.6	2.5	xaneiro	12.2	12.8	setembro
T. Máxima abs. (°C)	16.7	18.7	xaneiro	38.6	38.8	agosto
T. Mínima abs. (°C)	2.6	4.3	outubro	-1.5	0.6	novembro
Preci. Media (mm)	48.9	76.3	abril	71.3	52.7	maio
Preci. Máx. diaria (mm)	14.7	25.0	setembro	19.9	16.21	maio
Num. Días preci.	9	14	xaneiro	*	*	*

*As variación mínimas do número de días de precipitación son iguais a cero e prodúcense nos meses de marzo, maio, xuño, xulio e agosto

Conclusións:

Tras a análise das temperaturas máximas e mínimas tanto absolutas como medias, do número de días de choiva, das precipitacións máximas diarias e das precipitacións medias mensuais o longo do S. XX e o S. XXI podemos concluir que:

- Obsérvanse un aumento xeral tanto nas temperaturas máximas como mínimas absolutas e medias durante o S. XXI en comparación co S. XX:
 - Os promedios anuais das temperaturas máximas medias aumentan un 5% (dende 20.9 °C ata 22.0 °C), os promedios das mínimas medias aumentan un 11% (dende 8.0 °C ata 8.8°C), os promedios anuais das máximas absolutas aumentan un 4% (dende 28.0 °C ata 29.2 °C) e os promedios anuais das mínimas absolutas aumentan un 29% (dende 2.3 °C ata 3.0 °C).
 - A nivel mensual, existe un incremento na temperatura máxima media que oscila entre un 2% (dende 27.8°C ata 28.4°C) no mes de setembro e un 13 % (dende 16.5 °C ata 18.7 °C) no mes de marzo no S. XXI respecto do S. XX. A temperatura mínima media mostra tamén un aumento dende un 4.9% (dende 12.2 °C ata 12.8 °C) en setembro ata un 53.8% en xaneiro (dende 1.6 °C ata 2.5 °C). As temperaturas máximas absolutas sofren un aumento dende o 0.5% (dende 38.6 °C ata 38.8 °C) en agosto ata o 12% (dende 16.7 °C ata 18.7 °C) en xaneiro. Finalmente, as temperaturas mínimas absolutas mostran un comportamento máis variable. No meses de maio, xuño, xulio e agosto mostran un aumento mentres que no resto dos meses diminúen. O máximo incremento é en outubro 65% (dende 2.6 °C ata 4.3°C) e o máximo descenso é en novembro (dende -1.5 °C ata 0.6 °C).
- Respecto as precipitacións, pódese ver un aumento xeral dos parámetros analizados, aínda que cunha variabilidade un pouco máis alta que no caso das temperaturas.
 - Os acumulados anuais aumentan un 6% (dende 784,9 mm ata 832,2 mm). Os valores promedios anuais da precipitación máxima diaria aumentan un 12% (dende 17,7 mm ata 19,8 mm) e o promedio anual de número de días de precipitación aumenta un 15 % (dende 9 días ata 11 días)
 - A nivel mensual móstrase un comportamento máis variable ca das temperaturas. A precipitación media mensual aumenta nos meses xaneiro, febreiro abril, agosto, setembro, outubro en novembro e un descenso no resto dos meses. A

variación vai dende o -26% en maio ata o 56% en abril. As precipitación máximas diarias mostran un aumento os mesmos meses que as precipitacións medias mensuais e as variación van dende o -19% en maio ata o 70% en setembro. Finalmente, o número de días de choiva mostra un aumento os meses de xaneiro, febreiro, abril, setembro, outubro, novembro e decembro. O resto dos meses mantense constante. As variacións van dende o 0% (meses sen variación no número de días de choiva) ata o 56% no mes de xaneiro.

Bibliografía:

Antuña, JC. Riesgos Climáticos a Impacto Ambiental. C. García-legaz; F. Valero (Eds.), 2003; pp. 3-19. Recuperado de <https://www.divulgameteo.es/uploads/Efectos-clim%C3%A1ticos-volcanes.pdf>

Barba, J. (2022, noviembre 14). *¿Qué es un refugio climático?* Ecoticias. Recuperado de: <https://www.ecoticias.com/naturaleza/que-es-un-refugio-climatico>

Barba, J. (2022, octubre 10). *¿Qué es un refugio climático?* Blog del CREAM. Recuperado de: <https://blog.cream.cat/es/conocimiento/que-es-un-refugio-climatico/>

Castro, C. M. (2020). *Cambio climático antropogénico*. Divulgameteo. Recuperado de: <https://www.divulgameteo.es/archivos/articulos-lecturas/CC-antropog%C3%A9nico-Castro.pdf>

Diario Oficial de Galicia. (2002, febrero 6). *Decreto 14/2002, de 24 de enero, por el que se establece la estructura orgánica de la Consellería de Medio Ambiente*. DOG Núm. 27, p. 1.385. Recuperado de, https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2002/20020206/Anuncio1CA2_es.html

Florido, F. (2022, octubre 10). *¿Qué es un refugio climático?* Blog CREAM - EL BLOG DEL CREAM. Recuperado de <https://blog.cream.cat/es/conocimiento/que-es-un-refugio-climatico/>

García-García, M., Gómez, B., & Rodríguez, J. (2019). *Cambios Climáticos y Clima del Pasado*. Recuperado de: https://ephyslab.uvigo.es/wp-content/uploads/2019/05/Cambios_Climaticos_Clima_Pasado_19.pdf

Gimeno, L., Nieto, R., Gimeno-Sotelo, L., Sori, R., Vazquez, M., & Stojanovic, M. (2023). *Learning and teaching meteorology through short answer questions. INTED2023 Proceedings*.

Gobierno de Navarra. (2024). *Diferencia entre tiempo y clima* Recuperado de:
<http://meteo.navarra.es/definiciones/diferenciaTiempoClima.cfm>

Iglesias, B. (2018, noviembre 30). *75 años de una fusión histórica*. La Región. Recuperado de:
<https://www.laregion.es/articulo/ourense/75-anos-fusion-historica/20181129000533839025.html>

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.

Medina, J. S. (2003). *Desarrollo urbano en Ourense. 1895-2000*.

Medina, J. S. (2000). *Dinámica industrial de Ourense en el siglo XX*. Poligonos, 10, 117. Recuperado de: <https://doi.org/10.18002/pol.v0i10.559>

Meteoclim. (2019). *Ciclos de Milankovitch*. Meteoclim. Recuperado de:
<https://blog.meteoclim.com/ciclos-de-milankovitch>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Otras iniciativas*. Recuperado de:
<http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). *Guía resumida del Grupo de Trabajo I del IPCC: Bases físicas del cambio climático (AR6)*. Recuperado de:
<https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/el-proceso->

[internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/ipcc-guia-resumida-gt1-bases-fisicas-ar6_tcm30-533081.pdf](https://www.un.org/es/global-issues/climate-change)

Naciones Unidas. (2021). *Climate change*. United Nations. Recuperado de: <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>

Pacheco, J. (2018, junio 24). *Ourense, 1910*. La Región. Recuperado de: <https://www.laregion.es/articulo/ourense-no-tempo/ourense-ano-1910/20180624132119804039.html>

Sandra, M. G. (2022, noviembre 14). *¿Qué es un refugio climático?* nECoticias. Recuperado de <https://www.ecoticias.com/naturaleza/que-es-un-refugio-climatico>

Somoza Medina, J. (2000). *Dinámica industrial de Ourense en el siglo XX*. Poligonos, 10, 117. Recuperado de <https://doi.org/10.18002/pol.v0i10.559>

Turismo de Ourense. (2021). *Historia de Ourense*. Recuperado de: <https://www.turismodeourense.gal/la-ciudad/historia-de-ourense/>

Unidad de Cambio Climático. (2018). *Otras iniciativas*. Cambio Climático Colombia. Recuperado de: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>

Viñas, Á. (1980). *Autarquía y política exterior en el primer franquismo (1939-1959)*. Centro de Estudios Políticos y Constitucionales. Recuperado de: <https://www.cepc.gob.es/sites/default/files/2021-12/34926rei01001061.pdf>

Varela, M., & Placer, L. (2021, junio 13). *El crecimiento de las ciudades gallegas en el último siglo en gráficos interactivos*. La Voz de Galicia. Recuperado de <https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/galicia/2021/06/11/crecido-ciudades-gallegas-ultimo-siglo/00031623432776496861521.htm>

Xunta de Galicia. (2018). *Estratexia Galega de Cambio Climático e Enerxía 2050*. Recuperado de:

https://cambioclimatico.xunta.gal/c/document_library/get_file?folderId=86590&name=DLFE-54555.pdf