

Grado en Biología

Memoria del Trabajo de Fin de Grado

Análisis comparativo y predicciones de variables climáticas en dos estaciones meteorológicas: Peinador (Vigo) y Centro-Rozas (Lugo)

Análise comparativa e predicións de variables climáticas en dúas estacións meteorolóxicas: Peinador (Vigo) e Centro-Rozas (Lugo)

A comparative analysis and predictions of climate variables in two weather stations: Peinador (Vigo) and Centro-Rozas (Lugo)



Alba Montenegro Macía

Junio, 2022

Director(es) Académico(s): Ana López Cheda

Luisa Santos Fidalgo

Ana López Cheda, Investigadora distinguida (Programa Beatriz Galindo) y **Luísa Santos Fidalgo**, Profesora Titular de la Facultad de Ciencias de la Universidad de A Coruña.

Informan:

Que la Memoria del Trabajo de Fin de Grado titulada “Análisis comparativo y predicciones de variables climáticas en dos estaciones meteorológicas: Peinador (Vigo) y Centro-Rozas (Lugo)”. Presentada por Dña. Alba Montenegro Macía, ha sido realizada bajo nuestra dirección.

Considerándola finalizada, autorizamos su presentación y defensa.

A Coruña a 23 de junio de 2022.

Fdo.:

**LOPEZ
CHEDA ANA**
- 32697377W

Firmado digitalmente
por LOPEZ CHEDA
ANA - 32697377W
Fecha: 2022.06.23
10:54:34 +02'00'

Firma

Vº Bº Directora del Trabajo

Dra. Dña. Ana López Cheda

Fdo.:

**SANTOS
FIDALGO
LUISA -**
32766560R

Firmado
digitalmente por
SANTOS FIDALGO
LUISA - 32766560R
Fecha: 2022.06.23
11:10:08 +02'00'

Firma

Vº Bº Directora del Trabajo

Dra. Dña. Luísa Santos Fidalgo

ÍNDICE

Lista de abreviaturas.....	IV
RESUMEN.....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
3.1 Elección de las localizaciones para el estudio.....	3
3.2 Selección de las variables para los análisis.....	5
3.3 Análisis de las variables de estudio.....	6
3.4 Análisis de regresión.....	6
3.4.1 Análisis comparativo de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.....	7
3.4.2 Análisis comparativo entre décadas en Lugo Centro-Rozas.....	7
3.4.3 Análisis de los meses de verano en Lugo Centro-Rozas.....	7
3.5 Predicciones en Lugo Centro-Rozas.....	8
4 RESULTADOS.....	8
4.1 Análisis comparativo de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.....	8
4.1.1 Análisis de las variables.....	8
4.1.2 Análisis de regresión de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.....	9
4.2 Análisis comparativo entre décadas en Lugo Centro-Rozas.....	10
4.2.1 Análisis de las variables.....	10
4.2.2 Modelos de regresión para el análisis comparativo entre décadas.....	11
4.3 Análisis de los meses de verano en Lugo Centro-Rozas.....	12
4.3.1 Análisis de las variables.....	12
4.3.2 Modelos de regresión de los meses de verano.....	12
4.4 Predicciones en Lugo Centro-Rozas.....	13
5 DISCUSIÓN.....	14
5.1 Limitaciones del trabajo.....	17
5.2 Futuras líneas de estudio.....	17
6 CONCLUSIONES.....	18
7 CONCLUSIÓN.....	19
8 CONCLUSIONS.....	20
9 BIBLIOGRAFÍA.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.

CLIVAR: Climate Variability and Predictability.

DP100: Días de precipitación mayor o igual a 100 décimas de milímetro.

IPCC: Intergovernmental Panel for Climate Change.

IQR: Rango Intercuartílico.

NAO: North Atlantic Oscillation.

OMM: Organización Meteorológica Mundial.

PTJESOL80: Número de días con insolación superior al 80% de la insolación teórica.

RMAXVEL: Velocidad de la racha máxima mensual.

TMMAX: Media mensual de la temperatura máxima diaria.

TMMIN: Media mensual de la temperatura mínima diaria.

RESUMEN

En las últimas décadas asistimos a un cambio climático, consecuencia de actividades antropogénicas. Son numerosos los estudios a nivel global, sin embargo, el número de trabajos disminuye si se piensa en estudios a menor escala, los cuales pueden ayudarnos a comprender mejor los patrones climáticos actuales y futuros.

Por ello, se realizaron análisis comparativos de 60 años (1961-2020) de dos climas distintos de Galicia: un clima de costa (Vigo-Peinador) y un clima de interior (Lugo Centro-Rozas), por décadas y de los meses de verano para el estudio de eventos extremos. Se ejecutaron modelos de regresión lineal para variables relacionadas con cuatro elementos climáticos: precipitación, viento, insolación y temperatura.

En los resultados se obtuvo una ligera disminución de las precipitaciones, un descenso de la insolación en 1961-1990 conocido como *dimming* y un aumento en 1991-2020 definido como *brightening*, además de un incremento de las temperaturas máximas y mínimas, similares en ambas localizaciones, no habiendo obtenido diferencias significativas entre las estaciones.

Se advirtieron grandes aumentos significativos de la insolación y de las temperaturas máximas y mínimas en los meses de verano, mayores en las temperaturas mínimas.

También fueron realizadas predicciones para el año 2020, las cuales se ajustaron bien a los valores reales aunque estos últimos presentaron cifras ligeramente superiores a las predichas.

Para el viento se observó un patrón diferencial entre ambas estaciones, con un aumento de la velocidad del viento en Vigo y una disminución en Lugo, pareciendo estar sujetos a una gran variabilidad, por lo cual son necesarios más estudios.

Palabras clave: Análisis climático; Cambio climático; Galicia; Insolación; NAO; Precipitación; Temperatura; Velocidad del viento.

RESUMO

Nas últimas décadas assistimos a un cambio climático, consecuencia das actividades antrópicas. Existen numerosos estudos a nivel mundial, non obstante, o número de traballos diminúe se pensamos en estudos a menor escala, os cales poden axudarnos a comprender mellor os patróns climáticos actuais e futuros.

Por iso, realizáronse análises comparativas de 60 anos (1961-2020) entre dous climas diferentes de Galicia: un clima costeiro (Vigo-Peinador) e un clima de interior (Lugo Centro-Rozas), por décadas e dos meses de verán para o estudo de eventos extremos. Realizáronse modelos de regresión lineal para variables relacionadas con catro elementos climáticos: precipitación, vento, insolación e temperatura.

Nos resultados obtívose un lixeiro descenso das precipitacións, unha diminución da insolación no período 1961-1990 coñecida como *dimming* e un aumento no período 1991-2020 definido como *brightening*, ademais dun aumento das temperaturas máximas e mínimas, similar en ambas localizacións, non obtendo diferenzas significativas entre as estacións.

Notáronse grandes aumentos significativos da insolación e das temperaturas máximas e mínimas nos meses de verán, maiores nas temperaturas mínimas.

Fixéronse tamén previsións para o ano 2020, axustándose ben aos valores reais, aínda que estes últimos presentaron cifras lixeiramente superiores ás previstas.

Para o vento, observouse un patrón diferencial entre ambas estacións, cun aumento da velocidade do vento en Vigo e un descenso en Lugo, o cal parece estar suxeito a unha gran variabilidade, polo que son necesarios máis estudos.

Palabras chave: Análise climática; Cambio climático; Galicia; Insolación; NAO; Precipitación; Temperaturas; Velocidade do vento.

ABSTRACT

In the last decades, a climate change has been witnessed, as a consequence of anthropogenic activities. Although there are plenty of studies at a global level, the number of published works in more small-scale studies decreases considerably. These scaled-down studies could help us to have a better understanding of the current and future climate patterns.

For this reason, this work includes a comparative analysis of 60 years (1961-2020) of two different climates of Galicia: a coastal climate (Vigo) and an inland climate (Lugo), by decades and of the summer months to study specific extreme events. Linear regression models were run for variables related to four climatic elements: precipitation, wind, insolation, and temperature.

The results obtained a slight decrease in precipitation, a decrease in the insolation in 1961-1990 known as *dimming* and an increase in 1991-2020 defined as *brightening*. Moreover, an increasing trend in the maximum and minimum temperatures, similar in both locations, has been observed. Therefore, no significant differences have been obtained between stations.

Larger significant increases of the insolation and both the maximum and minimum temperatures were noticed in the summer months, higher in the minimum temperatures. Furthermore, predictions were made for the 2020. Although they were well adjusted, the real values were slightly higher than those predicted.

For the wind, a differential pattern was observed between both stations, with an increase of the wind speed in Vigo and a decrease in Lugo, which seems to be related to a high variability. This could be addressed in future studies.

Keywords: Climate analysis; Climate change; Galicia; Insolation; NAO; Precipitation; Temperature; Wind speed.

1 INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XX, se han advertido cambios en el comportamiento del clima, estudiados principalmente en los patrones de temperatura y de precipitación.

Según detalla el IPCC, en seis informes emitidos hasta la fecha (1990, 1996, 2001, 2007, 2014 y 2022), estas variaciones están relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero, además de los aerosoles, la deforestación y cambios en el uso del suelo; derivadas de actividades antropogénicas (IPCC, 2007). En el último informe publicado por el IPCC (2022), se señalan los enormes riesgos a corto y largo plazo (junto con las diferencias regionales que presentan) que supone el calentamiento global.

El cambio del clima al que asistimos tiene importantes repercusiones sobre los sistemas socioeconómicos y naturales, no solo a nivel local, si no global. Es por ello importante, conocer los patrones de variación del clima, para poder comprender los cambios a los que está sujeto el entorno y poder adaptarse a los eventos futuros.

Este tema suscita una gran preocupación y una creciente necesidad de la toma de decisiones a nivel global, con la convocatoria de cumbres tan importantes como la del Cambio climático de Kioto (1997), la de las Naciones Unidas en Montreal (2005) o la cumbre de París (2015). Entender y predecir los patrones de variación del clima, son por tanto puntos cruciales para los años futuros.

Aunque los estudios globales son numerosos, los análisis a nivel regional son más escasos. Por este motivo, es importante realizar modelizaciones regionales, ya que una escala espacial más reducida proporciona información a mayor resolución; representando mejor la distribución espacial y las características locales de las variables (CLIVAR-España, 2006). Sin embargo, la necesidad de investigaciones regionales no se corresponde con el volumen real de trabajos. En un informe realizado por CLIVAR-España, (2006), exponen la limitación de recursos y la insuficiente visibilidad pública para el estudio del cambio climático. Además, reafirman la necesidad de la investigación del clima. En este informe, se describe, de manera general en toda la península, un aumento de las temperaturas y un descenso de las precipitaciones, siendo numerosos los estudios que lo respaldan (Álvarez *et al.*, 2011; Del Río *et al.* 2012; Vicente Serrano & Rodríguez Camino, 2018). En cambio, estudios sobre otras variables como la insolación, la humedad o el viento representan un volumen de trabajos mucho menor.

Actualmente, no solo se observan variaciones climáticas temporales y espaciales, sino también estacionales. En los meses de verano se observan cada vez más eventos climáticos extremos, como mayores episodios o prácticamente ausencia de

precipitaciones (Wilcox *et al.*, 2017) o la mayor frecuencia de episodios de altas temperaturas (Unkašević *et al.*, 2005). En Fernández *et al.*, (2018) predicen un aumento en los meses de verano de entre 1.1 y 2.8°C para 2050. En un estudio sobre el cambio climático en Galicia, Álvarez *et al.*, (2011) anuncian para 2050 un aumento de hasta 5°C en el interior en los meses de verano, siendo un valor muy superior al predicho por Fernández *et al.*, (2018) y destacando así la importancia de realizar estudios a nivel regional. Álvarez *et al.*, (2011) observan además una diferencia de 1°C en el aumento de las temperaturas entre el clima de interior y el de costa. Notando la gran variabilidad que puede exhibir una distribución espacial reducida.

Han sido descritos modos de variación climática que dificultan la predicción y la comprensión del comportamiento de ciertos patrones climáticos; como la NAO siendo el principal factor que explica la variabilidad climática de la Península Ibérica (CLIVAR-España, 2019).

En Galicia, los estudios a este nivel son bastante escasos, especialmente si pensamos en otro tipo de variables distintas de la precipitación y la temperatura. Por consiguiente, se realizó un análisis comparativo entre dos localizaciones y climas diferentes de Galicia: un clima de costa (Vigo-Peinador) y un clima de interior (Lugo Rozas-Centro).

Los climas de Vigo y Lugo se encuentran dentro del tipo C (climas templados), según la clasificación climática de Köppen. Se emplea esta clasificación debido a que sigue siendo la más utilizada en investigaciones climáticas en todo el mundo (AEMET, 2018). Esta clasificación se realiza en base a unos umbrales de precipitación y de temperatura; los cuales se dividen en varios subtipos dependiendo del verano e invierno que experimentan.

El clima de Lugo entra dentro del tipo Csb (clima templado con verano seco y templado), con una temperatura media anual de 10-12.5°C, una precipitación media anual de 1400-1000 mm y una insolación anual de 2000-1800 horas. Por otra parte, el clima de Vigo entra en el subtipo Cfb (clima templado sin estación seca con verano templado), con una temperatura media anual de 12.5-15°C, precipitación media anual de 1400-2200 mm y una insolación anual de 2200-2400 horas (AEMET, 2018).

En base a las diferencias climáticas que exhiben ambas localizaciones, fueron llevadas a cabo predicciones y análisis de las estaciones en un período de 60 años. Específicamente, se ha estudiado la variabilidad espacial, temporal y estacional que presentan los parámetros meteorológicos de precipitación y temperatura. Además, también han sido consideradas variables de viento e insolación, por ser representativas y relevantes en un análisis climático (CLIVAR-España, 2019).

2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es investigar posibles evidencias de cambios en el clima en Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.

Otros objetivos de esta investigación son:

- Observar posibles tendencias en el transcurso temporal en las variables meteorológicas y entre las localizaciones de estudio.
- Determinar si existen diferencias climatológicas entre dos localizaciones y climas diferenciados: zona de costa (Vigo-Peinador) y zona de interior (Lugo Centro-Rozas).
- Examinar qué zona presenta mayores variaciones climatológicas temporales y en qué periodos.
- Evaluar posibles eventos extremos en los meses de verano.
- Realizar predicciones temporales.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 ELECCIÓN DE LAS LOCALIZACIONES PARA EL ESTUDIO

Se realizó un estudio estadístico de los datos de diferentes variables climáticas de dos estaciones meteorológicas: en una zona de interior y una zona de costa. Ambas localizaciones presentan climatologías dispares, lo cual podría permitirnos observar diferentes tendencias entre los distintos climas.

Tanto las ubicaciones como las variables empleadas en el análisis fueron seleccionadas principalmente en base a la disponibilidad de amplias series de datos. En *Función de las normales climatológicas en un clima cambiante* (OMM, 2007), la OMM recomienda el uso de los 30 años (periodo de referencia) de datos más recientes para la investigación de tendencias temporales. Puesto que, entre otros análisis, uno de los objetivos era la comparación entre décadas, se obtuvieron datos de los 60 años disponibles más recientes para el estudio de las variables climáticas y la comparación entre décadas (en periodos de 30 años).

Las ubicaciones elegidas fueron las estaciones meteorológicas de Vigo-Peinador (clima de costa) y Lugo Centro-Rozas (clima de interior). Los datos empleados fueron proporcionados por la AEMET. Para la estación de Peinador (Vigo), se obtuvieron series de datos desde 1961 hasta 2020 (60 años). Sin embargo, no fue posible conseguir series completas de datos de 60 años de la estación de Lugo, por lo que estos fueron tomados y unificados de dos estaciones: Lugo-Centro con series de 24 años (1961-1984) y Rozas con series de 36 años (1985-2020), sumando un total de 60 años de series de datos.

Ambos emplazamientos se encuentran próximos (a unos 16 km de distancia). No se han producido perturbaciones significativas en el periodo de años seleccionado en ninguno de los emplazamientos. Por tanto, no se esperan diferencias en los datos.

Las coordenadas de las estaciones de Vigo-Peinador y Lugo-Centro y Lugo-Rozas se observan en la Tabla 1. La localización de sus estaciones se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones de estudio.

Indicador AEMET	Nombre de la estación	Altitud (m)	Longitud (°)	Latitud (°)
1495	Vigo-Peinador	261	08°37'26"W	42°14'19"N
1499	Lugo-Centro	443	07°29'02"W	43°14'49"N
1505	Lugo-Rozas	445	07°27'27"W	43°06'41"N

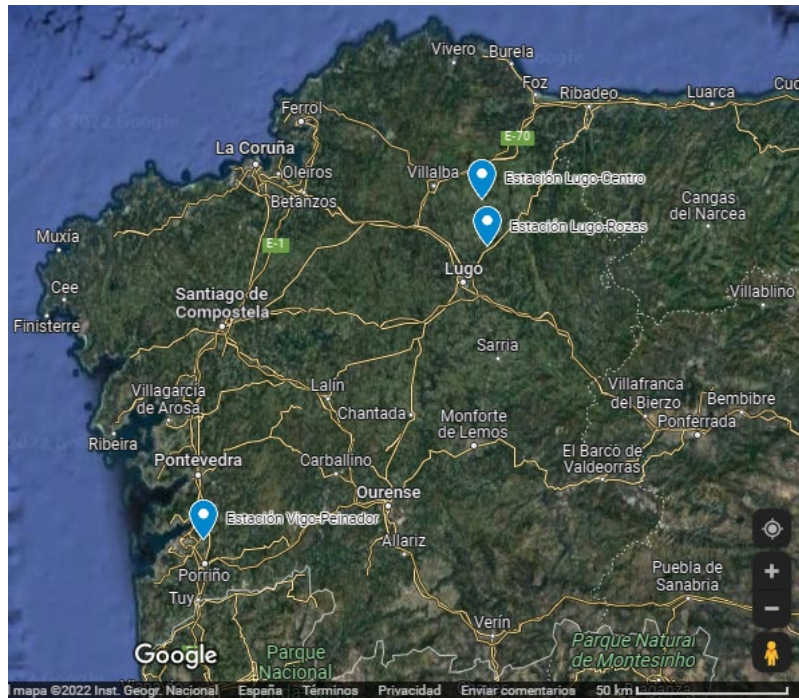


Figura 1. Mapa con la ubicación de las estaciones de Vigo-Peinador, Lugo-Centro y Lugo-Rozas. Extraído de Google Maps.

Para seleccionar las variables más adecuadas para la investigación, se optó por aquellas relacionadas con los elementos climáticos que podían aportarnos información más relevante; principalmente la temperatura y la precipitación (Tadić *et al.*, 2019), siendo ambos elementos los más representativos de cualquier clima (Hufty & Sánchez, 1984). Además, se contó con variables relacionadas con la insolación y el viento, puesto que también pueden ser un indicativo de cambios en el clima (Dettinger, 2012; Baede *et al.*, 2001).

El total de las variables solicitadas para la investigación pueden verse en la Tabla 1 del Anexo I. Específicamente, se obtuvieron 30 variables cuantitativas de datos mensuales, relacionadas con los elementos descritos anteriormente: precipitación, temperatura, viento e insolación.

Mediante el uso del programa estadístico R 4.1.1 y el paquete Rcmdr (Fox, 2017), se conformaron bases de datos con las medias anuales de las variables, para la ejecución de los análisis posteriores.

3.2 SELECCIÓN DE LAS VARIABLES PARA LOS ANÁLISIS

Del total de las 30 variables, fueron seleccionadas para los análisis a realizar aquellas representativas de aspectos relacionados con el cambio climático para cada uno de los elementos del clima mencionados (precipitación, temperatura, viento e insolación). De esta forma, se trabajó con un volumen más manejable de datos, ya que determinadas variables proporcionan informaciones similares.

Para ello, se realizó un análisis exploratorio de los datos empleando el programa estadístico R 4.1.1 y el paquete Rcmdr (Fox, 2017); destacando como variables de interés aquellas donde fueron observadas diferentes posibles tendencias entre las estaciones. Las variables seleccionadas pueden verse en la Tabla 2 del Anexo I.

Precipitación y Temperatura:

Se escogieron las siguientes variables en base al análisis exploratorio previo y a los índices de cambio climático recomendados en un trabajo conjunto de la OMM y el programa CLIVAR sobre la detección del cambio climático (Peterson *et al.*, 2001): DP100, TMMAX, TMMIN.

Viento:

La velocidad del viento y su dirección, son variables importantes a considerar en un análisis climático (Deshmukh *et al.*, 2022). Se concluyó con la selección de la RMAXVEL, debido a la observación de posibles tendencias dispares entre las décadas y entre las estaciones.

Insolación:

Fue seleccionada la PTJESOL80. Cabe destacar que presenta un gran periodo de datos faltantes en la estación de Vigo (1961-1977). Sin embargo, puesto que se dispone de una serie de datos mayor de 30 años, se ha considerado para el estudio.

3.3 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Mediante el uso del programa R 4.1.1 (cargando el paquete Rcmdr), se examinaron diferentes aspectos de las variables (Tabla 2 del Anexo I) para adquirir la información necesaria sobre los datos.

Análisis descriptivo de las variables

Se realizó un análisis descriptivo de las variables de estudio, para una visión de la distribución y naturaleza de los datos mediante la obtención de valores de los siguientes parámetros estadísticos: media, desviación típica, IQR, máximo, mínimo y cuartiles (primero, segundo y tercero).

Cálculo de intervalos de datos atípicos (outliers)

Se calcularon intervalos de outliers, para evaluar posibles distorsiones en la distribución de los datos. Fueron elaborados mediante dos métodos:

- Criterio 3(IQR) para outliers: según este método (*Outliers*, 2021), se considera como valor atípico toda observación que se encuentre por debajo de $[Q1-3(IQR)]$ o por encima de $[Q3+3(IQR)]$. Es decir, que se considera como valor atípico todo aquel dato que se encuentre fuera del intervalo $[Q1-3(IQR), Q3+3(IQR)]$.

- Regla tres sigma (3σ): según Martin Nascimento *et al.* (2021), se considera como valor atípico a todo dato que se encuentre por debajo de la media (μ) menos 3 veces la desviación típica (σ) o por encima de la media más 3 veces la desviación típica, es decir, todo valor que se encuentre fuera del intervalo $(\mu-3\sigma, \mu+3\sigma)$.

Se empleó la combinación de ambos métodos. De esta forma, se tomó como intervalo resultante el máximo extremo inferior y el mínimo extremo superior: [Máximo ($Q1-3IQR, \mu-3\sigma$), ($Q3-3IQR, \mu+3\sigma$) Mínimo]. Toda observación que se encontró fuera del intervalo descrito fue considerada como atípica. Los atípicos detectados en los datos, fueron destacados con un “*1 o *2” en la Tabla 3 del Anexo I o con un “*3” en la Tabla 4 del Anexo I.

3.4 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Para conocer si existen variaciones espaciales, temporales o estacionales significativas en los parámetros meteorológicos, planteamos modelos de regresión lineal para variables cuantitativas entre la variable explicada Y (ver Tabla 2 del Anexo I) y la variable explicativa X (Año).

Fórmula del modelo: $Y = \alpha_0 + \alpha_1 X$

Donde: Y= variable climática, α_0 = intercepto, α_1 =pendiente, X= variable “AÑOS”

Se realizaron 3 análisis:

-Análisis comparativo espacial entre las estaciones de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.

-Análisis comparativo por décadas en la estación de Lugo Centro-Rozas.

-Análisis comparativo por décadas en los meses de verano para el estudio de eventos extremos.

Se obtuvieron diagramas de dispersión de las variables para observar la distribución y las tendencias de los datos. Los códigos empleados en los 3 análisis para los modelos y los diagramas de dispersión se muestran en los apartados 1.1, 2.1 y 3.1 del Anexo II.

3.4.1 Análisis comparativo de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas

El análisis se realizó desde 1961 hasta 2020 (60 años). Se aplicaron modelos para cada una de las variables para poder advertir la existencia de tendencias temporales en las variables en función de la estación. Inicialmente se consideró una posible interacción entre los años y las estaciones, comprobándose si en cada modelo la interacción resultaba significativa ($p.\text{valor} < 0.05$). En caso contrario (si no hay interacción entre los años y las estaciones), se concluye que las posibles tendencias observadas, no dependen de los años. Es decir, se mantienen constantes en el tiempo. Bajo esta condición se rechaza el modelo y se propone uno nuevo sin interacción.

3.4.2 Análisis comparativo entre décadas en Lugo Centro-Rozas

Se realizó un estudio comparativo de los 60 años de series de datos. Para ello, se denominaron dos series de tres décadas: la serie 1 (años comprendidos entre 1961-1990) y la serie 2 (años comprendidos entre 1991-2020).

La estación de Vigo; posee un número reducido de observaciones en la PTJESOL80 ($n=42$). En concreto, en la serie 1 (1961-1990), faltan 16 años de datos, lo que dificultaría el estudio de esta variable por décadas. Para este análisis, fue seleccionada la estación de Lugo por no presentar más de 5 datos faltantes en las variables, no teniendo así que descartar ninguna variable para el estudio.

Inicialmente se elaboraron modelos lineales para cada variable teniendo en cuenta posibles interacciones entre los años (variable "AÑO") y las series (variable "DÉCADAS"). En caso de no observarse una interacción significativa ($p.\text{valor} > 0.05$), se plantea un nuevo modelo sin interacción.

3.4.3 Análisis de los meses de verano en Lugo Centro-Rozas

Para poder examinar la evolución de las variables y el posible aumento de eventos extremos en los meses de verano, se configuró una base de datos considerando como

meses de verano junio, julio y agosto. El total de las observaciones (n=60 años) fueron divididas en dos series de tres décadas: serie 1 (años comprendidos entre 1961-1990) y serie 2 (años comprendidos entre 1991-2020). Para ello, se emplearon los datos de la estación de Lugo.

Se consideraron modelos lineales con interacción entre los años y las décadas. En caso de no resultar significativa la interacción (p.valor > 0.05), se plantea un nuevo modelo sin interacción (si no se observan diferencias significativas en el transcurso de los años).

3.5 PREDICCIONES EN LUGO CENTRO-ROZAS

Se realizaron predicciones de las variables (ver Tabla 2 del Anexo I) de la estación de Lugo Centro-Rozas para el año 2020. Para ello, fueron empleados modelos lineales calculados para los años comprendidos entre 1991-2019. Para determinar la calidad de las predicciones, se compararon los valores predichos en base a los modelos utilizados con el valor real obtenido en ese año (2020).

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE VIGO-PEINADOR Y LUGO CENTRO-ROZAS

Se comparan los 60 años de series de datos de las variables seleccionadas para el estudio de variaciones climáticas espaciales entre las estaciones de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas.

4.1.1 Análisis de las variables

Análisis descriptivo de las variables

Para el análisis descriptivo se obtuvo la información incluida en la Tabla 1.1 del Anexo II. Observamos que Vigo posee un mayor número de datos que la estación de Lugo, con muestras de 60 observaciones para cada variable, a excepción de la PTJESOL80 (n=42 observaciones). En los datos de Lugo faltan observaciones en algunos años, exceptuando las variables relacionadas con la temperatura (n=60).

En cuanto a los parámetros calculados, principalmente podemos observar que en Vigo hay un mayor número de días de DP100, examinando las medias de ambas estaciones: 5 y 3.2 (3 días aproximadamente) para Vigo y Lugo respectivamente.

Para el viento (RMAXVEL), vemos rachas con velocidades mayores en Vigo (64.4 km/h de media) que en Lugo (61.8 km/h). Por otra parte, en Vigo los datos presentan una menor desviación típica e IQR, es decir, las rachas máximas de viento exhiben menores variaciones en Vigo que en Lugo.

La PTJESOL80 parece ser mayor en Vigo (8.7 de media frente a un 3.6 en Lugo). Muestra además una mayor desviación de los datos respecto a Lugo (desviación típica= 2.4 en Vigo y 1.4 en Lugo). Esto se percibe a pesar de tener una cantidad mucho menor de datos de esta variable (n=42 datos en Vigo), lo cual podría estar condicionando los resultados.

En cuanto a las variables de temperatura vemos que las medias mínimas (96.8 en Vigo y 63.9 en Lugo) y máximas (180 en Vigo y 172 en Lugo) son mayores en Vigo que en Lugo.

Cálculo de intervalos de datos atípicos

Los intervalos de outliers calculados según las metodologías descritas en el apartado 3.3, pueden verse en la Tabla 1.2 del Anexo II. Los atípicos detectados, fueron resaltados con un “*1” en la Tabla 3 del Anexo I.

4.1.2 Análisis de regresión de Vigo-Peinador y Lugo Centro-Rozas

Las correspondientes salidas de resultados obtenidas están recogidas en tablas con los coeficientes y p.valores para modelos con interacción (Tabla 2.1 del Anexo II) y modelos sin interacción (Tabla 2.2 del Anexo II), además de los modelos lineales resultantes elaborados con los coeficientes indicados (Tabla 2.3 del Anexo II).

Ejemplo de cálculo (para un modelo sin interacción) para Vigo y Lugo:

$$DP100(\text{Lugo}) = (29.3828) + (-0.0132) * \text{Año}$$

$$DP100(\text{Vigo}) = (29.3828 + 1.8248) + (-0.0083 - 0.0093) * \text{Año}$$

-DP100: Dado que la interacción no resultó significativa (p.valor= 0.316), se ajustó un nuevo modelo eliminando la interacción entre el año y las estaciones. En el nuevo modelo, la DP100 es 0.0132 días menor cada año en ambas estaciones (p.valor = 5.29×10^{-3}). Además, hay casi dos días más de precipitación en Vigo (1.8248) con indiferencia del año (p.valor < 2×10^{-16}).

-RMAXVEL: Cada año disminuye 0.2222 km/h en Lugo (p.valor= 1.86×10^{-6}). En cambio en Vigo aumenta 0.2439km/h cada año (p.valor= 1.5×10^{-4}), es decir, se observa la tendencia contraria.

-PTJESOL80: La interacción no resultó significativa (p.valor= 0.5684). Por tanto, se obtuvo un modelo sin interacción. Cada año, la PTJESOL80 aumenta 0.0344 en ambas estaciones (p.valor= 4.73×10^{-3}) y es en promedio, un 4.919% superior en Vigo que en Lugo independientemente del año (p.valor < 2×10^{-16}).

-TMMAX: En un modelo sin interacción (interacción no significativa (p.valor=0.630)), la TMMAX aumenta 0.0359°C cada año en las dos localizaciones (p.valor < 2×10^{-16}) y esta es en promedio 0.8086°C mayor en Vigo que en Lugo (p.valor= 6.74×10^{-9}).

-TMMIN: Para un modelo sin interacción, la TMMIN aumenta 0.0243°C cada año en las estaciones de referencia ($p.\text{valor}=2.64 \times 10^{-15}$). Hay una diferencia notable entre estaciones, siendo en promedio 3.2871°C mayor en Vigo, sin considerar ninguna evolución temporal ($p.\text{valor} < 2 \times 10^{-16}$).

Se elaboraron gráficas de dispersión de las variables agrupadas por estación en función del año (Figuras 1.1-1.5 del Anexo II). Las rectas representadas corresponden a modelos considerando una interacción entre los años y la estación, por tanto, muestran pendientes distintas. De no haber obtenido una interacción significativa, ambas rectas presentarían la misma pendiente (es el caso de la DP100, PTJESOL80, TMMAX y TMMIN). Se aprecia un declive en la DP100 en ambas estaciones, aunque este descenso no parece muy pronunciado. La RMAXVEL, presenta una tendencia temporal negativa en la estación de Lugo, a diferencia de la estación de Vigo, donde mantiene una tendencia próxima a una constante. Puede verse también el aumento en ambas estaciones de la PTJESOL80, la TMMAX y la TMMIN reflejado en los valores obtenidos previamente.

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DÉCADAS EN LUGO CENTRO-ROZAS

Para realizar el análisis comparativo por décadas, se definieron dos series: serie 1, que incluye los años entre 1961-1990 y la serie 2, que comprende los años entre 1991-2020, para el estudio de tendencias temporales entre los dos periodos descritos.

4.2.1 Análisis de las variables

Análisis descriptivo de las variables

El resumen numérico de las variables se encuentra en la Tabla 3.1 del Anexo II. Las medias de la serie 1 son mayores en las variables DP100 y RMAXVEL que las de la serie 2. Ocurre lo contrario en la PTJESOL80, TMMAX y TMMIN, donde las medias aumentan en la serie 2. Esto se observa sobre todo en la TMMAX, siendo la temperatura 1.3°C mayor en la serie 2 que en la serie 1, lo que sugiere un aumento considerable en los últimos 30 años. Existe además, una notable desviación de los datos en la serie 1 de la RMAXVEL (desviación típica=8.7, IQR=9.3) y la TMMAX (desviación típica= 9.9, IQR=9.4).

Cálculo de datos atípicos (outliers)

Los intervalos de atípicos calculados empleando los métodos descritos en el apartado 3.3, se muestran en la Tabla 3.2 del Anexo II. Los atípicos observados fueron marcados con un “*2” en la Tabla 3 del Anexo I.

4.2.2 Modelos de regresión para el análisis comparativo entre décadas

Se obtuvieron los coeficientes y p.valores para modelos con interacción (Tabla 4.1 del Anexo II) y sin interacción (Tabla 4.2 del Anexo II) y los modelos lineales resultantes (Tabla 4.3 del Anexo II).

-DP100: Se aplica un modelo sin interacción. La DP100 disminuye 0.0185 días en función del año, aunque esta disminución no resulta significativa (p.valor=0.158). En la serie 2, la DP100 es en promedio 0.3977 días mayor que en la serie 1. Sin embargo, este aumento no es estadísticamente significativo (p.valor=0.363).

-RMAXVEL: En un nuevo modelo sin interacción, existen diferencias significativas entre las series (p.valor=0.0105); siendo las rachas de media 9.4961km/h menores en la serie 2 que en la serie 1.

-PTJESOL80: Hay una interacción significativa entre los años y las series (p.valor=0.0018). La PTJESOL80, aumenta un 0.1216% cada año en la serie 2 con respecto a la serie 1. Además, de media el PTJESOL es un 242.4917% menor en la serie 2 que en la serie 1 (p.valor=0.0017).

-TMMAX: En un modelo sin interacción, la TMMAX aumenta cada año 0.0278°C (p.valor=0.023) independientemente de la serie. En los últimos 30 años (serie 2), aumenta en promedio 0.3968°C, aunque no es significativo (p.valor=0.339).

-TMMIN: Para un modelo sin interacción, la TMMIN aumenta 0.0270°C cada año (p.valor= 6.26×10^{-4}) con independencia de la serie. A diferencia de la TMMAX, la TMMIN disminuye en promedio 0.1736°C en la serie 2, no siendo estadísticamente significativo (p.valor = 0.5044). Es decir, se observa un aumento de la TMMAX y una disminución de la TMMIN en los últimos 30 años, aunque estas tendencias no son significativas.

Los diagramas de dispersión de las variables (agrupadas por décadas) en función del año se muestran en las Figuras 2.1-2.5 del Anexo II. La DP100, presenta una disminución en las 3 primeras décadas. Sin embargo, en las últimas 3 décadas, no se observa una variación en los datos. Para la RMAXVEL, se observan tendencias dispares entre las series. Los primeros datos de la serie 1 presentan una gran dispersión (no son datos atípicos), ejerciendo una gran influencia en la pendiente de la recta. Puesto que, de no ser por estas observaciones, vemos por la disposición de los datos que la tendencia sería negativa. La PTJESOL80, aumenta abruptamente en la serie 2 con respecto a los 30 primeros años estudiados. En cuanto a las gráficas de temperatura. La TMMAX y la TMMIN exhiben tendencias similares, observándose un aumento bastante constante en ambas series temporales.

4.3 ANÁLISIS DE LOS MESES DE VERANO EN LUGO CENTRO-ROZAS

En este análisis se comparan las décadas en los meses de verano en la estación de Lugo. Definiendo para las décadas dos periodos temporales: la serie 1, los años comprendidos entre 1961-1990 y la serie 2, incluyendo los años entre 1991-2020.

4.3.1 Análisis de las variables

Análisis descriptivo de las variables

En la Tabla 5.1 del Anexo II, se observa un aumento de las medias en la serie 2 en todas las variables, a excepción de la RMAXVEL. Destaca también una menor dispersión de los datos en la serie 2 de todas las variables, a excepción de la PTJESOL80, siendo muy evidente en las variables de temperatura y de viento. Esto puede indicarnos una menor variación de las temperaturas y de la velocidad del viento en los meses de verano de los últimos 30 años.

Cálculo de datos atípicos (outliers)

Los intervalos calculados se encuentran en la Tabla 5.2 del Anexo II. En caso de haber sido detectados, fueron destacados con un “*3” en la Tabla 4 del Anexo I.

4.3.2 Modelos de regresión de los meses de verano

A continuación, se presentan los resultados de los coeficientes y p.valores extraídos para modelos con interacción (Tabla 6.1 del Anexo II) y modelos sin interacción (Tabla 6.2 del Anexo II) y los modelos resultantes elaborados considerando con los coeficientes obtenidos (Tabla 6.3 del Anexo II).

-DP100: Para un modelo sin interacción, se obtienen diferencias entre las series (p.valor=0.0445), habiendo casi un día más (0.8675) de DP100 en la serie 2 con respecto a la 1. Además, cada año de media hay 0.0233 días menos con independencia de la serie, aunque no se trata de una diferencia significativa (p.valor= 0.0773).

-RMAXVEL: Cada año en Lugo, las rachas máximas disminuyen 0.2167 km/h, independientemente de la década, aunque esta disminución no es significativa (p.valor=0.151). Además, es en promedio 1.3350 km/h menor en la serie 1 que en la primera. Sin embargo, esta disminución de la velocidad en los últimos 30 años, no es estadísticamente significativa (p.valor= 0.805).

-PTJESOL80: De media, la PTJESOL80 es un 310.7786% menor en la serie 2 (p.valor=0.0157). Así mismo, cada año la PTJESOL80 aumenta un 0.1566% en la serie 2 con respecto a la serie 1 (p.valor=0.0159).

-TMMAX y TMMIN: Obtenemos resultados similares para ambas variables. Para modelos sin interacción (interacción no significativa), la TMMAX y la TMMIN aumentan 0.04842°C y

0.03917°C cada año respectivamente (p.valor=0.0217 y p.valor=2.2x10⁻⁴), con independencia de la serie. Además, vemos en promedio un aumento de la TMMAX de 0.41809°C y una disminución de 0.42075 °C en las 3 últimas décadas con respecto a las 3 primeras. Siendo las temperaturas de los últimos 30 años más extremas que las de los 30 primeros años, aunque estas diferencias no resultan significativas.

Los diagramas de dispersión de las variables, agrupadas por décadas están representados en las Figuras 3.1-3.5 del Anexo II. Se advierte una tendencia negativa en la serie 2 de la DP100, la cual no resultó significativa (p.valor=0.0875). Puede que, debido a la gran dispersión de los datos, lo que podría estar provocando que no se realicen los ajustes adecuados. La RMAXVEL parece mostrar un descenso en la serie 2. En cambio, la PTJESOL80 muestra un aumento en la serie 2, reflejando así los resultados obtenidos. Las variables de temperatura experimentan un aumento prácticamente constante en ambas series.

4.4 PREDICCIONES EN LUGO CENTRO-ROZAS

Se realizaron predicciones de las variables de la estación de Lugo Centro-Rozas para el año 2020, con el fin de comparar el ajuste de los valores predichos con los valores reales. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5 a partir de los modelos utilizados para las predicciones (Tabla 7 del Anexo II).

Ejemplo de cálculo de la variable DP100:

$$DP100 = -5.0755 + 0.0041 * (2020)$$

Tabla 5. Valores predichos y reales para el año 2020.

Variable	Predicción	Valor real
DP100	2.8 días	3.6 días
RMAXVEL	57.7 km/h	58.4 km/h
PTJESOL80	5.5%	4.7%
TMMAX	18.17°C	18.66°C
TMMIN	7.03°C	7.89°C

Los valores predichos, son menores que los reales (Tabla 5.2), exceptuando la PTJESOL80. Aun así, no observamos grandes diferencias. Por tanto, las predicciones se ajustan bien a los valores reales, sobre todo en las variables de temperatura.

5 DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en los análisis comparativos realizados, se observa que en el periodo estudiado de 1961 a 2020, en promedio hay aproximadamente 2 días (1.8248 días) más de DP100 en la estación de Vigo que en la estación de Lugo. En ambas estaciones, cada año, la DP100 disminuye 0.0132 días, no habiendo diferencias significativas entre las estaciones. Esto se corresponde con lo descrito por Klein Tank *et al.* (2002), donde no se encontraron diferencias significativas entre 10 estaciones españolas. En Vicente Serrano & Rodríguez Camino (2018) se observa una disminución anual de las precipitaciones en todas las regiones españolas. En Álvarez *et al.* (2011) también se describe una disminución anual de las lluvias en Galicia. Además, un ligero descenso en las precipitaciones en las estaciones de A Coruña es descrito en García Souto (2018), lo cual se corresponde con los resultados obtenidos. En un trabajo realizado por Alexander (2016), se estudiaron las tendencias que presentan los índices de temperatura y de precipitación del cambio climático recomendados por la OMM y la CLIVAR.

Para los índices de precipitación, se obtienen patrones espaciales más variables y menores niveles de significación que con los índices de temperatura. Esto es debido a la gran variación temporal y espacial que presenta la precipitación. La NAO (Oscilación del Atlántico Norte), parece explicar gran parte de la variabilidad de la precipitación, además de influir sobre otras variables, siendo la mayor fuente de variabilidad climática del suroeste europeo (Rodríguez-Fonseca *et al.*, 2018). Esto dificulta la observación de tendencias claras, aunque sí destaca un aumento de los eventos extremos de precipitación. Este aumento se observa también en Klein Tank & Können (2003), con mayores pronunciaciones estacionales, donde parece presentar tendencias significativas (Gómez-Gesteira *et al.*, 2011). El incremento de eventos climáticos extremos puede evidenciarse más en los meses de verano, donde en Giorgi & Coppola (2009) se detalla una mayor variación de las precipitaciones, la cual se observa en la gran desviación típica e IQR que presenta la DP100 en estos meses. En las últimas 3 décadas (1991-2020), la DP100 aumentó en promedio 0.8675 días en los meses de verano, independientemente del año. Aunque estos resultados no parecen concordar con los resultados de Álvarez *et al.* (2011) que señalan a una disminución de las precipitaciones y con los de Bladé *et al.* (2011), quienes no logran recabar ninguna tendencia significativa en los meses de verano en el noroeste europeo, no pareciendo estar relacionada con ningún cambio en el clima.

En base a todo lo expuesto, pueden obtenerse pocas conclusiones claras acerca de la evolución de las precipitaciones, debido a la gran variabilidad que presenta. Aun así, es evidente una ligera disminución anual de las lluvias en las estaciones de estudio. La RMAXVEL presenta tendencias dispares entre las estaciones, disminuyendo 0.2222 km/h en Lugo cada año y aumentando 0.2439km/h en Vigo. Las estaciones de interior, como la de Lugo, parecen presentar un declive general en la velocidad del viento (Bichet *et al.*, 2012), observándose esta tendencia en el 40% de las estaciones españolas (Vicente Serrano & Rodríguez Camino, 2018). En cambio, en la franja atlántica se observa la tendencia positiva contraria, donde se sitúa la estación de Vigo-Peinador (Santos *et al.*, 2018). Sin embargo, este aumento en la velocidad del viento es dispar a la tendencia general, por lo que este fenómeno parece más una excepción, existiendo una gran incertidumbre al respecto. No se obtienen tendencias significativas en verano, pero sí vemos una gran desviación de los datos, sobre todo en las 3 primeras décadas estudiadas en la estación de Lugo Centro-Rozas, pudiendo estar relacionado con la unificación de las estaciones de Centro y Rozas. Esta gran dispersión de los datos en los 30 primeros años también podría ser indicativo de variabilidad en este parámetro, por lo que las conclusiones extraídas resultan poco fiables.

La PTJESOL80 es, en promedio, un 4.919% mayor en Vigo y esta aumenta cada año un 0.0344% en ambas estaciones. En cuanto al estudio por décadas, vemos dos tendencias temporales diferenciadas. Por una parte, un descenso en la insolación en la serie 1 (1961-1990) y, por otra parte, un aumento en la serie 2 (1991-2020). Estos fenómenos vienen explicados por dos eventos diferentes: la tendencia negativa observada en 1961-1990 es respaldada por numerosos estudios que analizaron esta disminución desde 1950 hasta 1990 aproximadamente; proceso que ha sido denominado como *dimming* y el cual tuvo lugar con el descenso en la concentración atmosférica de aerosoles producido en ese periodo. A partir de 1990 hasta la actualidad, ocurre el proceso contrario conocido como *brightening*, con un gran incremento en los niveles de insolación [(Dong *et al.*, 2006); (Gutiérrez *et al.*, 2020); (Pfeifroth *et al.*, 2018); (Philipona, 2012)]. Este aumento es provocado por los cambios en los patrones de nubosidad, explicando hasta el 75% de los cambios observados en la insolación (Mateos *et al.*, 2014) aunque también, pero en menor medida, están influenciados por aerosoles. En consecuencia, no existen diferencias significativas en la serie 1, pero sí aumenta sustancialmente un 0.1216% en la serie 2, siendo mayor la insolación en los meses de verano (Sánchez-Lorenzo *et al.*,

2013) de las últimas 3 décadas, aumentando un 0.1560% cada año. Por tanto, vemos un aumento de la insolación desde 1990, más pronunciado en los meses de verano.

Las temperaturas máximas (TMMAX) y mínimas (TMMIN) son, en promedio, mayores en Vigo que en Lugo. Vemos que las máximas son 0.8086 °C mayores en Vigo y las mínimas 3.2871°C, habiendo una gran diferencia en cuanto a las mínimas. No existen diferencias significativas entre décadas, ni en los meses de verano, siendo el aumento observado de las temperaturas prácticamente constante en los 60 años analizados. La TMMAX aumenta 0.03588°C aproximadamente en ambas estaciones, resultando en un aumento de unos 0.3588°C por década. En cuanto a la TMMIN, aumenta por igual en ambas series y en las estaciones, obteniéndose un incremento 0.0243°C en las dos estaciones, lo que supone un aumento de las temperaturas mínimas de 0.243°C por década. Otros trabajos como los de Del Río *et al.* (2012), Álvarez *et al.* (2011) o en García Souto (2018) sugirieron un incremento similar de 0.3°C por década en la península Ibérica, en el interior de Galicia y en las estaciones de A Coruña respectivamente. Vicente Serrano & Rodríguez Camino (2018) detallan también un incremento de las temperaturas mínimas y máximas. En los meses de verano, vemos que este incremento es mucho más notable, siendo los valores obtenidos más elevados que los mencionados previamente, con una tasa positiva anual en las mínimas 0.03917° y en las máximas de 0.0405 °C. Se evidencia así en estos meses, un aumento en los eventos extremos de temperatura similar al observado en otros estudios (Giorgi & Coppola, 2009) (Wulff & Domeisen, 2019). En el trabajo de Alexander (2016) además, se menciona un aumento más significativo en las temperaturas mínimas de las zonas de interior que en las temperaturas máximas. Este hecho se ha observado en los p.valores de los coeficientes obtenidos para los meses de verano (p.valor TMMIN= 2.2×10^{-4} p.valor TMMAX= 0.0217), con un nivel de significación mucho mayor en las mínimas. Vemos también en general valores más altos en las temperaturas máximas que en las mínimas, aunque ambos valores son similares. Esto también ha sido descrito en el trabajo de Unkašević *et al.* (2005). En promedio, se observa también en los meses de verano un aumento de 0.41809°C de la TMMAX y una disminución de 0.42075 °C de la TMMIN en las tres últimas décadas con respecto a las tres primeras, observándose por tanto temperaturas más extremas en los últimos 30 años, aunque estos valores no resultaron significativos. Por tanto, las temperaturas máximas y mínimas aumentan de manera constante sin variaciones significativas temporales entre décadas, ni espaciales, aunque si estacionales.

Las predicciones realizadas no presentan grandes diferencias entre los valores reales y los predichos para 2020. Sí cabe destacar que los valores reales fueron ligeramente superiores a los predichos a excepción de la PTJESOL80. En las proyecciones futuras de la península ibérica de Fernández *et al.* (2018) se observa un descenso general de la velocidad del viento y de las precipitaciones, estando en concordancia con los resultados obtenidos. Además, predicen desde 1971-2000 para 2021-2050, un aumento de las temperaturas máximas en los meses de verano de entre 1.1 y 2.8 °C. Si tenemos en cuenta el aumento anual de 0.0405°C de la TMMAX en los meses de verano para un periodo de 30 años (desde 2020 hasta 2050), obtenemos un incremento de 1.215°C para el 2050, valor que se encuentra dentro del intervalo predicho por Fernández *et al.* (2018).

5.1 LIMITACIONES DEL TRABAJO

En este trabajo fueron incluidas variables con periodos de datos faltantes, algunos bastante extensos. Además, los datos atípicos detectados no han sido descartados debido a su baja frecuencia. Sin embargo, estos dos factores podrían ser fuente de cierta distorsión en los datos, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de valorar los resultados. La unificación de las bases de datos de Lugo-Rozas y Lugo-Centro, a pesar de encontrarse a una distancia próxima, pueden haber aportado cierto error a los resultados obtenidos, sobre todo si tenemos en cuenta la gran variabilidad espacial que presentan el viento o la precipitación, lo cual es también un elemento a considerar en la fiabilidad de los resultados de estas variables.

5.2 FUTURAS LÍNEAS DE ESTUDIO

El empleo de otro tipo de modelos más robustos, que puedan minimizar la incertidumbre de algunas de las variables de estudio como los RCM (modelos climáticos regionales), permiten una mayor resolución; captando mejor la variabilidad de la precipitación, del viento o de los eventos extremos [(Sánchez Sánchez *et al.*, 2018); (Álvarez *et al.*, 2011)]. Resulta también interesante el estudio de otras variables como la humedad (Vicente Serrano & Rodríguez Camino, 2018), la inclusión de más variables, como la precipitación total anual (que presenta una mejor cobertura espacial (Alexander, 2016)) o el estudio del patrón diferencial que mostró el viento en las dos estaciones. Así mismo, es importante también ampliar los estudios acerca de la variabilidad que presentan los parámetros meteorológicos, lo cual podría permitirnos una mejor comprensión de los patrones que presentan.

6 CONCLUSIONES

En los últimos 60 años, las precipitaciones han disminuido ligeramente en Lugo Centro-Rozas y Vigo-Peinador, no habiendo diferencias significativas entre ambas localizaciones. La DP100 disminuye a un ritmo de 0.0132 días cada año, lo que supondrá un día menos en los próximos 100 años.

La RMAXVEL presenta una evolución temporal dispar entre ambas estaciones, disminuyendo 0.2222km/h cada año en la estación de Lugo Centro-Rozas (estación de interior, similar a la tendencia general observada en la península Ibérica) y aumentando 0.2439km/h en la estación de Vigo-Peinador (zona de costa).

Por otra parte, la PTJESOL80 aumenta un 0.0344% en ambas estaciones, siendo en promedio un 4.919% mayor en Vigo que en Lugo. En el análisis por décadas, se observa en 1961-1990 una tendencia negativa conocida como *dimming*, asociada a la disminución en la concentración de aerosoles y una fuerte tendencia positiva en 1991-2020, que se corresponde con el *brightening* explicado en su mayoría por cambios en la nubosidad.

Las temperaturas máximas y mínimas exhiben un incremento en el transcurso temporal prácticamente constante, aumentando las máximas 0.359°C y las mínimas 0.243°C cada década; valores muy similares a los 0.3°C predichos por Del Río *et al.* (2012), siendo por tanto resultados bastante consistentes.

No se observaron diferencias temporales significativas entre los climas de costa y de interior, a excepción de la RMAXVEL. Además, esta variable no presenta ninguna diferencia significativa en los meses de verano, al contrario del resto de variables. Posee además una gran dispersión de los datos, lo cual podría ser indicativo de variabilidad, no permitiéndonos obtener conclusiones fiables acerca de este parámetro.

Es en los meses de verano cuando son más frecuentes los eventos extremos, observándose una fuerte estacionalidad en la insolación y las temperaturas. Específicamente aumentando la PTJESOL80 un 0.0344%, la TMMAX 0.00462°C y la TMMIN 0.01487°C más en los meses de verano; siendo mayor el aumento de las mínimas que el de las máximas. Existe también un incremento en la frecuencia de los eventos extremos de precipitación, aunque están sujetos a una gran variabilidad.

En las predicciones, no se obtuvieron grandes diferencias entre los valores reales y los predichos para 2020, aunque los valores reales fueron ligeramente superiores, a diferencia de la PTJESOL80.

Existe un gran desconocimiento en el comportamiento de ciertos elementos climáticos en las últimas décadas; sobre todo en la precipitación y el viento, dificultando la comprensión de algunos de los resultados obtenidos, siendo interesante su estudio en trabajos futuros.

7 CONCLUSIONES

Nos últimos 60 anos, as precipitacións descenderon lixeiramente en Lugo Centro-Rozas e Vigo-Peinador, sen diferenzas significativas entre ambas localidades. A DP100 diminúe a razón de 0,0132 días cada ano, o que suporá un día menos nos próximos 100 anos.

A RMAXVEL presenta unha evolución temporal diferente entre ambas estacións, diminuíndo 0,2222 km/h cada ano na estación de Lugo Centro-Rozas (estación interior, similar á tendencia xeral observada na Península Ibérica) e aumentando 0,2439 km/h na estación de Vigo-Peinador (zona costeira).

Por outra parte, a PTJESOL80 aumenta un 0,0344% en ambas estacións, sendo en promedio un 4,919% superior en Vigo que en Lugo. Na análise por décadas, obsérvase unha tendencia negativa coñecida como *dimming* en 1961-1990, asociada a unha diminución na concentración de aerosois, e unha forte tendencia positiva en 1991-2020, que se corresponde co *brightening*, explicado maioritariamente por cambios na nubosidade.

As temperaturas máximas e mínimas presentan un aumento practicamente constante no tempo, aumentando as máximas 0,359°C e as mínimas 0,243°C cada década; valores moi similares aos 0,3°C previstos por Del Río *et al.* (2012), sendo así resultados consistentes. Non se observaron diferenzas temporais significativas entre os climas de costa e de interior, excepto na RMAXVEL. Ademais, esta variable non presenta diferenzas significativas nos meses de verán, ao contrario do resto de variables. Tamén presenta unha gran dispersión nos datos, podería ser indicativo de variabilidade, non permitindo obter conclusións fiables sobre este parámetro.

É nos meses de verán cando os eventos extremos son máis frecuentes, observando unha forte estacionalidade na insolación e nas temperaturas. Aumentando a PTJESOL80 un 0,0344%, a TMMAX 0,00462 °C e a TMMIN 0,01487 °C máis nos meses de verán; sendo o incremento das mínimas maior que nas máximas. Tamén hai unha maior frecuencia de eventos extremos de precipitación, aínda que están suxeitos a unha gran variabilidade.

Nas previsións non se obtiveron grandes diferenzas entre os valores reais e os previstos para 2020, aínda que os valores reais foron lixeiramente superiores, a diferenza da PTJESOL80.

Existe un gran descoñecemento no comportamento de determinados elementos climáticos nas últimas décadas; especialmente na precipitación e no vento, dificultando a comprensión dalgúns dos resultados obtidos, sendo interesante o seu estudo en traballos futuros.

8 CONCLUSIONS

In the last 60 years, rainfall has decreased slightly in Lugo Centro-Rozas and Vigo-Peinador without significant differences between both locations. The DP100 decreases at a rate of 0.0132 days per year, which will lead to a reduction of one day of rains in the next 100 years.

The RMAXVEL presents a different temporal evolution between both stations, decreasing 0.2222km/h each year at the Lugo Centro-Rozas station (inland station, like the general trend observed in the Iberian Peninsula) and increasing 0.2439km/h at the Vigo-Peinador station (coastal area).

Moreover, the PTJESOL80 increases 0.0344% in both stations, being on average 4.919% higher in Vigo than Lugo. In the analysis by decades, a negative trend known as *dimming* is observed in 1961-1990, associated with a decrease in the concentration of aerosols, and a strong positive trend in 1991-2020, the *brightening*, explained mostly by changes in clouding.

The maximum and minimum temperatures exhibit a light constant increase over time, increasing the maximum 0.359°C and the minimum 0.243°C each decade, which are similar values to the 0.3°C predicted by Del Río *et al.* (2012).

No significant temporal differences were observed between the coastal and inland climates, except for RMAXVEL. Besides, this variable does not present any significant difference in the summer months, opposite to the rest of the variables. It also exhibits a large data dispersion, which could indicate variability, not allowing to obtain reliable conclusions about this parameter.

It is in the summer months when extreme events are more frequent. Specifically, it is observed a strong seasonality in insolation and temperatures; increasing the PTJESOL80 a 0.0344%, the TMMAX 0.00462 °C and the TMMIN 0.01487°C more in the summer months; being the increase of the minimums higher than the maximums. There is also a higher frequency of extreme precipitation events, although they are related to high variability.

No large differences were obtained between the actual and the predicted values for 2020, although the real values were slightly higher, unlike the PTJESOL80.

There is a lack of knowledge in the behavior of certain climate elements in the recent decades; especially in precipitation and wind, which makes difficult to understand some of the results, being interesting for future works.

9 BIBLIOGRAFÍA

- AEMET. (2018). MAPAS CLIMÁTICOS DE ESPAÑA (1981-2010) Y ETo (1996-2016). Ministerio para la Transición Ecológica Agencia Estatal de Meteorología. Madrid.
- Alexander, L. V. (2016). Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes*, 11, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007>.
- Álvarez, V., Taboada Hidalgo, J., & Lorenzo González, M. N. (2011). Cambio climático en Galicia en el siglo XXI: Tendencias y variabilidad en temperaturas y precipitaciones. *MeteoGalicia. Xunta de Galicia*, 65–85.
- Baede, A.P.M., Ahlonsou, E., Ding, Y., Schimel, D., Bolin, B., Pollonais, S. (2001). The Climate System: an Overview. En: *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., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, (pp. 87-98).
- Bichet, A., Wild, M., Folini, D., & Schär, C. (2012). Causes for decadal variations of wind speed over land: Sensitivity studies with a global climate model. *Geophysical Research Letters*, 39(11). <https://doi.org/10.1029/2012gl051685>.
- Bladé, I., Liebmann, B., Fortuny, D., & van Oldenborgh, G. J. (2011). Observed and simulated impacts of the summer NAO in Europe: implications for projected drying in the Mediterranean region. *Climate Dynamics*, 39(3–4), 709–727. <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1195-x>.
- CLIVAR-España (2006). Estado de la Investigación en Clima en España. Barcelona.
- CLIVAR-España (2019). CLIVAR Exchanges, núm 73: Resumen Ejecutivo de CLIVAR-España EL CLIMA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA. Madrid.
- Del Río, S., Cano-Ortiz, A., Herrero, L., Penas, A., 2012: Recent trends in mean maximum and minimum air temperatures over Spain (1961-2006). *Theoretical and Applied Climatology*, 109, 605-626. doi: 10.1007/s00704-012-0593-2.
- Deshmukh, D., Ahmed, M. R., Dominic, J. A., Gupta, A., Achari, G., & Hassan, Q. K. (2022). Suitability Assessment of Weather Networks for Wind Data Measurements in the Athabasca Oil Sands Area. *Climate*, 10(2), 10. <https://doi.org/10.3390/cli1002001>.

- Dettinger, M. D. (2012). Projections and downscaling of 21st century temperatures, precipitation, radiative fluxes and winds for the Southwestern US, with focus on Lake Tahoe. *Climatic Change*, 116(1), 17–33. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0501-x>.
- Dong, X., Xi, B., & Minnis, P. (2006). Observational evidence of changes in water vapor, clouds, and radiation at the ARM SGP site. *Geophysical Research Letters*, 33(19). <https://doi.org/10.1029/2006gl027132>.
- Fernández, J., Casanueva, A., Montávez, J. P., Gaertner, M. N., Casado Calle, M. J., Manzanas, R., & Gutiérrez, J. M. (2018). Proyecciones de clima regional sobre España: atmósfera. Proyecciones de clima futuro. *CLIVAR Exchanges*:73, 45–52. <https://doi.org/10.31978/639-18-002-5.09>.
- Fox, J. (2017). *Using the R Commander: A Point-and-Click Interface for R*. Boca Raton FL: Chapman and Hall/CRC Press.
- García Souto, A. (2018). *Análisis de datos climatológicos del área de A Coruña*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidade da Coruña]. RUC. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21539>
- Giorgi, F., & Coppola, E. (2009). Projections of twenty-first century climate over Europe. *The European Physical Journal Conferences*, 1, 29–46. <https://doi.org/10.1140/epjconf/e2009-00908-9>.
- Gómez-Gesteira M., L. Gimeno., M. de Castro., M.N. Lorenzo., I. Alvarez, R. Nieto, J.J. Taboada, A.J.C. Crespo, A.M. Ramos, I. Iglesias, J.L. Gomez-Gesteira, F.E. Santo, D. Barriopedro y I.F. Trigo (2011). “The state of climate in NW Iberia”. *Climate Research*, 48, 109-144.
- Google (n.d.). [Mapa online en Google Maps con la ubicación de las estaciones]. 1:5000000. Recuperado de: <https://www.google.com/maps/d/viewer?hl=es&mid=1IEyKQl6r7Jvat4hiD1vExpjFnyMuTkM&ll=42.933210021202775%2C7.575852254687508&z=8>. Consultado el 30 de mayo de 2022.
- Gutiérrez, C., Somot, S., Nabat, P., Mallet, M., Corre, L., Meijgaard, E. V., Perpiñán, O., & Gaertner, M. (2020). Future evolution of surface solar radiation and photovoltaic potential in Europe: investigating the role of aerosols. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034035. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6666>
- Hufty, A., & Albentosa Sánchez, L. M. A. (1984). *Introducción a la climatología*. Ariel.
- IPCC (1990): Scientific Assessment of Climate Change-Report of Working Group I. Houghton J.T., G.J. Jenkins, J.J. Ephraums (eds). Cambridge University Press, UK.

- IPCC (1996): *Climate Change 1995: The science of Climate Change*. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callender, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell (eds). Cambridge University Press, UK.
- IPCC (2001): *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., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, C.A. Johnson (eds). Cambridge University Press, UK.
- IPCC (2007). Gray, V. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary for Policymakers*. *Energy & Environment*, 18(3–4), 433–440. <https://doi.org/10.1260/095830507781076194>.
- IPCC (2014). Summary for policymakers In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed C B Field et al (Cambridge) (Cambridge University Press) (Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA) pp 1–32.
- IPCC (2022): Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- Klein Tank, A. M. G., & Können, G. P. (2003). Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, 16(22), 3665–3680. <https://doi.org/10.1175/1520-0442>.
- Klein Tank, A. M. G., Wijngaard, J. B., Können, G. P., Böhm, R., Demarée, G., Gocheva, A., Mileta, M., Pashiardis, S., Hejkrlik, L., Kern-Hansen, C., Heino, R., Bessemoulin, P., Müller-Westermeier, G., Tzanakou, M., Szalai, S., Pálsdóttir, T., Fitzgerald, D., Rubin, S., Capaldo, M., Petrovic, P. (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *International Journal of Climatology*, 22(12), 1441–1453. <https://doi.org/10.1002/joc.773>.

- Martin Nascimento, G. F., Wurtz, F., Kuo-Peng, P., Delinchant, B., & Jhoe Batistela, N. (2021). Outlier Detection in Buildings' Power Consumption Data Using Forecast Error. *Energies*, 14(24), 8325. <https://doi.org/10.3390/en14248325>.
- Mateos, D., Sánchez-Lorenzo, A., Antón, M., Cachorro, V. E., Calbó, J., Costa, M. J., Torres, B., & Wild, M., (2014): Quantifying the respective roles of aerosols and clouds in the strong brightening since the early 2000s over the Iberian Peninsula. *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, 119, 10382-10393. doi: 10.1002/2014JD022076.
- OMM (2007): *Función de las normales climatológicas en un clima cambiante* (OMM/DT-Nº 1377). Ginebra.
- Outliers*. (2021, 1 noviembre). UF Biostatistics. Recuperado 22 de abril de 2022, de <https://bolt.mph.ufl.edu/6050-6052/unit-1/one-quantitative-variable-introduction/understanding-outliers/>.
- Peterson, TC, C. Folland, G. Gruza, W. Hogg, A. Mokssit y N. Plummer (2001): Informe sobre las actividades del Grupo de trabajo sobre detección del cambio climático y relatores relacionados 1998–2001. Organización Meteorológica Mundial Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Ginebra, Suiza, 143 págs.
- Pfeifroth, U., Sanchez-Lorenzo, A., Manara, V., Trentmann, J., & Hollmann, R. (2018). Trends and Variability of Surface Solar Radiation in Europe Based On Surface- and Satellite-Based Data Records. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123(3), 1735–1754. <https://doi.org/10.1002/2017jd027418>.
- Philipona, R. (2012). Greenhouse warming and solar brightening in and around the Alps. *International Journal of Climatology*, 33(6), 1530–1537. <https://doi.org/10.1002/joc.3531>.
- Rodríguez-Fonseca, B., Casado Calle, M. J., & Barriopedro, D. (2018). Modos de variabilidad que afectan al suroeste de Europa. *CLIVAR Exchanges*: 73, 24–31. <https://doi.org/10.31978/639-18-002-5.06>.
- Sánchez-Lorenzo, A., Calbó, J., & Wild, M., (2013). Global and diffuse solar radiation in Spain: Building a homogeneous dataset and assessing their trends. *Global and Planetary Change*, 100, 343-352. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.11.010>.
- Sánchez Sánchez, E., Rodríguez-Fonseca, B., Bladé, I., Brunet, M., Aznar, R., Cacho, I., Casado Calle, M. J., Gimeno, L., Gutiérrez, J. M., Jordá, G., Lavín, A., López Díaz, J. A., Salat, J., & Valero, B. (2018). Progresos en la detección y proyecciones de cambio climático en España desde el informe 2010 de evaluación regional del clima pasado, presente y futuro del Comité CLIVAR-España. *CLIVAR Exchanges*:

- volumen especial sobre el clima en la Península Ibérica*, 1–4.
<https://doi.org/10.31978/639-18-002-5.01>.
- Santos, F., Gómez-Gesteira, M., de Castro, M., Añel, J., Carvalho, D., Costoya, X., & Dias, J. (2018). On the accuracy of CORDEX RCMs to project future winds over the Iberian Peninsula and surrounding ocean. *Applied Energy*, 228, 289–300.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.06.086>
- Tadić, L., Bonacci, O. & Brleković, T (2019). An example of principal component analysis application on climate change assessment. *Theor Appl Climatol* 138, 1049–10.
<https://doi.org/10.1007/s00704-019-02887-9>.
- Unkašević, M., Vujović, D., & Tošić, I. (2005). Trends in extreme summer temperatures at Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 82(3–4), 199–205.
<https://doi.org/10.1007/s00704-005-0131-6>.
- Vicente Serrano, S. M., & Rodríguez Camino, E. (2018). Tendencias recientes de las variables atmosféricas en España. *CLIVAR Exchanges*: 73, 20–23.
<https://doi.org/10.31978/639-18-002-5.05>.
- Wilcox, L. J., Yiou, P., Hauser, M., Lott, F. C., van Oldenborgh, G. J., Colfescu, I., Dong, B., Hegerl, G., Shaffrey, L., & Sutton, R. (2017). Multiple perspectives on the attribution of the extreme European summer of 2012 to climate change. *Climate Dynamics*, 50(9–10), 3537–3555. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3822-7>.
- Wulff, C. O., & Domeisen, D. I. V. (2019). Higher Subseasonal Predictability of Extreme Hot European Summer Temperatures as Compared to Average Summers. *Geophysical Research Letters*, 46(20), 11520–11529.
<https://doi.org/10.1029/2019gl084314>.

ANEXO I

Tablas con los datos y variables utilizadas

Tabla 1. Total de variables climáticas (n=30).

Elemento climático	Nombre de la variable	Abreviatura variable	Magnitud
Precipitación	Precipitación total mensual	PMES	Décimas de milímetro
Precipitación	Precipitación máxima diaria mensual	PMAX	Décimas de milímetro
Precipitación	Días de precipitación apreciable	DAPRE	Décimas de milímetro
Precipitación	Días de precipitación mayor o igual a 10 décimas de milímetro	DP10	Décimas de milímetro
Precipitación	Días de precipitación mayor o igual a 100 décimas de milímetro	DP100	Décimas de milímetro
Precipitación	Días de precipitación mayor o igual a 300 décimas de milímetro	DP300	Décimas de milímetro
Precipitación	Número de días sin dato de precipitación	NDIASP	Unidades numéricas
Viento	Dirección de la racha máxima mensual	RMAXDIR	Unidades numéricas
Viento	Velocidad de la racha máxima mensual	RMAXVEL	Km/h
Viento	Número de días con velocidad del viento mayor o igual a 36km/h	VEL36	Km/h
Viento	Número de días con velocidad del viento mayor o igual a 55km/h	VEL55	Km/h
Viento	Número de días con velocidad del viento mayor o igual a 91km/h	VEL91	Km/h
Viento	Recorrido total mensual del viento de 0 a 24	REC24MES	Km

	km		
Viento	Recorrido máximo diario de 0 a 24 km	REC24MAX	Km
Viento	Número de días con datos incompletos de viento	NDIASV	Unidades numéricas
Insolación	Porcentaje medio de insolación diaria	PTJESOLMED	%
Insolación	Número de días con insolación superior al 80% de la insolación teórica	PTJESOL80	%
Insolación	Número de días con insolación inferior al 20% de la insolación teórica	PTJESOL20	%
Insolación	Número de días con datos incompletos de insolación	NDIASINS	Unidades numéricas
Temperatura	Temperatura máxima absoluta mensual	TMAX	Décimas de °C
Temperatura	Temperatura mínima absoluta mensual	TMIN	Décimas de °C
Temperatura	Media mensual de la temperatura máxima diaria	TMMAX	Décimas de °C
Temperatura	Media mensual de la temperatura mínima diaria	TMMIN	Décimas de °C
Temperatura	Temperatura media mensual	TMMES	Décimas de °C
Temperatura	Días de temperatura mínima igual o por debajo de 0°C (días de helada)	DIASMIN0	Unidades numéricas
Temperatura	Días de temperatura mínima igual o por debajo de 5°C	DIASMIN5	Unidades numéricas
Temperatura	Días de temperatura mínima igual o superior a 20°C (noches tropicales)	DIASMIN20	Unidades numéricas

Temperatura	Días de temperatura máxima igual o superior a 25°C	DIASTMAX25	Unidades numéricas
Temperatura	Días de temperatura máxima igual o superior a 30°C	DIASTMAX30	Unidades numéricas
Temperatura	Número de días con datos incompletos de temperatura del aire	NDIAS1	Unidades numéricas

Tabla 2. Variables seleccionadas para los análisis.

Elemento climático	Nombre de la variable	Abreviatura de la variable	Magnitud
Precipitación	Días de precipitación mayor o igual a 100 décimas de milímetro	DP100	Décimas de milímetro
Viento	Velocidad de la racha máxima mensual	RMAXVEL	Km/h
Insolación	Número de días con insolación superior al 80% de la insolación teórica	PTJESOL80	%
Temperatura	Media mensual de la temperatura máxima diaria	TMMAX	Décimas de °C
Temperatura	Media mensual de la temperatura mínima diaria	TMMIN	Décimas de °C

Tabla 3. Datos de las variables de estudio de las estaciones de Lugo y Vigo. Los atípicos detectados se encuentran marcados con “*1 o *2”.

AÑO	LUGO					VIGO				
	DP100	RMAXVEL	PTJESOL	TMMAX	TMMIN	DP100	RMAXVEL	PTJESOL	TMMAX	TMMIN
1961		60.6		190.8	67.7	6.25	68.55		186.83	99.08
1962		45.0		179.8	56.2	4.58	68.17		176.25	91.33
1963	6*1*2	48.3	0.5	172.8	55.4	5.67	75.08		170.33	88.67
1964	3.6	51.4	2.6	165.7	61.4	3.75	64.08		179.17	91.58
1965	3.0	69.3	2.8	160.8	59.3	6.08	66.58		174.82	87.08
1966	3.9	80.5	3.2	160.9	62.6	6.17	61.92		173.33	93.42
1967	2.3	75.7	4.4	162.5	55.3	4.17	66.08		174.17	90.75
1968	2.8	68.1	4.0	167.3	57.7	5.42	67.25		172.17	93.50
1969	4.0	66.6	3.7	156.7	54.6	6.58	70.33		171.50	86.17
1970	2.8	69.6	4.3	161.3	50.3	4.50	59.50		174.25	84.83
1971	3.3	70.3	4.8	162.6	53.6	4.75	61.17		170.58	84.58
1972	3.8	76.8	4.2	149.4	54.8	5.42	71.08		163.42	81.17
1973	2.7	70.8	4.8	161.9	60.5	4.50	62.08		176.92	87.08
1974	3.6	75.1	3.4	152.6	58.2	5.58	60.92		168.33	85.08
1975	3.3	73.8	3.1	157.3	63.2	5.00	65.00		172.00	89.50
1976	3.2	69.3	4.6	161.3	59.3	5.75	60.17		173.58	90.00
1977	3.8	66.8	3.7	152.3	65.3	6.75	48.25*1	6.91	166.17	92.83
1978	3.3	73.9	2.8	158.8	64.7	5.42	53.00	8.92	172.17	93.00
1979	4.3	67.0	3.4	161.7	65.3	5.92	62.08	8.17	172.42	93.17
1980	2.4	73.0	3.8	163.1	62.7	4.75	54.30	9.42	173.50	92.92
1981	2.8		2.5	168.0	67.5	5.25	71.82	9.08	179.50	100.08
1982	2.8		2.3	166.5	69.0	5.33	67.17	5.50	174.08	98.25
1983	3.5		1.1	167.3	66.3	5.08	62.00	4.33	174.75	100.17
1984	3.8		2.7	160.8	62.1	5.75	69.92	5.42	173.92	94.17
1985	3.1		2.8	171.0	57.1	5.58	68.08	6.67	178.92	94.83
1986	2.6	65.6	1.6	164.6	60.5	4.83	65.92	6.50	169.58	93.42
1987	3.2	69.1	1.6	173.4	66.3	5.67	69.33	6.42	182.58	103.42
1988	2.7	61.2	3.8	171.4	59.8	4.58	61.58	9.25	177.08	100.42
1989	2.8	63.8	4.5	187.7	63.5	4.83	68.33	9.17	192.42	109.50
1990	1.9	60.3	3.0	184.0	63.0	4.08	60.92	9.42	189.25	101.42
1991	2.7	60.3	4.2	166.6	61.0	4.83	59.25	9.92	178.25	92.67
1992	2.3	59.4	1.8	168.8	57.3	3.50	60.50	9.58	178.17	92.25
1993	3.1	60.9	3.1	165.3	58.1	5.75	61.83	8.00	174.50	94.58
1994	3.1	60.4	1.8	171.9	66.0	5.83	59.83	9.00	175.00	98.67
1995	3.2	61.8	3.7	180.2	69.9	5.75	55.42	9.42	189.58	106.92
1996	3.1	56.6	3.4	173.5	64.8	5.50	60.83	7.92	175.83	99.17
1997	2.7	58.3	1.8	184.2	71.9	6.00	68.00	7.50	190.75	111.83
1998	3.4	54.5	2.7	178.3	65.4	4.75	62.25	9.83	184.08	103.75
1999	3.8	58.8	3.1	169.8	64.7	4.75	61.25	9.50	179.42	100.00
2000	3.2	56.3	2.5	174.2	61.8	6.58	66.50	8.83	178.25	98.67
2001	5.2	56.2	3.2	185.1	74.5	6.25	63.92	9.67	181.58	99.25
2002	5.4	55.8	0.5	180.2	80.4	5.58	65.58	7.00	181.25	103.25
2003	3.1	50.7	1.8	180.8	65.6	5.08	60.25	9.00	186.17	107.08
2004	2.2	60.7	3.5	172.4	60.5	3.58	61.58	10.33	183.67	100.42
2005	2.5	59.3	6.6	176.8	59.4	3.08	64.50	13.58	182.75	94.75
2006	2.9	64.3	5.3	186.6	69.8	5.50	71.25	12.42	184.00	99.75
2007	2.1	55.8	5.3	176.5	58.8	2.83	61.17	13.25	178.25	93.17
2008	3.8	58.8	4.7	176.5	62.8	4.33	65.42	11.00	172.83	93.17
2009	3.4	58.7	6.1	179.4	66.3	4.83	65.50	12.17	182.58	100.67
2010	2.9	63.3	5.8	176.0	64.4	4.42	70.42	11.75	187.92	103.42
2011	2.1	60.3	5.8	189.0	70.6	3.50	66.92	12.75	195.25	109.58
2012	1.9	59.3	4.7	179.8	62.5	4.00	63.00		179.17	98.42
2013	4.0	52.3	4.6	175.6	69.2	4.92	70.25	7.00	191.58	100.67
2014	3.1	55.7	3.9	181.0	77.1	6.25	64.67	4.25	194.00	106.42
2015	2.2	54.6	4.5	187.8	72.8	3.08	65.25	7.00	199.42	102.25
2016	3.6	53.2	4.9	179.0	68.4	5.17	66.00	3.00	194.08	100.33
2017	1.6	56.0	5.3	187.2	68.3	3.42	68.25		201.50	100.67
2018	4.1	51.3	4.0	174.3	74.8	4.92	63.50	8.40	187.50	100.58
2019	3.8	57.9	4.8	179.8	67.7	5.50	69.17	9.25	186.58	98.33
2020	3.6	58.4	4.7	186.6	78.9	4.33	68.83	9.42	194.17	106.67

Tabla 4. Datos de los meses de verano de la estación de Lugo y la RMAXVEL de Vigo. Los atípicos detectados se encuentran marcados con un “*3”.

AÑO	DP100	RMAXVEL (Lugo)	RMAXVEL (Vigo)	PTJESOL80	TMMAX	TMMIN
1961		70.00	62.67		240.67	114.67
1962		27.00	49.33		253.00	100.33
1963		31.67	58.67		233.33	98.33
1964	0.7	42.33	53.67	5.33	224.00	114.00
1965	0.7	63.33	56.33	4	217.67	95.67
1966	2.3	79.33	49.00	3.33	208.00	101.33
1967	0	70.67	65.67	5.67	226.33	99.67
1968	0.3	63.67	54.00	4.67	232.67	95.67
1969	0.7	61.67	71.00	6.67	224.00	101.00
1970	2	69.00	44.67	3.67	223.00	101.67
1971	2.3	66.33	54.67	3.33	216.33	108.33
1972	0	72.00	53.00	6.33	208.33	97.00
1973	0.7	73.00	52.67	4.67	222.33	121.00
1974	1.7	67.33	52.67	8.33	217.00	100.67
1975	0.7	68.67	48.67	5.33	230.00	112.00
1976	2.3	62.33	42.67	7.33	239.67	119.33
1977	3	62.33	36.00	4.67	193.00	99.67
1978	1	51.33	39.33	5	208.00	106.00
1979	0.3	59.00	44.33	7.33	224.33	111.67
1980	0.3		46.00	4.67	224.33	105.33
1981	0		56.67	7.00	226.00	117.00
1982	1.3		54.67	1.67	222.00	116.00
1983	0.7		55.33	2.67	223.67	123.67
1984	2.7		57.33	4.33	224.00	114.67
1985	1		52.67	4.33	231.67	101.00
1986	0.7	55.33	54.67	3.00	231.67	101.67
1987	1.3	54.00	56.00	2.33	229.00	112.33
1988	2	49.33	47.67	3	224.67	105.00
1989	0.7	51.67	45.33	5	246.67	119.67
1990	0.3	52.00	46.00	4	264.67	113.33
1991	1.7	63.67	58.00	5	239.33	112.67
1992	2	51.33	59.67	2	226.33	109.33
1993	2.3	60.33	51.67	5.33	231.33	105.33
1994	1.7	50.33	49.67	1.33	234.33	112.67
1995	0.7	59.33	46.67	7.00	238.67	117.67
1996	2	48.67	48.33	5.67	238.33	109.33
1997	3	58.67	59.67	1.00	220.67	116.33
1998	2.3	43.00	47.33	4.00	240.67	114.67
1999	1.7	51.33	48.33	4.00	236.33	116.00
2000	1.3	55.00	59.00	3.67	242.00	105.33
2001	2	46.00	47.00	1.67	239.67	109.33
2002	0	44.00	50.33		235.00	107.00
2003	1	45.33	58.00	2.33	256.67	122.67
2004	1.3	60.67	54.00	5.33	248.33	116.67
2005	1.3	54.67	51.67	9.33	252.67	119.00
2006	0.7	49.00	50.33	7.33	262.33	118.67
2007	2	58.67	59.33	4.00	233.67	101.67
2008	1	54.67	51.67	5.00	240.00	112.33
2009	1.7	51.67	53.67	5.00	239.67	117.67
2010	1.7	48.67	54.67	7.67	246.67	120.33
2011	0	50.00	55.67	7.00	243.33	108.33
2012	0.7	55.67	59.67	4.33	245.33	113.33
2013	1	43.00	53.67	9.33	251.33	117.67
2014	0.7	51.33	54.33	6.33	243.00	116.33
2015	0	49.00	51.67	5.33	263.00	121.00
2016	0.3	45.00	53.67	9.33	254.33	117.67
2017	0.7	43.33	53.00	5.33	252.33	123.67
2018	1.7	41.33	48.67	4.67	240.67	131.33
2019	1	52.33	60.33	2.67	240.00	119.33
2020	1.7	46.67	54.33	5.67	243.67	120.67

ANEXO II

Tablas de resultados: descriptivos, intervalos de atípicos, modelos y coeficientes de los análisis de regresión y diagramas de dispersión.

1. Análisis comparativo de las estaciones de Vigo y Lugo

1.1 Código empleado:

Los modelos fueron ajustados para cada variable empleando los siguientes códigos:

Código utilizado para un modelo con interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:  
lm(formula = DP100 ~ AÑO * ESTACIÓN, data = DatosEstacionesVigoLugo)
```

Código utilizado para un modelo sin interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:  
lm(formula = DP100 ~ AÑO + ESTACIÓN, data = DatosEstacionesVigoLugo)
```

Código para la obtención de los gráficos agrupados por estación (ejemplo con la variable DP100):

```
scatterplot(DP100~AÑO | ESTACIÓN, regLine=TRUE, smooth=FALSE, boxplots=FALSE, by.groups=TRUE,  
            data=DatosEstacionesVigoLugo)
```

1.2 Descriptivos e intervalos de atípicos

Tabla 1.1 Valores descriptivos de las variables.

Variable	Est.	Media	Des.T.	IQR	Mín.	Q1	Q2	Q3	Máx.	n
DP100	Vigo	5	0.9	1.2	2.8	4.5	5.1	5.7	6.8	60
	Lugo	3.2	0.8	0.9	1.6	2.7	3.1	3.6	6	58
RMAXVEL	Vigo	64.4	4.9	6.9	48.3	61.3	64.8	68.1	75.1	60
	Lugo	61.8	7.8	11.3	45	56.2	60.3	67.5	80.6	55
PTJESOL80	Vigo	8.7	2.4	2.6	3	7	9	9.7	13.6	42
	Lugo	3.6	1.4	1.9	0.5	2.7	3.1	4.6	6.6	58
TMMAX	Vigo	180	8.5	12.4	163.4	173.8	178.3	186.3	201.5	60
	Lugo	172	10.3	16.8	149.4	163	172.6	179.8	190.8	60
TMMIN	Vigo	96.8	6.8	7.9	81.2	92.8	98.4	100.7	111.8	60
	Lugo	63.9	6.3	8.3	50.3	59.4	63.3	67.7	80.4	60

Est. = Estación, Des.T.= Desviación Típica, Mín.=Mínimo, Q1, Q2 y Q3 = Cuartiles 1, 2 y 3, Máx.=Máximo, n= Número de observaciones.

Tabla 1.2. Intervalos de valores atípicos para las variables.

Variable	Estación	3IQR	3 σ	Combinación
DP100	Vigo	(0.9, 9.3)	(2.3, 7.7)	(2.3, 7.7)
	Lugo	(0, 6.3)	(0.8, 5.6)	(0.8, 5.6)
RMAXVEL	Vigo	(40.5, 88.8)	(49.7, 79.1)	(49.7, 79.1)
	Lugo	(22.3, 101.4)	(38.4, 85.2)	(38.4, 85.2)
PTJESOL80	Vigo	(-0.8, 17.5)	(1.5, 15.9)	(1.5, 15.9)
	Lugo	(-3, 10.3)	(-0.6, 7.8)	(-0.6, 7.8)
TMMAX	Vigo	(136.6, 223.5)	(154.5, 205.5)	(154.5, 205.5)
	Lugo	(112.6, 230.2)	(141.1, 202.9)	(141.1, 202.9)
TMMIN	Vigo	(69.1, 124.4)	(76.4, 117.2)	(76.4, 117.2)
	Lugo	(34.5, 92.6)	(45, 82.8)	(45, 82.8)

1.3 Coeficientes modelos

Tabla 2.1. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos con interacción.

Variable	Coeficientes (modelo CON interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	19.6303	0.145
	“AÑO”	-0.0083	0.221
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	20.3819	0.271
	“AÑO:ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	-0.0093	0.316
RMAXVEL	Intercepto	504.2230	8.36x10 ⁻⁸
	“AÑO”	-0.2222	1.86x10 ⁻⁶
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	-483.1783	1.61x10 ⁻⁴
	“AÑO:ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	0.2439	1.5x10 ⁻⁴
PTJESOL80	Intercepto	-56.2046	0.0484
	“AÑO”	0.0300	0.0361
	“NOMBRE[T.VIGO/PEINADOR]”	-25.1841	0.6331
	“AÑO:ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	0.0151	0.5684
TMMAX	Intercepto	-578.2191	2.46x10 ⁻⁷
	“AÑO”	0.3769	9.87x10 ⁻¹¹
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	80.1052	0.592
	“AÑO:ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	-0.0362	0.630
TMMIN	Intercepto	-387.1863	1.1x10 ⁻⁶
	“AÑO”	0.2266	2.37x10 ⁻⁸
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	-32.4353	0.761
	“AÑO:ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	0.0328	0.541

Tabla 2.2. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos sin interacción.

Variable	Coeficientes (modelo SIN interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	29.3828	1.84x10 ⁻³
	“AÑO”	-0.0132	5.29x10 ⁻³
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	1.8248	< 2x10 ⁻¹⁶
PTJESOL80	Intercepto	-64.8280	7.31x10 ⁻³
	“AÑO”	0.0344	4.73x10 ⁻³
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	4.919	< 2x10 ⁻¹⁶
TMMAX	Intercepto	-542.2093	3.81x10 ⁻¹¹
	“AÑO”	0.3588	< 2x10 ⁻¹⁶
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	8.0858	6.74x10 ⁻⁹
TMMIN	Intercepto	-419.8396	1.61x10 ⁻¹²
	“AÑO”	0.2430	2.64x10 ⁻¹⁵
	“ESTACIÓN[T.VIGO/PEINADOR]”	32.8714	< 2x10 ⁻¹⁶

Tabla 2.3. Modelos lineales resultantes.

Variable	Estación	Modelo
DP100	Lugo	DP100 = 29.3828 – 0.0132 * Año
	Vigo	DP100 = 31.2076 – 0.0132 * Año
RMAXVEL	Lugo	RMAXVEL = 504.2230 - 0.22217 * Año
	Vigo	RMAXVEL = 21.0446 + 0.0217 * Año
PTJESOL80	Lugo	PTJESOL80 = -64.8280 + 0.0344 * Año
	Vigo	PTJESOL80 = -59.909 + 0.0344 * Año
TMMAX	Lugo	TMMAX = -542.2093 + 0.3588 * Año
	Vigo	TMMAX = -534.1235 + 0.3588 * Año
TMMIN	Lugo	TMMIN = -419.8396 + 0.2430 * Año
	Vigo	TMMIN = -386.9682 + 0.2430 * Año

1.4 Gráficos de dispersión

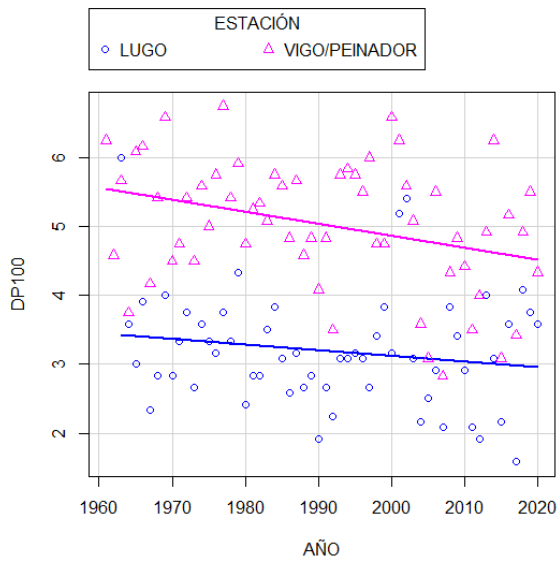


Figura 1.1. Gráfica del modelo de la variable DP100.

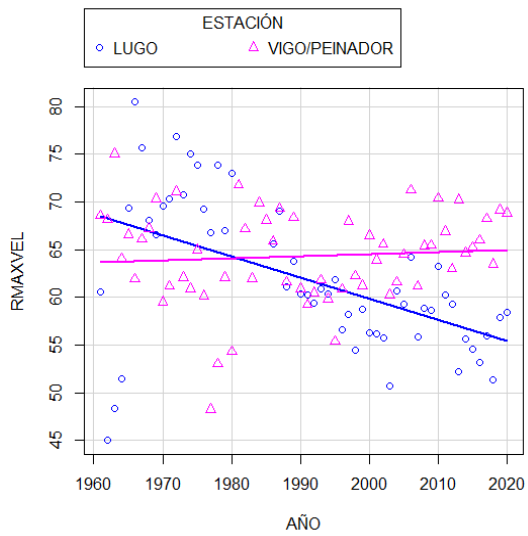


Figura 1.2. Gráfica del modelo de la variable RMAXVEL.

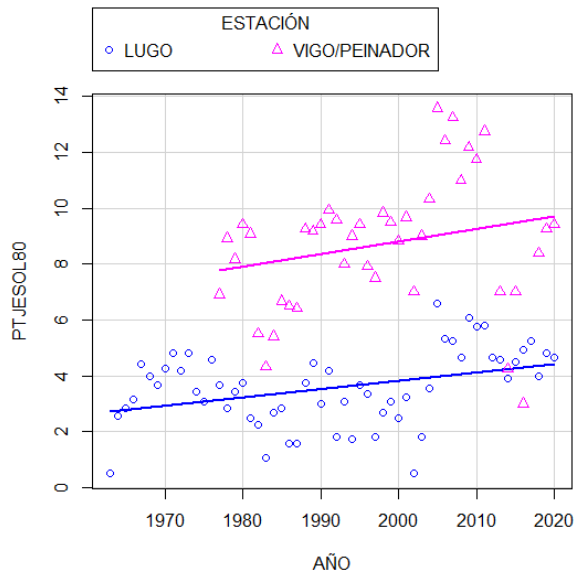


Figura 1.3. Gráfica del modelo de la variable PTJESOL80.

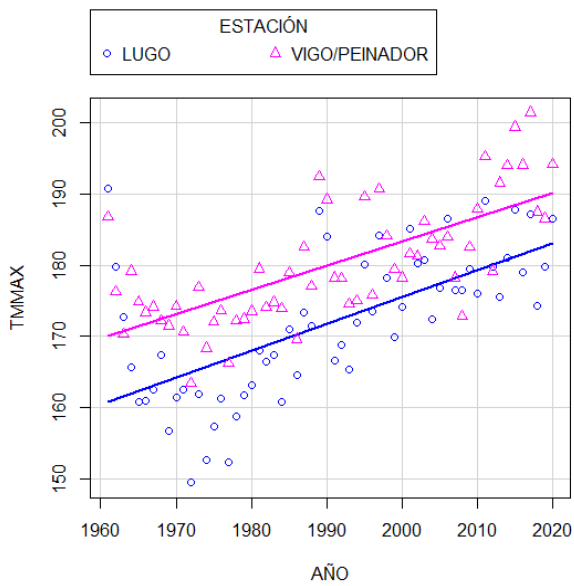


Figura 1.4. Gráfica del modelo de la variable TMMAX.

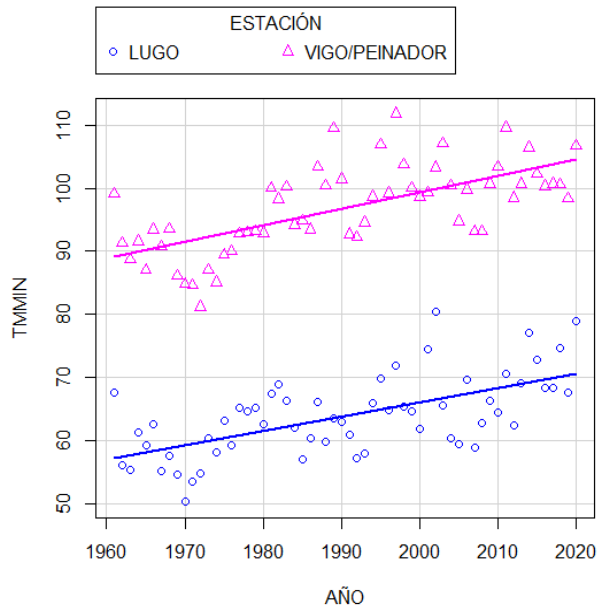


Figura 1.5. Gráfica del modelo de la variable TMMIN.

2. Análisis por décadas de la estación de Lugo y la RMAXVEL de Vigo

2.1 Códigos empleados

Los modelos fueron ajustados para cada variable empleando los siguientes códigos:

Código utilizado para un modelo con interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:
lm(formula = DP100 ~ AÑO * DÉCADAS, data = DatosporSeriesLugo)
```

Código utilizado para un modelo sin interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:
lm(formula = DP100 ~ AÑO + DÉCADAS, data = DatosporSeriesLugo)
```

Código para la obtención de los gráficos de dispersión agrupados por décadas (ejemplo con la variable DP100):

```
scatterplot(DP100~AÑO | DÉCADAS, regLine=TRUE, smooth=FALSE, boxplots=FALSE, by.groups=TRUE,
            data=DatosporSeriesLugo)
```

2.2 Descriptivos e intervalos de atípicos

Tabla 3.1 Valores descriptivos de las variables de la estación de Lugo Centro-Rozas por décadas.

Variable	Serie	Media	Des.T.	IQR	Mín.	Q1	Q2	Q3	Máx.	n
DP100	1	3.3	0.8	0.8	1.9	2.8	3.2	3.6	6	28
	2	3.1	0.9	1	1.6	2.5	3.1	3.6	5.4	30
RMAXVEL	1	66.9	8.7	9.3	45	63.8	69.1	73	80.6	25
	2	57.7	3.3	4.2	50.7	55.8	58.3	60	64.3	30
PTJESOL80	1	3.2	1.1	1.4	0.5	2.7	3.3	4	4.8	28
	2	3.9	1.5	1.8	0.5	3.1	4.1	4.9	6.6	30
TMMAX	1	165	9.9	9.4	149.4	160.9	162.8	170.3	190.8	30
	2	178.1	6.3	6.7	165.3	174.2	178.6	180.9	189	30
TMMIN	1	60.8	4.8	7.2	50.3	57.2	61	64.4	69	30
	2	67.1	6.2	7.8	57.3	62.6	66.2	70.5	80.4	60

Des.T.= Desviación Típica, IQR= Rango intercuartílico, Mín.=Mínimo, Q1, Q2 y Q3 = Cuartiles 1, 2 y 3, Máx.=Máximo, n= número de observaciones.

Tabla 3.2 Intervalos de valores atípicos para las variables.

Variable	Serie	3IQR	3 σ	Combinación
DP100	1	(0.4, 6)	(0.9, 5.7)	(0.9, 5.7)
	2	(-0.5, 6.6)	(0.4, 5.8)	(0.4, 5.8)
RMAXVEL	1	(35.9, 100.9)	(40.8, 93)	(40.8, 93)
	2	(43.2, 72.6)	(47.8, 67.6)	(47.8, 67.6)
PTJESOL80	1	(-1.5, 8.2)	(-0.1, 6.5)	(-0.1, 6.5)
	2	(-2.3, 10.3)	(-0.6, 8.4)	(-0.6, 8.4)
TMMAX	1	(132.7, 198.5)	(135.3, 194.7)	(135.3, 194.7)
	2	(154.1, 201)	(159.2, 197)	(159.2, 197)
TMMIN	1	(35.6, 86)	(46.4, 75.2)	(46.4, 75.2)
	2	(39.2, 93.9)	(48.5, 85.7)	(48.5, 85.7)

2.3 Modelos lineales y coeficientes

Tabla 4.1. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos con interacción.

Variable	Coeficientes (modelo CON interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	83.5455	0.0309
	“AÑO”	-0.0406	0.0377
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-79.2691	0.1265
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.04004	0.1247
RMAXVEL (Lugo)	Intercepto	-263.7947	0.361
	“AÑO”	0.1675	0.254
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	573.7405	0.149
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-0.2933	0.143
RMAXVEL (Vigo)	Intercepto	267.6706	0.1740
	“AÑO”	-0.1029	0.3
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-753.5311	0.0087
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.3773	0.0089
PTJESOL80	Intercepto	46.6859	0.3937
	“AÑO”	-0.0220	0.4267
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-242.4917	0.0017
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.1216	0.0018
TMMAX	Intercepto	-134.3708	0.687
	“AÑO”	0.1519	0.369
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-496.4521	0.298
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.2514	0.294
TMMIN	Intercepto	-388.0689	0.0694
	“AÑO”	0.2272	0.0366
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-172.3291	0.5663
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.0857	0.5702

Tabla 4.2. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos sin interacción.

Variable	Coeficientes (modelo SIN interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	39.8885	0.124
	"AÑO"	-0.0185	0.158
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	0.39768	0.363
RMAXVEL (Lugo)	Intercepto	49.9633	0.7999
	"AÑO"	0.0086	0.9316
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	-9.4961	0.0105
TMMAX	Intercepto	-382.6952	0.108
	"AÑO"	0.2776	0.023
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	3.9679	0.339
TMMIN	Intercepto	-472.7228	0.0022
	"AÑO"	0.2701	6.26x10 ⁻⁴
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	-1.7359	0.5044

Tabla 3. Modelos lineales resultantes.

Variable	Serie	Modelo
DP100	1	$DP100 = 39.8885 - 0.0185 * \text{Año}$
	2	$DP100 = 40.2862 - 0.0185 * \text{Año}$
RMAXVEL	1	$RMAXVEL = 49.9633 + 0.0086 * \text{Año}$
	2	$RMAXVEL = 40.4672 + 0.0086 * \text{Año}$
PTJESOL80	1	$PTJESOL80 = 46.6859 - 0.0220 * \text{Año}$
	2	$PTJESOL80 = -195.8058 + 0.0993 * \text{Año}$
TMMAX	1	$TMMAX = -382.6952 + 0.2776 * \text{Año}$
	2	$TMMAX = -378.7273 + 0.2776 * \text{Año}$
TMMIN	1	$TMMIN = -472.7228 + 0.2701 * \text{Año}$
	2	$TMMIN = -474.4587 + 0.2701 * \text{Año}$

2.4 Gráficos de dispersión

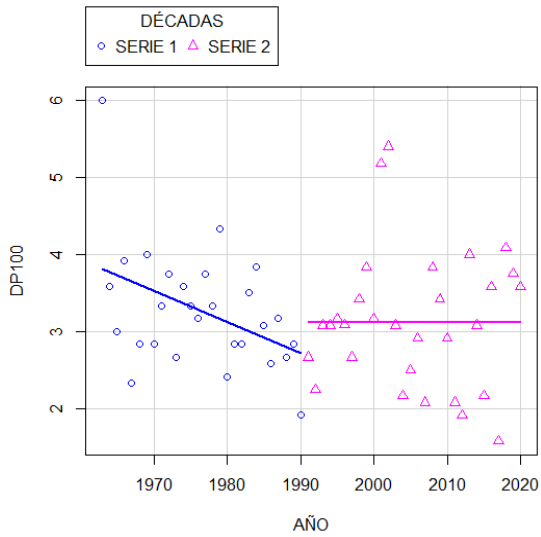


Figura 2.1. Gráfica de dispersión de la DP100 por décadas.

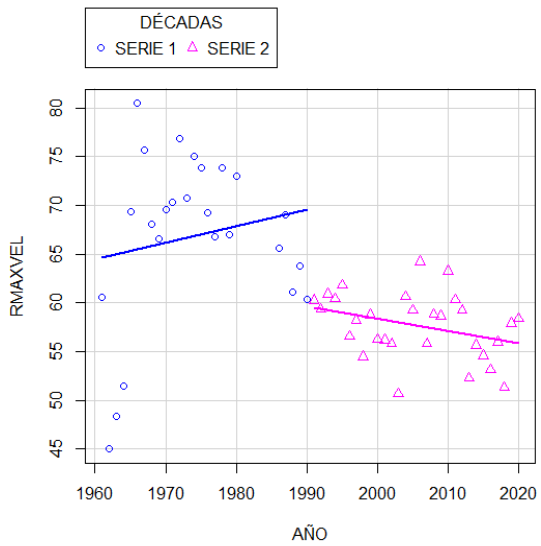


Figura 2.2. Gráfica de dispersión de la RMAXVEL por décadas.

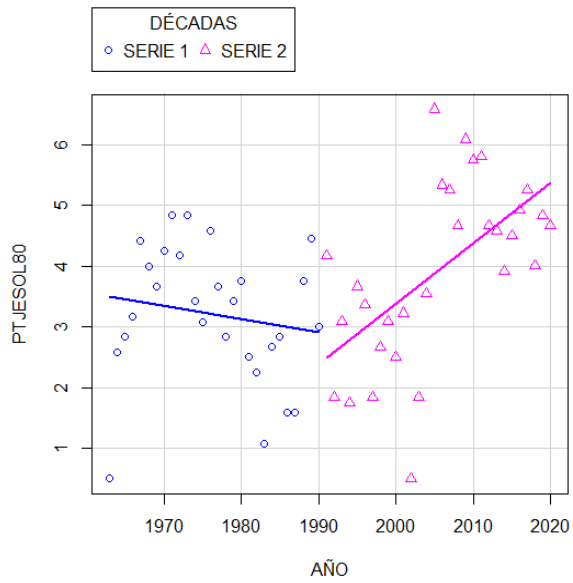


Figura 2.3. Gráfica de dispersión de la PTJESOL80 por décadas.

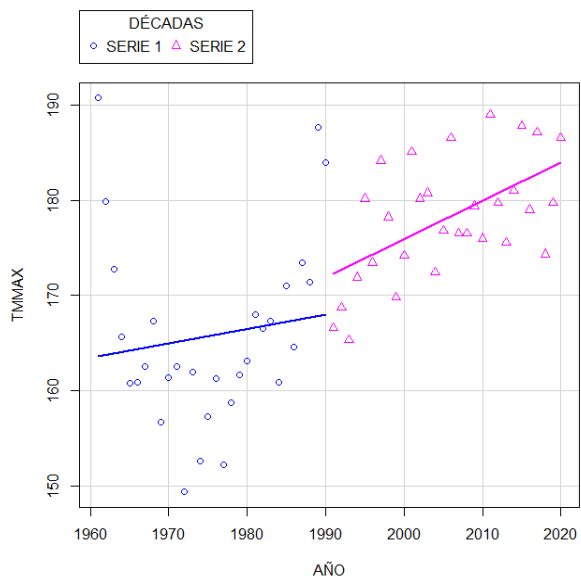


Figura 2.4. Gráfica de dispersión de la TMMAX por décadas.

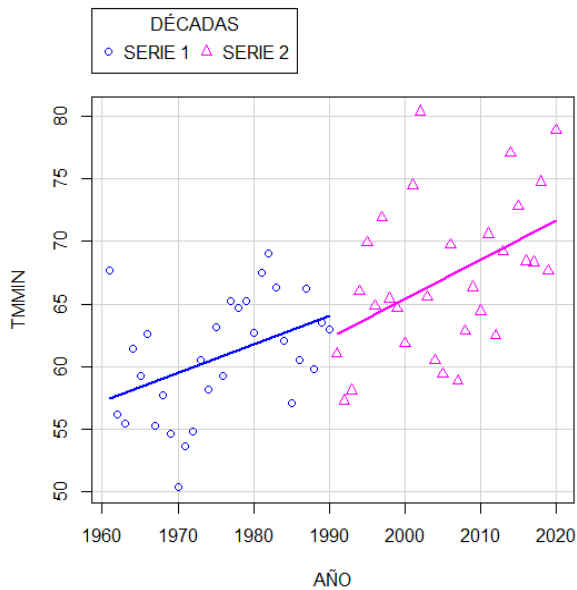


Figura 2.5. Gráfica de dispersión de la TMMIN por décadas.

3 Análisis de los meses de verano en Lugo y la RMAXVEL de Vigo

3.1 Código empleado

Los códigos empleados para la realización de los modelos y de las gráficas son los siguientes:

Código utilizado para un modelo con interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:
lm(formula = DP100 ~ AÑO * DÉCADAS, data = DatosVeranoLugo)
```

Código utilizado para un modelo sin interacción (ejemplo con la variable DP100):

```
Call:
lm(formula = DP100 ~ AÑO + DÉCADAS, data = DatosVeranoLugo)
```

Código para la obtención de los gráficos agrupados por décadas (ejemplo con la variable DP100):

```
scatterplot(DP100~AÑO | DÉCADAS, regLine=TRUE, smooth=FALSE, boxplots=FALSE, by.groups=TRUE,
data=DatosVeranoLugo)
```

3.2 Descriptivos e intervalos de atípicos

Tabla 5.1. Valores descriptivos de las variables de las series 1 y 2 en los meses de verano.

Variable	Serie	Media	Des.T.	IQR	Mín.	Q1	Q2	Q3	Máx.	n
DP100	1	1.1	0.9	1.3	0	0.5	0.6	1.8	3	27
	2	1.3	0.8	1	0	0.7	1.3	1.7	3	30
RMAXVEL	1	59.3	12.8	16.3	27	51.9	62.3	68.8	79.3	24
	2	51.1	6	8.8	41.3	46.2	50.8	54.9	63.7	30
PTJESOL80	1	4.7	1.7	2	1.7	3.5	4.7	5.5	8.3	27
	2	5.1	2.3	2.3	1	4	5	6.3	9.3	29
TMMAX	1	226.3	13.9	9.6	193	222.1	224.3	231.7	264.7	30
	2	242.7	9.6	9.5	220.7	238.4	240.7	247.9	263	30
TMMIN	1	107.6	8.4	13.8	95.7	100.8	105.7	114.5	123.7	30
	2	115.2	6.4	8.8	101.7	110.1	116.3	118.9	131.3	30

Des.T.= Desviación Típica, IQR= Rango intercuartílico, Mín.=Mínimo, Q1, Q2 y Q3 = Cuartiles 1,2 y 3, Máx.=Máximo, n= número de observaciones.

Tabla 5.2. Intervalos de valores atípicos para las variables.

Variable	Serie	3IQR	3 σ	Combinación
DP100	1	(-3.4, 5.7)	(-1.6, 3.8)	(-1.6, 3.8)
	2	(-2.3, 4.7)	(-1.1, 3.7)	(-1.1, 3.7)
RMAXVEL (Lugo)	1	(3, 117.7)	(20.9, 97.7)	(20.9, 97.7)
	2	(19.8, 81.3)	(33.1, 69.1)	(33.1, 69.1)
RMAXVEL (Vigo)	1	(18.2, 84)	(29.5, 74.5)	(29.5, 74.5)
	2	(29, 78.7)	(40.6, 66.4)	(40.6, 66.4)
PTJESOL80	1	(-2.5, 11.5)	(-0.4, 9.8)	(-0.4, 9.8)
	2	(-2.9, 10.9)	(-1.8, 12)	(-1.8, 12)
TMMAX	1	(193.3, 260.5)	(184.6, 268)	(184.6, 268)
	2	(209.9, 267.4)	(213.9, 271.5)	(213.9, 271.5)
TMMIN	1	(59.4, 155.9)	(82.4, 132.8)	(82.4, 132.8)
	2	(83.7, 145.3)	(96, 134.4)	(96, 134.4)

3.3 Modelos lineales y coeficientes

Tabla 6.1. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos con interacción.

Variable	Coeficientes (modelo CON interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	-3.3268	0.9310
	“AÑO”	0.0022	0.9083
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	88.9514	0.0845
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-0.0443	0.0875
RMAXVEL	Intercepto	257.6520	0.559
	“AÑO”	-0.1005	0.652
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	421.3360	0.483
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-0.2126	0.482
PTJESOL80	Intercepto	123.8151	0.1935
	“AÑO”	-0.0602	0.2108
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-310.7786	0.0157
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.1560	0.0159
TMMAX	Intercepto	-234.8382	0.626
	“AÑO”	0.2334	0.340
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-677.6216	0.325
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	0.3425	0.322
TMMIN	Intercepto	-672.5029	0.0193
	“AÑO”	0.3949	0.0072
	“DÉCADAS[T.SERIE 2]”	8.3392	0.9833
	“AÑO:DÉCADAS[T.SERIE 2]”	-0.0063	0.9750

Tabla 6.2. Coeficientes y p.valores obtenidos en la salida de resultados para modelos sin interacción.

Variable	Coeficientes (modelo SIN interacción)	Valor coeficiente	p.valor
DP100	Intercepto	47.3161	0.0670
	"AÑO"	-0.0233	0.0773
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	0.8675	0.0445
RMAXVEL	Intercepto	487.1115	0.103
	"AÑO"	-0.2167	0.151
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	-1.3350	0.805
TMMAX	Intercepto	-573.1705	0.0960
	"AÑO"	0.4047	0.0217
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	4.1809	0.4842
TMMIN	Intercepto	-66.2768	0.0012
	"AÑO"	0.3917	2.2x10 ⁻⁴
	"DÉCADAS[T.SERIE 2]"	-4.2075	0.2252

Tabla 4. Modelos lineales resultantes.

Variable	Serie	Modelo
DP100	1	$DP100 = 47.3161 - 0.0233 * \text{Año}$
	2	$DP100 = 48.1836 - 0.0233 * \text{Año}$
RMAXVEL (Lugo)	1	$RMAXVEL = 487.1115 - 0.2167 * \text{Año}$
	2	$RMAXVEL = 485.7765 - 0.2167 * \text{Año}$
PTJESOL80	1	$PTJESOL80 = 123.8151 - 0.0602 * \text{Año}$
	2	$PTJESOL80 = -186.9635 + 0.0958 * \text{Año}$
TMMAX	1	$TMMAX = -573.1705 + 0.4047 * \text{Año}$
	2	$TMMAX = -568.9896 + 0.4047 * \text{Año}$
TMMIN	1	$TMMIN = -66.2768 + 0.3917 * \text{Año}$
	2	$TMMIN = -70.4843 + 0.3917 * \text{Año}$

3.4 Gráficos de dispersión

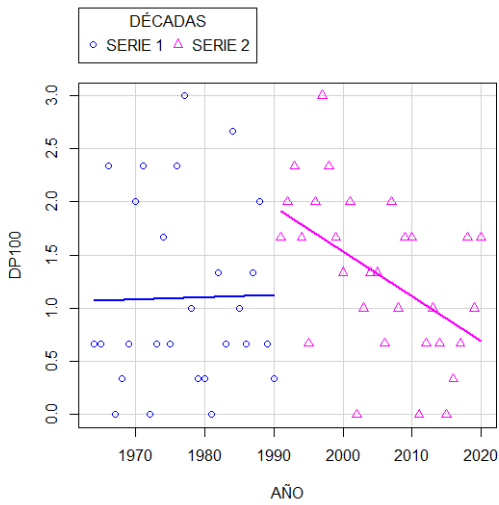


Figura 3.1. Gráfica de dispersión de la DP100 por décadas en los meses de verano.

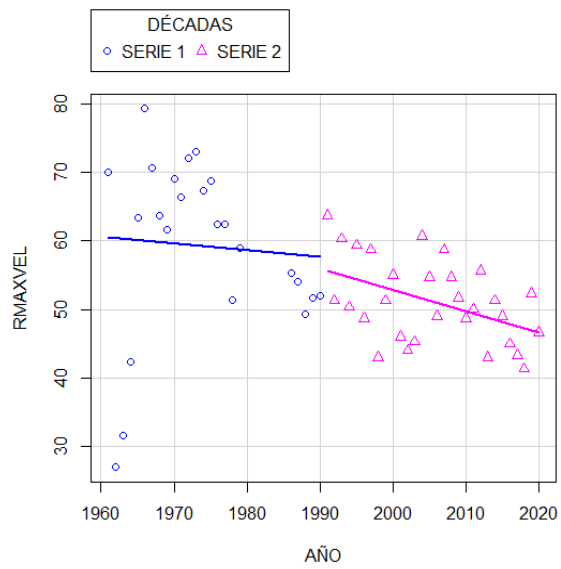


Figura 3.2. Gráfica de dispersión de la RMAXVEL por décadas en los meses de verano.

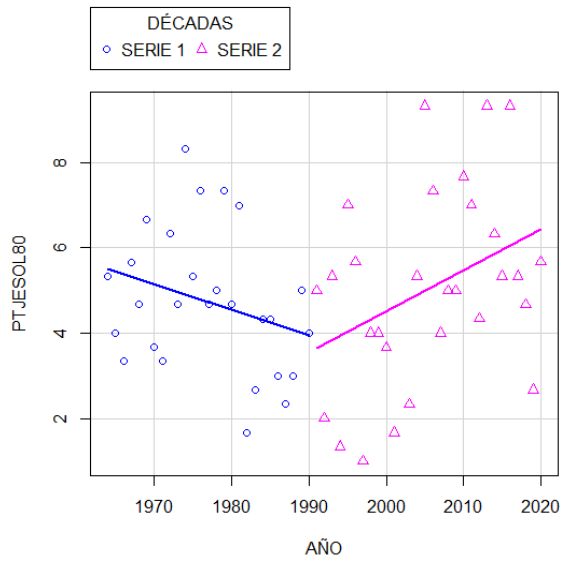


Figura 3.3. Gráfica de dispersión de la PTJESOL80 por décadas en los meses de verano.

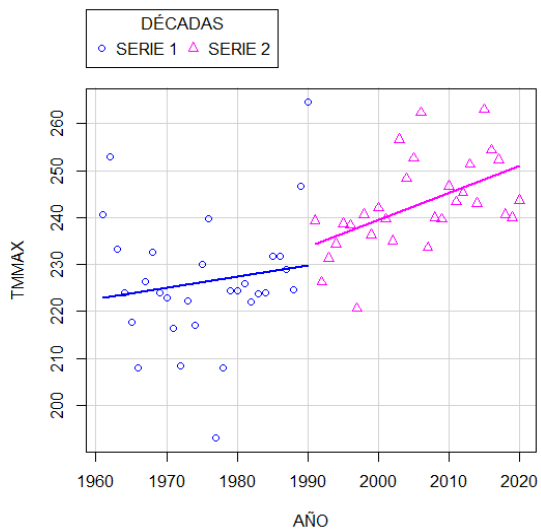


Figura 3.4. Gráfica de dispersión de la TMMAX por décadas en los meses de verano.

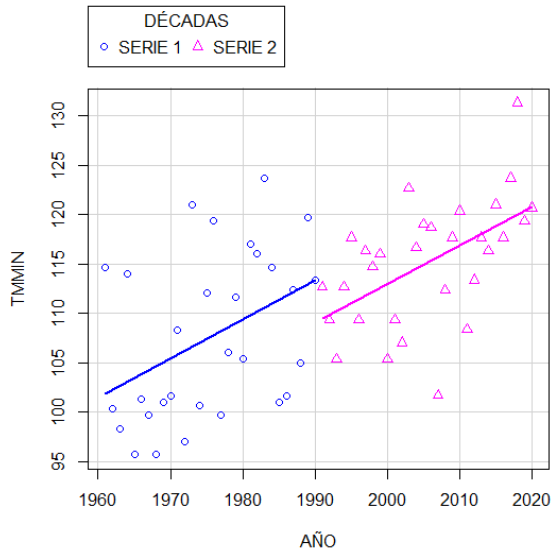


Figura 3.5. Gráfica de dispersión de la TMMIN por décadas en los meses de verano.

4. Predicciones de la estación de Lugo Centro-Rozas

Tabla 7. Modelos empleados para las predicciones.

Variable	Modelo
DP100	$DP100 = 45.9284 - 0.02136 * \text{Año}$
RMAXVEL	$RMAXVEL = 45.3792 + 0.0061 * \text{Año}$
PTJESOL80	$PTJESOL80 = -206.2366 + 0.1048 * \text{Año}$
TMMAX	$TMMAX = -347.5228 + 0.2620 * \text{Año}$
TMMIN	$TMMIN = -419.3471 + 0.2424 * \text{Año}$