



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Trabajo Fin de Grado:

**La evolución climática durante el último siglo
en España y su proyección**

Autor:

Román Bárzana Andrés

Directores:

David Gallinar Cañedo

Mirella Ochoa Álvarez

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Curso académico 2023 / 2024

Convocatoria: Junio

La evolución climática durante el último siglo en España y su proyección.

Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Área de estudio.....	3
1.2. Justificación y objetivos.....	5
II. ANTECEDENTES Y ESTADO DE CONOCIMIENTO	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS DE TRABAJO.....	9
IV. RESULTADOS	10
4.1. Climogramas.....	10
4.2. Comparación de las precipitaciones por décadas	16
4.3. Comparación de las temperaturas por décadas	25
4.4. Proyección del clima en España	33
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. REFERENCIAS.....	41

Índice de figuras y tablas

FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA AEMET EMPLEADAS EN EL PRESENTE TFG. REALIZACIÓN PROPIA.	3
FIGURA 2. CLIMOGRAMA DE AVILÉS.	10
FIGURA 3. CLIMOGRAMA DE OVIEDO/UVIÉU.	10
FIGURA 4. CLIMOGRAMA DE LEÓN.	11
FIGURA 5. CLIMOGRAMA DE VALLADOLID.	11
FIGURA 6. CLIMOGRAMA DE NAVACERRADA.	12
FIGURA 7. CLIMOGRAMA DE MADRID, RETIRO.	12
FIGURA 8. CLIMOGRAMA DE MADRID, GETAFE.	12
FIGURA 9. CLIMOGRAMA DE CIUDAD REAL.	13
FIGURA 10. CLIMOGRAMA DE CÓRDOBA.	14
FIGURA 11. CLIMOGRAMA DE SEVILLA.	14
FIGURA 12. CLIMOGRAMA DE JEREZ DE LA FRONTERA.	14
FIGURA 13. CLIMOGRAMA DE TARIFA.	14
FIGURA 14. CLIMOGRAMA DE MELILLA.	15
FIGURA 15. CLIMOGRAMA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.	16
FIGURA 16. CLIMOGRAMA DE IZAÑA.	16
FIGURA 17. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN AVILÉS, 1970-2024.	17
FIGURA 18. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN OVIEDO/UVIÉU, 1970-2024.	17
FIGURA 19. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN LEÓN, 1970-2024.	18
FIGURA 20. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN VALLADOLID, 1970-2024.	18
FIGURA 21. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN NAVACERRADA, 1970-2024.	19
FIGURA 22. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MADRID (RETIRO), 1970-2024.	20
FIGURA 23. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MADRID (GETAFE), 1970-2024.	20
FIGURA 24. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN CIUDAD REAL, 1970-2024.	21
FIGURA 25. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN CÓRDOBA, 1970-2024.	21
FIGURA 26. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN SEVILLA, 1970-2024.	22
FIGURA 27. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN JEREZ DE LA FRONTERA, 1970-2024.	23
FIGURA 28. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN TARIFA, 1970-2024.	23
FIGURA 29. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MELILLA, 1970-2024.	24
FIGURA 30. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN STA. CRUZ DE TENERIFE, 1970-2024.	24
FIGURA 31. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN IZAÑA, 1970-2024.	25
FIGURA 32. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN AVILÉS, 1970-2024.	26
FIGURA 33. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN OVIEDO/UVIÉU, 1970-2024.	26

FIGURA 34. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN LEÓN, 1970-2024.	27
FIGURA 35. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN VALLADOLID, 1970-2024.	27
FIGURA 36. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN NAVACERRADA, 1970-2024.	28
FIGURA 37. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MADRID (RETIRO), 1970-2024.	28
FIGURA 38. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MADRID (GETAFE), 1970-2024.	29
FIGURA 39. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN CIUDAD REAL, 1970-2024.	29
FIGURA 40. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN CÓRDOBA, 1970-2024.	30
FIGURA 41. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN SEVILLA, 1970-2024.	30
FIGURA 42. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN JEREZ DE LA FRONTERA, 1970-2024.	31
FIGURA 43. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN TARIFA, 1970-2024.	31
FIGURA 44. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN MELILLA, 1970-2024.	32
FIGURA 45. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN STA. CRUZ DE TENERIFE, 1970-2024.	32
FIGURA 46. EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES, DÉCADA A DÉCADA, EN IZAÑA, 1970-2024.	33
FIGURA 47. EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN ESPAÑA, 1970-2059.	35
TABLA 1. LISTA DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE LA AEMET EMPLEADAS EN EL PRESENTE TFG.	3

Resumen

El presente trabajo se centra en el análisis de la evolución del clima en España durante el último siglo a partir de datos de quince estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología en un transecto norte-sur, para lo que se han utilizado registros térmicos y pluviométricos continuados entre 1916 y 2024. Se ha constatado en la práctica totalidad de décadas y estaciones un aumento progresivo de las temperaturas medias mensuales y anuales, así como una distribución cada vez más irregular de las precipitaciones. Particularmente, en las estaciones de montaña se observa un incremento de la amplitud térmica, mientras que en las del norte, donde no existía aridez, comienza a apreciarse un avance de este proceso. Se confirma la tendencia al alza de la probabilidad de sufrir eventos climáticos extremos, como olas de calor y sequías, cada vez más recurrentes e intensas, así como la pérdida de nieve en las montañas. Así pues, los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones precedentes en el actual contexto de cambio global y climático, así como la proyección que se sugiere, basada en la tendencia climática observada en las últimas décadas.

Palabras clave: España, Cambio climático, Régimen termopluviométrico.

Abstract

This work focuses on the analysis of the evolution of the climate in Spain during the last century based on data from fifteen stations of the AEMET in a north-south transect, for which continuous thermal and rainfall records have been used. between 1916 and 2024. In almost all decades and seasons, a progressive increase in average monthly and annual temperatures has been observed, as well as an increasingly irregular distribution of precipitation. Particularly, in the mountain stations an increase in thermal amplitude is observed, while in those in the north, where there was no aridity, an advance in this process begins to be seen. The upward trend in the probability of suffering extreme climate events is confirmed, such as heat waves and droughts, which are increasingly recurrent and intense, as well as the loss of snow in the mountains. Thus, the results obtained agree with previous research in the current context of global and climate change, as well as the projection that is suggested, based on the climate trend observed in recent decades.

Keywords: Spain, Climate change, Thermopluviometric regime.

I. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) pretende analizar la evolución del clima de España durante el último siglo a partir del estudio de los datos climáticos de quince estaciones meteorológicas de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en un transecto norte-sur ([Figura 1](#) y [Tabla 1](#)).

Esta investigación se dividirá en los siguientes apartados:

- I) Introducción: se presentará el área de estudio y sus características; y se justificará el proyecto, planteando los objetivos.
- II) Antecedentes y estado de conocimiento: se citarán y comentarán las obras precedentes y sus principales resultados al respecto del objeto de estudio de este trabajo.
- III) Materiales y métodos: se explicará cómo se ha llevado a cabo la realización y el tratamiento de datos para su posterior redacción y elaboración de figuras.
- IV) Resultados: se expondrán los datos analizados y tratados, con un acompañamiento sistemático de gráficos que permitan su correcta interpretación.
- V) Discusión: se compararán los resultados obtenidos en este trabajo con los de otros autores.

Este TFG tiene como objeto de investigación la evolución climática en España durante el último siglo. Por ello, el área de estudio será un transecto norte-sur en España ([Figura 1](#)), realizando un análisis a partir de datos térmicos y pluviométricos de quince estaciones meteorológicas de la AEMET, de las cuales 12 se ubican en la Península Ibérica, una en el norte de África y dos en las Islas Canarias ([Tabla 1](#)). Asimismo, se ha tenido en cuenta la variedad climática y topográfica que existe en el territorio nacional, ya que da lugar a resultados condicionados a partir de las características topoclimáticas de cada enclave.

1.1. ÁREA DE ESTUDIO

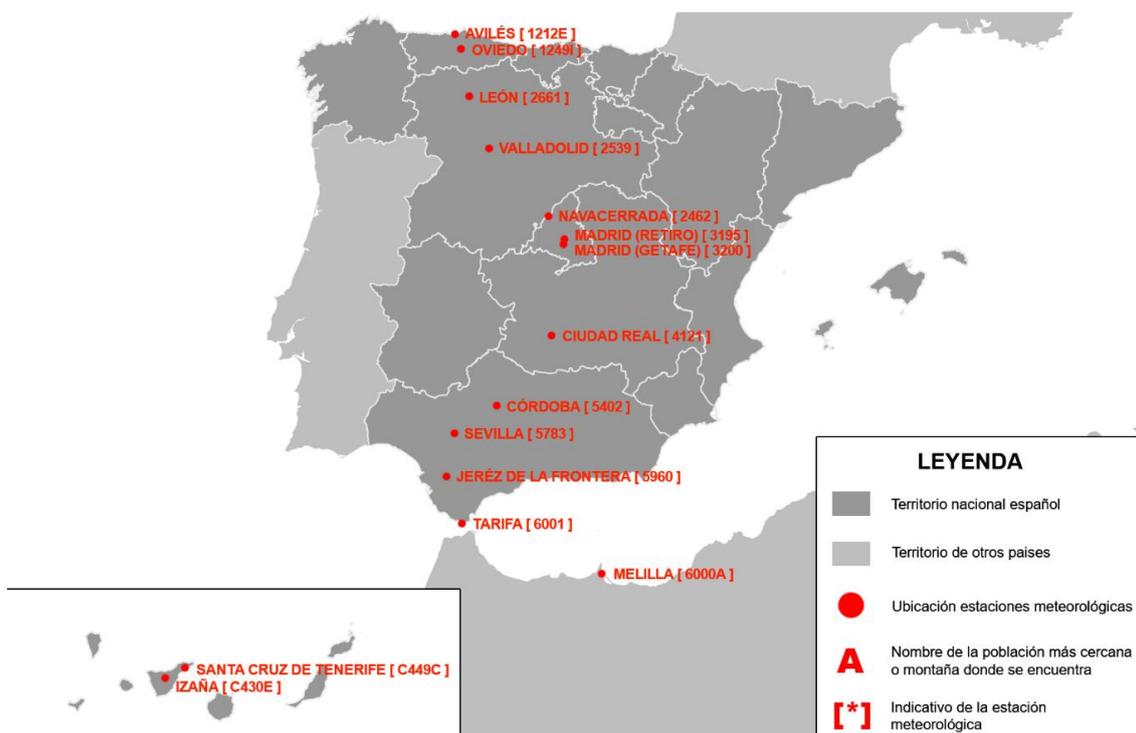


Figura 1. Mapa de localización de las estaciones meteorológicas de la AEMET empleadas en el presente TFG. Realización propia.

Estación meteorológica (indicativo)	Ubicación	Altitud (m s.n.m.)	Datos (Periodos – años)
1212E	Asturias / Avilés	127	1968 – 2024
1249I	Oviedo/Uviéu	336	1972 – 2023
2661	León / Virgen del Camino	912	1938 – 2024
2539	Valladolid / Villanubla	846	1936 – 2024
2462	Navacerrada, Puerto	1893	1946 – 2024
3195	Madrid, Retiro	667	1916 – 2024
3200	Madrid / Getafe	620	1951 – 2024
4121	Ciudad Real	626	1970 – 2024
5402	Córdoba / Aeropuerto	90	1959 – 1981 1986 – 2024
5783	Sevilla / San Pablo	34	1951 – 2024
5960	Jerez De La Frontera / Aeropuerto	27	1946 – 2024
6001	Tarifa	32	1916 – 2024
6000A	Melilla	52	1948 – 1960 1970 – 2024
C449C	Santa Cruz de Tenerife	36	1916 1919 – 1921 1924 – 2024
C430E	Izaña	2369	1916 – 2024

Tabla 1. Lista de estaciones meteorológicas de la AEMET empleadas en el presente TFG.

De norte a sur. La primera estación meteorológica está emplazada en el Aeropuerto de Asturias, próximo a la localidad de Avilés, siendo por tanto una zona cercana a la costa a una altitud de 127 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.); la segunda estación, a ~30 kilómetros al sur, se ubica en el sector de mayor altitud de la ciudad de Oviedo/Uviéu, a 336 m s.n.m.; la tercera estación se sitúa al sur de las Montañas Cantábricas, ya fuera de Asturias, en la meseta castellano-leonesa, concretamente en la ciudad de León, a 912 m s.n.m.; la cuarta estación se encuentra en la localidad de Villanubla, en la provincia de Valladolid, en el centro de la meseta norte, a 846 m s.n.m.; la quinta estación, situada en el Puerto de Navacerrada (Sistema Central), a 1893 m s.n.m., es la de mayor altitud de las estudiadas en territorio peninsular y el nexo entre la meseta septentrional y la meridional; la sexta estación está enclavada en el Parque del Retiro, ubicado en el centro de la ciudad de Madrid, a 667 m s.n.m.; la séptima estación, también en la Comunidad de Madrid, está ubicada en el término municipal de Getafe, a 620 m s.n.m.; la octava estación está situada en Ciudad Real, en el sector centro-meridional de la meseta de Castilla La Mancha, a 626 m s.n.m. Ya en Andalucía, donde se concentra la mayor parte de las estaciones meteorológicas estudiadas, se encuentra la novena, concretamente en la ciudad de Córdoba, a 90 m s.n.m.; la décima estación está enclavada en el Aeropuerto de Sevilla, a 34 m s.n.m.; la undécima estación, en una posición próxima al litoral gaditano, se ubica en el Aeropuerto de Jerez de la frontera, a 27 m s.n.m.; y la duodécima, la más meridional de la Península Ibérica, se encuentra en Tarifa, a 32 m s.n.m. Fuera del territorio continental europeo, en la Ciudad Autónoma de Melilla, está el enclave de la decimotercera estación meteorológica estudiada, a 52 m s.n.m. Las las dos últimas estaciones se emplazan en las Islas Canarias y concretamente en la Isla de Tenerife, donde se ubica la decimocuarta estación en Santa Cruz de Tenerife, cercana a la línea de costa y a 36 m s.n.m., y la decimoquinta y última estación, en Izaña, a 2369 m s.n.m., la de mayor altitud de las estudiadas, en un entorno próximo a la caldera volcánica de El Teide y junto al observatorio astronómico homónimo ([Figura 1 y Tabla 1](#)).

1.2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El cambio climático se ha convertido en uno de los principales temas de estudio y debate científico debido a sus profundas implicaciones en diversos aspectos de la vida humana y los ecosistemas naturales. En particular, España ha experimentado notables variaciones en su clima durante el último siglo ([Molina, 1995](#)), y es uno de los países que mayor riesgo experimentan frente a posibles variaciones en el clima. Estos cambios no solo alteran el equilibrio ambiental, sino que también representan riesgos significativos para la salud humana, la agricultura, los recursos hídricos y la biodiversidad. Los fenómenos climáticos extremos, como olas de calor ([AEMET, 2022a](#)), sequías e inundaciones ([Benito, 2007](#)) se están volviendo más habituales y graves, lo que aumenta el riesgo para las poblaciones y ecosistemas ([Fernández, 2013](#)).

Para abordar estos desafíos, es fundamental promulgar el estudio del clima y su evolución a lo largo del tiempo en profundidad. Esto requiere una vigilancia constante y un análisis detallado de los datos climáticos históricos y actuales. En España, la diversidad climática y topográfica añade complejidad al estudio de la evolución climática, haciendo necesario un enfoque detallado y específico para diferentes regiones. Además, la recopilación y el análisis de datos meteorológicos son esenciales para desarrollar estrategias de adaptación efectivas que puedan mitigar los posibles efectos negativos de la evolución climática.

Para ello, este TFG tiene por objetivo el estudio de la evolución del clima en España durante el último siglo, utilizando datos de quince estaciones meteorológicas proporcionados por la AEMET. Por eso, se han estudiado y analizado las posibles tendencias en las temperaturas y las precipitaciones, identificando patrones y anomalías climáticas significativas.

Así pues, el estudio del clima y sus alteraciones a lo largo del tiempo, son de vital importancia para poder anticiparnos a problemas que puedan surgir, y conseguir solventarlos antes de que puedan afectarnos gravemente. Por tanto, el presente TFG trata de hacer un estudio pormenorizado de estaciones meteorológicas españolas durante el siglo XX y el siglo XXI que permitan

observar la evolución pasada del clima y elaborar a partir de ella una proyección futura, y además cumplir una serie de objetivos:

- I) Recopilar información referente al cambio climático, especialmente en España, mediante escritura científica. Compilar y organizar los datos recabados por las estaciones meteorológicas.
- II) Realizar un análisis basado en la información ya filtrada de las diferentes estaciones meteorológicas en España, durante el último siglo, para detectar posibles variaciones y/o anomalías.
- III) Elaborar, a partir de los datos recopilados, material gráfico sobre el clima del último siglo y una posible proyección de las próximas décadas.
- IV) Llegar a una conclusión basada en los datos sobre el estado del cambio climático en España hoy en día, y pronosticar a futuro cual es la dinámica que va a seguir el mismo.

II. ANTECEDENTES Y ESTADO DE CONOCIMIENTO

Existen numerosos estudios científicos relacionados con la evolución climática desde la Revolución Industrial, concluyendo generalizadamente que estamos en una época de transición climática, con subidas en las temperaturas y precipitaciones más escasas, con menos días de lluvia, las cuales quedan más concentradas en el tiempo y tienden a ser más torrenciales. Algunos de los trabajos y temas de estudios más importantes y recurrentes son los siguientes:

Hoy en día, y durante el último siglo, el tema sobre el cambio climático ([Uriarte, 2010](#); [Cordero, 2012](#); [Rubio, 2013](#); [Viso, 2014](#); [Lerma Moreno, 2021](#)) ha ido cobrando importancia con el paso del tiempo ([Lopera Pareja, 2017](#)), asentándose como una de las primeras preocupaciones a nivel mundial ([Velázquez de Castro González, 2005](#)). El cambio climático supone un riesgo a escala global ([Olcina Cantos, 2009](#)), ya que supone un aumento en la variabilidad climática ([Molina, 1995](#)) a nivel global, y aún más en países como España, que son especialmente vulnerables ([Rodríguez Camino, 2009](#)). Es por ello de vital importancia su observación ([Verde, 2014](#); [Del Campo et al., 2021](#)) y el análisis de sus causas y consecuencias ([Porrúa, 2001](#); [Moreno et al., 2005](#)) a lo largo del tiempo ([Castro et al., 2005](#)) y especialmente durante el último siglo

(Martínez Santos *et al.*, 2004), para su proyección (Brunet *et al.*, 2009; Mestre Guillén, 2014; Mestre Guillén *et al.*, 2015) de cara a las próximas décadas.

Producto del cambio climático tenemos consecuencias muy particulares, principalmente centradas en variaciones en las temperaturas y precipitaciones (Chazarra-Bernabé *et al.*, 2020a, 2020b), produciendo comportamientos anormales del clima en las distintas estaciones del año. Esto se traduce en olas de calor y/o de frío (AEMET, 2022a, 2022b, 2022c; Gutiérrez Rubio, 2022), incendios (Moreno, 2007), cambios en la distribución vegetal (Andrade *et al.*, 1995), y efectos hidrológicos (Fernández Carrasco, 2002; Benito, 2007; González-Zeas *et al.*, 2013), entre otros.

Por esto mismo es de vital importancia el estudio sobre el cambio climático a nivel local (Prats *et al.*, 2005), regional (Gutiérrez & Pons, 2006; Sala *et al.*, 2009; Morata Gasca, 2014; Amblar *et al.*, 2017; Álvarez Santacoloma *et al.*, 2022) y global; para prever y evitar en la medida de lo posible los futuros efectos que pueda tener y como nos va a afectar (Pérez *et al.*, 2010; Fernández, 2013; Vide, 2021; Penas Merino, 2022).

El cambio climático ha sido demostrado por diversos estudios (Porrúa, 2001; Uriarte, 2010; Rubio, 2013) y cuantificado por otros tantos (Moreno *et al.*, 2005; Mestre Guillén, 2014; Del Campo *et al.*, 2021). Podemos destacar el “Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional” (Pérez *et al.*, 2010) por la gran cantidad de variables que mide y que tiene en cuenta. En este estudio, a través de diferentes métodos de regionalización, se llega a unas conclusiones claras, donde se observa un aumento de la media de temperatura estacional, especialmente en verano, y también en las precipitaciones, con una disminución evidente de las mismas. Los autores también destacan que se puede producir un aumento en la cantidad de eventos climáticos extremos, relacionados con las temperaturas y precipitaciones, como pueden ser sequías, precipitaciones intensas y concentradas o temperaturas especialmente elevadas, entre otros.

Otro de los estudios de especial relevancia, por su generalidad y amplitud de factores medidos, es el de la “Guía de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático sobre España” (Amblar *et al.*, 2017), realizado a partir de los modelos del “Quinto Informe de Evaluación del IPCC”. En este estudio, realizado por la AEMET, se presentan proyecciones regionales sobre el cambio climático basado

en predicciones del clima futuro, obtenidas mediante métodos de regionalización estadística y dinámica por medio de modelos de circulación general presentes en la preparación de dicho informe; siendo las temperaturas, máximas y mínimas, y las precipitaciones diarias las variables analizadas. Además, se incorporaron otras como la nubosidad, la evapotranspiración real, la escorrentía, y la velocidad media y máxima del viento a 10 metros de elevación.

Además, existen numerosos estudios sobre el cambio climático y aspectos más específicos. Por ejemplo, en la Tesis Doctoral de [Fernández Carrasco \(2002\)](#), se evalúa el impacto que puede tener el cambio climático sobre los recursos hídricos en España. En palabras de su autor:

“El principal logro de la misma ha sido poner de manifiesto, pues así lo avalan los resultados, la necesidad de emplear campos climáticos procedentes de modelos climáticos regionales, asociados a escenarios futuros de desarrollo, junto a modelos hidrológicos distribuidos con escala de trabajo al menos mensual en la evaluación de la disponibilidad futura del recurso agua”. (p. 233).

Otro caso de similares características es el trabajo de [Benito \(2007\)](#), el cual analiza la relación entre el clima y las crecidas, basándose en el estudio de series instrumentales, paleocrecidas y de crecidas documentales. Durante la realización de este estudio se ha encontrado que, al analizar series temporales de crecidas durante los últimos 2500 años, se observa un cambio en la frecuencia y magnitud de las crecidas y sequías; acaeciendo la mayor parte de estas durante periodos de transición climática. Dicho estudio finaliza concluyendo que este cambio en las constantes de la magnitud y frecuencia en las cuencas atlánticas y mediterráneas constituyen una señal clara del cambio en el clima actual.

Por otro lado, existe un creciente interés por parte de los gobiernos, las universidades y los científicos en el cambio climático, lo que se traduce en acuerdos internacionales como el Protocolo de Tokio y los Acuerdos de París, y la creciente cantidad de artículos científicos y congresos celebrados cuya temática aborda el cambio climático, lo que ha obligado a actuar a los países más desarrollados. En este sentido, en la Universidad de Oviedo cabe destacar la existencia de la Cátedra de Cambio Climático, cuyo principal objetivo es:

“el desarrollo o impulso de acciones que permitan ampliar el conocimiento sobre las proyecciones climáticas y los riesgos asociados al sistema territorial asturiano, así como para identificar las medidas de mitigación y adaptación más adecuadas para avanzar en la resiliencia de la región frente al cambio climático”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS DE TRABAJO

Con los datos obtenidos de quince estaciones meteorológicas se ha elaborado una proyección futura del clima en las próximas décadas. Para la elaboración y redacción de dicha tarea se han utilizado los materiales y métodos que a continuación se exponen.

En primer lugar, se ha llevado a cabo una recopilación de datos y fuentes documentales, para lo que se han utilizado buscadores como Google Académico, Dialnet y ResearchGate. Se ha desarrollado una búsqueda exhaustiva de artículos, libros y otros materiales científicos, cuyo tema estuviera vinculado con el cambio climático, o bien temas directa o indirectamente relacionados con este. Posteriormente, se procedió al cribado de las referencias científicas para cerciorar que la información que tratan fuese adecuada, y/o pertinente para la temática del trabajo.

Tras esta primera tarea, se llevó a cabo la petición y tratamiento de datos meteorológicos de la AEMET. Se procedió a la petición de datos térmicos y pluviométricos de quince estaciones meteorológicas en un transecto norte-sur de España para poder comprobar si existen diferencias o no según latitud, altitud y continentalidad. Seguidamente, se realizó el tratamiento de datos, analizándolos en conjunto, por separado y década a década para poder observar variaciones en el tiempo.

Una vez que se hubo realizado un análisis a partir de las quince tablas en las que se trataron los datos, se procedió a la elaboración de gráficos climáticos, como climogramas y de evolución de las temperaturas y las precipitaciones, con el programa Excel.

Finalmente, ya analizados todos los datos y elaborado el estudio climático del pasado reciente hasta la actualidad y basándose en la proyección observada, se procedió a hacer una tendencia futura para las próximas décadas y los escenarios que ello conllevaría.

IV. RESULTADOS

4.1. CLIMOGRAMAS

De acuerdo con la información recopilada y tratada de las quince estaciones meteorológicas de la AEMET, se han realizado una serie de climogramas, de norte a sur, y gráficos para la ilustración de temperaturas y precipitaciones de los valores recogidos en cada uno de los lugares donde se emplazan las estaciones.

Como se muestra en el climograma de Avilés (Figura 2), al hacer una media de los valores recogidos entre 1968 y 2024, no existe ningún mes donde se experimente aridez; siendo julio el mes con menores precipitaciones, 47 mm, y noviembre el mes con las máximas, 139 mm. Por otro lado, los meses con menores temperaturas son enero y febrero con 9 °C de media, y en cuanto a las máximas, las encontramos en agosto con 19 °C.

En Oviedo/Uviéu tampoco existe aridez, siendo el mes con menores precipitaciones julio, con 46 mm, seguido de agosto, con 54 mm. En cambio, los meses de mayores precipitaciones son noviembre y enero, con 121 mm y 101 mm respectivamente. Las temperaturas mínimas se dan en enero y febrero, con 8 y 9 °C de media. Por su parte, las máximas se alcanzan en julio y agosto con medias de 19 °C.

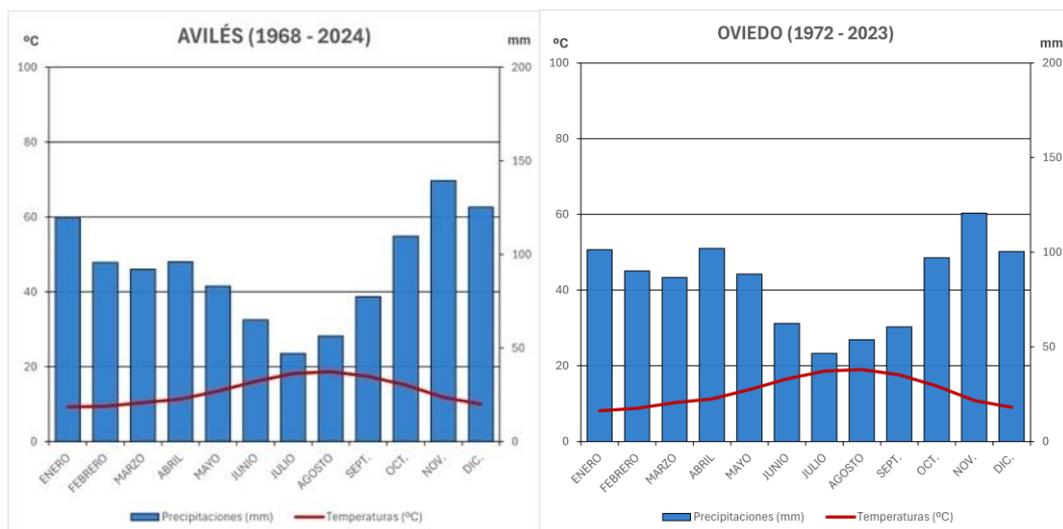


Figura 2. Climograma de Avilés.

Figura 3. Climograma de Oviedo/Uviéu.

En la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, la variación térmica, y sobre todo pluviométrica, se hace evidente. A diferencia de los climogramas anteriores (Figuras 2 y 3), en León (Figura 4) se aprecia la existencia de aridez en los meses de julio y agosto, que son en donde la pluviometría es menor, con 20 y 18 mm de media. Además, dichos meses son los que mayor temperatura registran, con 20 °C. Por otro lado, el mes con mayor cantidad de precipitaciones es diciembre, con 60 mm, y los meses con temperaturas más frías son diciembre y enero, con 4 y 3 °C respectivamente.

Los datos de Valladolid (Figura 5) muestran temperaturas similares a las de León (Figura 4), pero con unas precipitaciones ligeramente inferiores. Los meses de aridez se extienden a tres; julio, agosto y septiembre, siendo julio y agosto los menos lluviosos, con 17 y 15 mm. En contraposición, los meses más lluviosos son noviembre y diciembre, con 50 y 49 mm. Respecto a las temperaturas medias, los meses más calurosos son julio y agosto, con 20 °C; y los más fríos diciembre y enero, con 4 y 3 °C respectivamente.

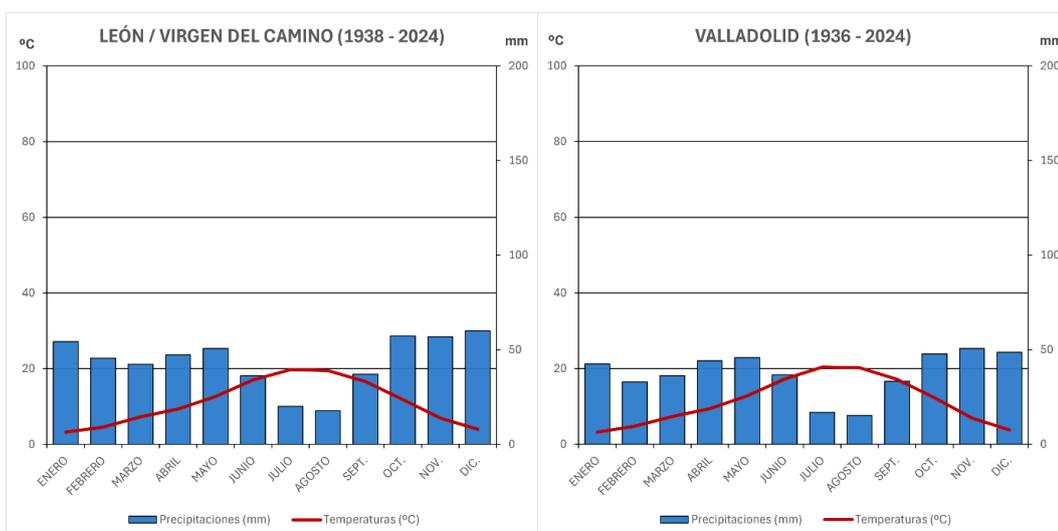


Figura 4. Climograma de León.

Figura 5. Climograma de Valladolid.

Navacerrada presenta una amplitud térmica y pluviométrica mucho mayor (Figura 6). Hay dos meses de aridez, julio y agosto, que son también los que registran menos precipitaciones, con 24 y 28 mm. En cambio, los meses con mayor pluviometría son octubre, noviembre y diciembre, con 155, 178 y 155 mm respectivamente. Las temperaturas más altas se registran en julio y agosto, con medias de 17 y 16 °C, mientras que las temperaturas más bajas se dan en enero y febrero, con 0 °C de media.

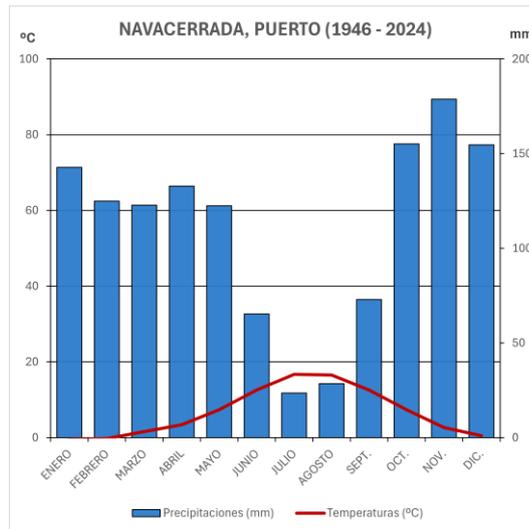


Figura 6. Climograma de Navacerrada.

Madrid (Figura 7) registra unas cantidades de precipitación muy inferiores a la anterior estación, con máximos en octubre 53 mm y noviembre, 55 mm. En cambio, julio y agosto son los meses con menores precipitaciones, con 25 y 24 mm. Los meses de aridez suman cuatro; junio, julio, agosto y septiembre. Los meses menos lluviosos son también los más cálidos, como julio y agosto, con medias de 25 y 24 °C, y los más fríos son enero y diciembre con 6 °C de media.

De manera similar al anterior, en Getafe las precipitaciones máximas se producen en octubre y diciembre, con 48 y 49 mm; lo mismo aplica para las precipitaciones mínimas que son en julio y agosto, con 8 y 12 mm. Respecto a las temperaturas, los meses más cálidos son julio y agosto, con 26 y 25 °C de media, y los meses más fríos son enero y diciembre, con 6 °C en ambos casos.

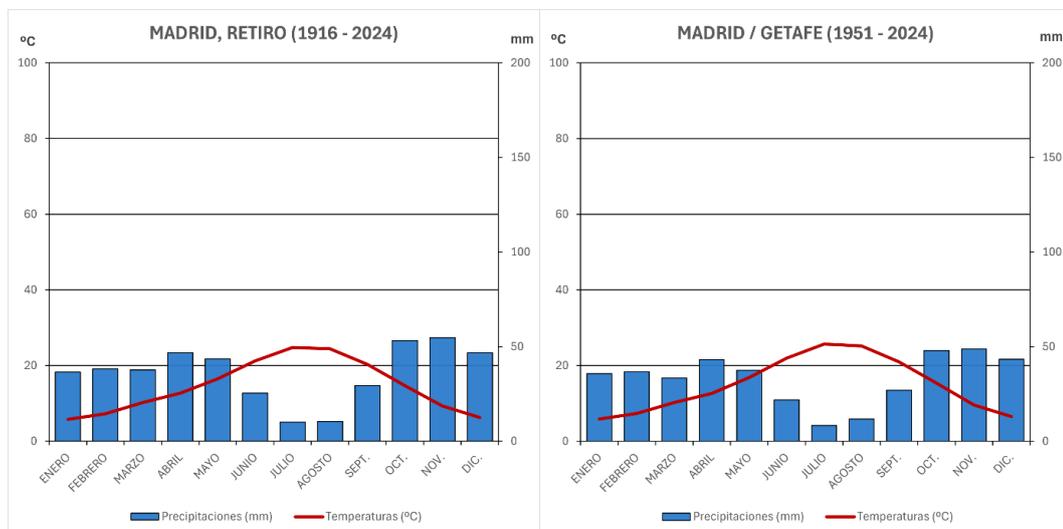


Figura 7. Climograma de Madrid, Retiro.

Figura 8. Climograma de Madrid, Getafe.

Ciudad Real ([Figura 9](#)) experimenta cuatro meses de aridez: junio, julio, agosto y septiembre, siendo también los menos lluviosos del año; con, julio y agosto como los más secos, con 7 mm, mientras que los meses más lluviosos son octubre y diciembre con 50 mm. Por otro lado, las temperaturas medias máximas se dan en los meses de julio y agosto, con 26 °C, mientras que las medias mínimas se producen en enero y diciembre, con 6 y 7 °C.

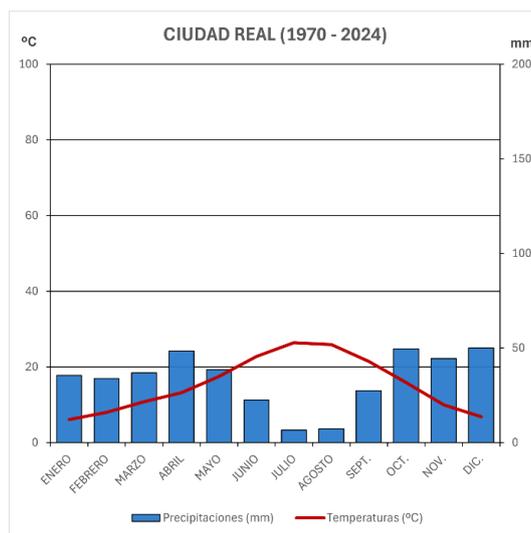


Figura 9. Climograma de Ciudad Real.

En comparación con los climogramas anteriores ([Figuras 7, 8 y 9](#)) en Córdoba se aprecia una mayor variabilidad pluviométrica, lo que se traduce en unos mínimos en los meses de julio y agosto muy bajos, con 2 y 5 mm, y unos máximos en noviembre y diciembre con 81 y 89 mm respectivamente. Cabe destacar también el aumento en los meses de aridez, que suman hasta cinco. Por otro lado, las temperaturas medias máximas se producen en julio y agosto, con 28 °C, y las temperaturas mínimas se registran en enero y diciembre, con 9 y 10 °C.

Los gráficos de Córdoba ([Figura 10](#)) y Sevilla ([Figura 11](#)) son muy similares en su forma y datos debido a su proximidad geográfica. Los mismos cinco meses de aridez se siguen manteniendo en Sevilla ([Figura 11](#)), y los meses de menores precipitaciones son julio y agosto, con 1 y 5 mm. En cambio, en noviembre y diciembre, los meses de mayor pluviometría, se ascienden a 82 y 83 mm respectivamente. Respecto a las temperaturas; sus máximas se dan en julio y agosto, con 28 °C; y sus mínimas, en enero y diciembre, con 11 y 12 °C respectivamente.

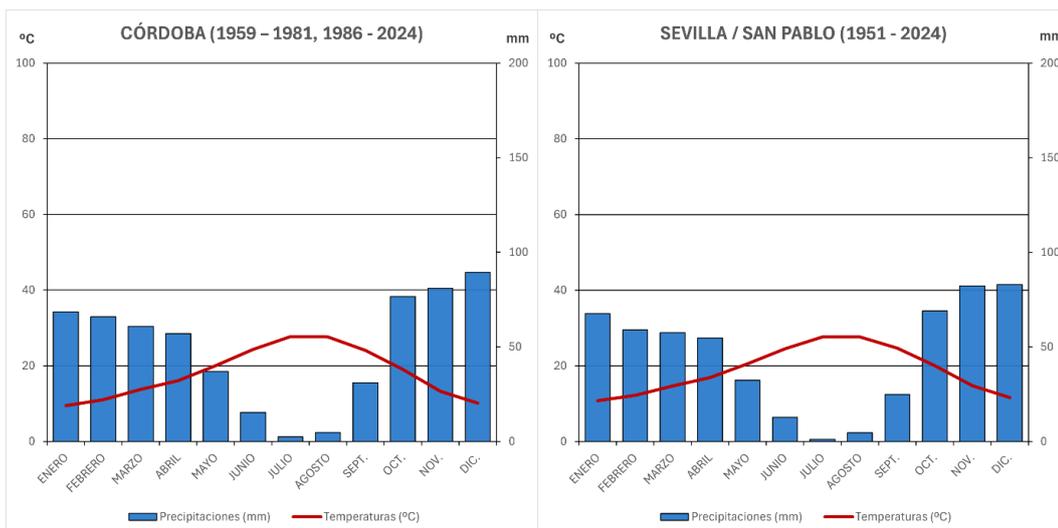


Figura 10. Climograma de Córdoba.

Figura 11. Climograma de Sevilla.

Jerez de la Frontera (Figura 12) presenta aridez durante mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Siendo los meses de julio y agosto los de menor cantidad de precipitaciones, con 1 y 2 mm. En cambio, los meses más lluviosos son noviembre y diciembre, con 88 y 92 mm. Las temperaturas medias máximas se producen durante los meses de julio y agosto con 26 °C, y las temperaturas medias mínimas; en enero y diciembre, con 11 y 12 °C.

En Tarifa (Figura 13), como en el resto de estaciones andaluzas estudiadas, se producen cinco meses de aridez, siendo julio y agosto los meses con menor pluviometría, con 1 y 3 mm. En cambio, los meses con mayores precipitaciones son noviembre y diciembre, con 108 y 119 mm. Por su parte, los meses con mayores temperaturas medias son julio y agosto, con 22 y 23 °C, y los meses con menores temperaturas son enero y diciembre, con 13 y 14 °C.

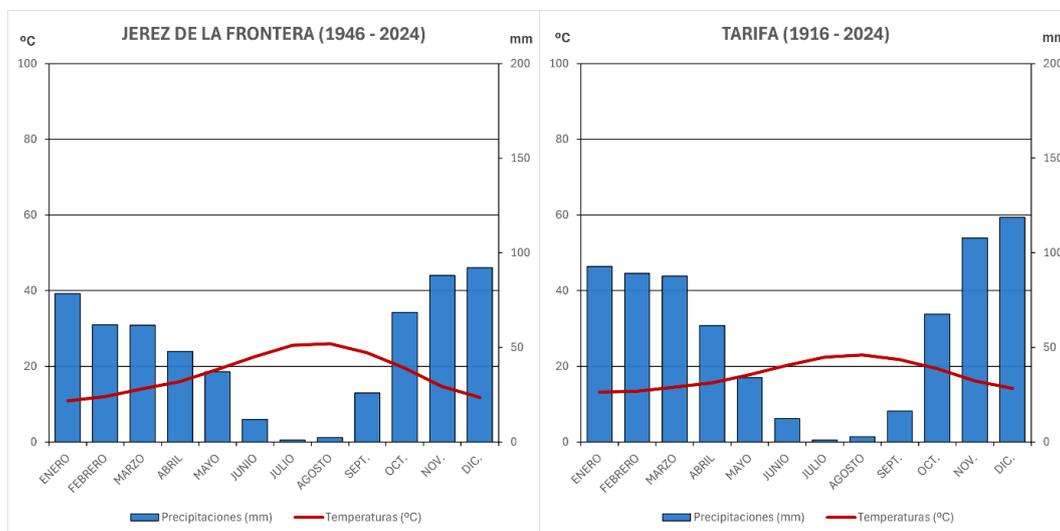


Figura 12. Climograma de Jerez de la Frontera.

Figura 13. Climograma de Tarifa.

En Melilla ([Figura 14](#)) los meses de aridez aumentan a seis, desde mayo hasta octubre. Las precipitaciones mínimas se registran en julio y agosto, con 1 y 3 mm, y las precipitaciones máximas se dan en enero y febrero, con 53 y 50 mm. Por otra parte, las temperaturas medias máximas se dan en julio y agosto, con 25 y 26 °C; mientras que las temperaturas medias mínimas se marcan en enero y febrero, con 13 y 14 °C.

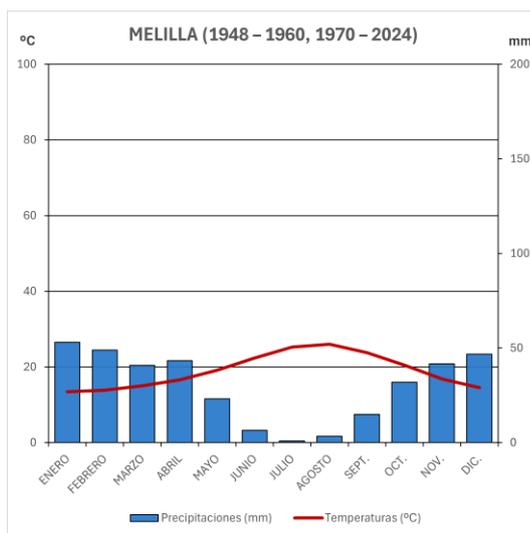


Figura 14. Climograma de Melilla.

En Santa Cruz de Tenerife ([Figura 15](#)) únicamente febrero y diciembre están exentos de aridez, debido a la elevada media de temperaturas a lo largo del año y a las escasas precipitaciones anuales. Los meses menos lluviosos son junio y julio, con entre 0 y 1 mm. En cambio, los meses con mayor pluviometría son noviembre y diciembre, con 42 y 46 mm. Respecto a las temperaturas, los meses con mayores medias son julio y agosto, con 25 °C, en cambio, los meses con las temperaturas más bajas son enero, febrero, con 18 °C y diciembre con 19 °C, dejando patente una escasa amplitud térmica.

La estación de Izaña ([Figura 16](#)) presenta unas condiciones particulares debido al efecto foehn, que genera lo que en las Islas Canarias se denomina “panza de burra”. Estas nubes, producidas por la humedad transportada por los vientos alisios y retenidas por el relieve, reducen a la mitad los meses de aridez, entre mayo y septiembre. Las precipitaciones mínimas se dan en junio y julio, con 0 y 1 mm., y las precipitaciones máximas se dan en noviembre y diciembre, con 87 y 73 mm. Las temperaturas máximas se registran en julio y agosto, con 18 °C, y las mínimas se dan en enero, febrero (4 °C) y diciembre (5 °C).

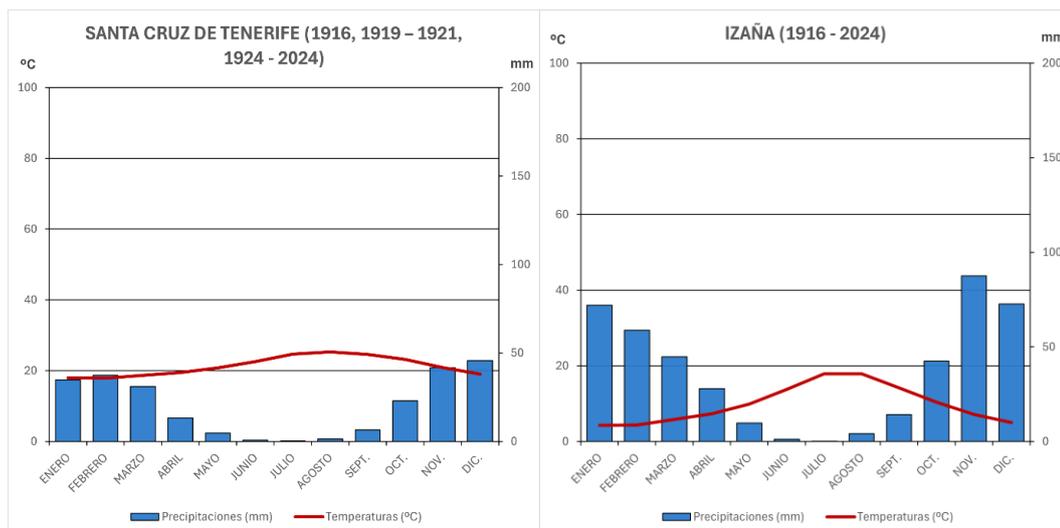


Figura 15. Climograma de Santa Cruz de Tenerife.

Figura 16. Climograma de Izaña.

4.2. COMPARACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES POR DÉCADAS

Para poder analizar la evolución del clima durante décadas, es importante comparar los datos de años anteriores, entre ellos y a lo largo del tiempo. Es por esto por lo que para este TFG se han realizado dos tipos de gráficos, por cada una de las quince estaciones meteorológicas, comparando los datos recogidos.

En la evolución de las precipitaciones de Avilés (Figura 17) se observa como en la década de 1970-1979, en meses como enero y mayo, se encuentran por encima de la media, aunque de forma generalizada en todos los meses se aprecian valores similares o por encima de la media. Cabe destacar también el hecho de que en la década 1970-1979 se haya registrado la mayor cantidad de precipitaciones de la serie estudiada, con 1222 mm anuales. Las décadas de 1980-1989 y 1990-1999, experimentan una reducción en las cantidades totales en ~100 mm anuales en comparación con la anterior década. Por el contrario, la década de 2000-2009, es en la que menos precipitaciones se han registrado, con un total anual medio de 976 mm, lo que suponen 246 mm menos que entre 1970-1979. Las décadas de 2010-2019 y 2020-2024 se caracterizan por su gran variabilidad mensual, con algunos meses con lluvias abundantes y en otros, en cambio, estando por debajo de la media. En concreto, 2010-2019 destaca por sus elevadas precipitaciones en los meses de enero, febrero y noviembre, y 2020-2024 en los meses de octubre, noviembre y diciembre, con meses como febrero, marzo, abril, mayo y julio con precipitaciones anormalmente bajas.

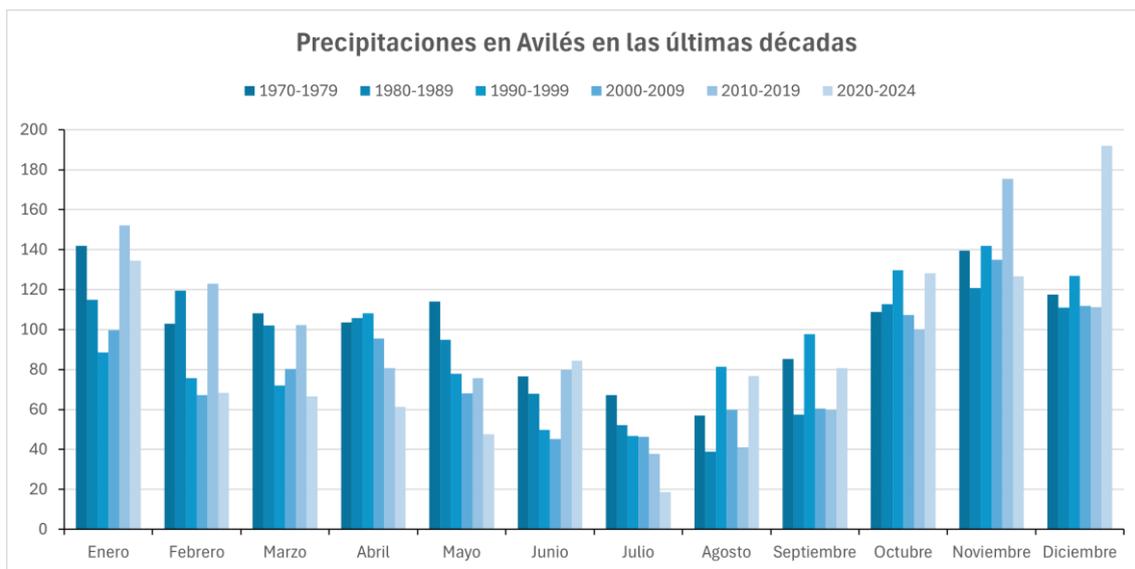


Figura 17. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Avilés, 1970-2024.

Las precipitaciones en Oviedo/Uviéu (Figura 18) son algo inferiores a las de Avilés, pero se distribuyen de manera similar. Cabe destacar que la década con menor pluviometría ha sido 1980-1989, en la que no destaca ningún mes. Sin embargo, entre 1970 y 1979 se registraron las precipitaciones más elevadas, con 1075 mm. En cambio, las décadas de 1980-1989, 1990-1999 y 2000-2009, suelen algo por debajo de la media. Asimismo, las décadas de 2010-2019 y 2020-2024 son las que mayor variabilidad mensual presentan; destacando 2010-2019 en los meses de enero, febrero y noviembre por la gran cantidad de lluvias; y 2020-2024 en los meses de enero, junio, noviembre y diciembre por su gran pluviosidad, y los meses de febrero, julio y octubre por su escasez.

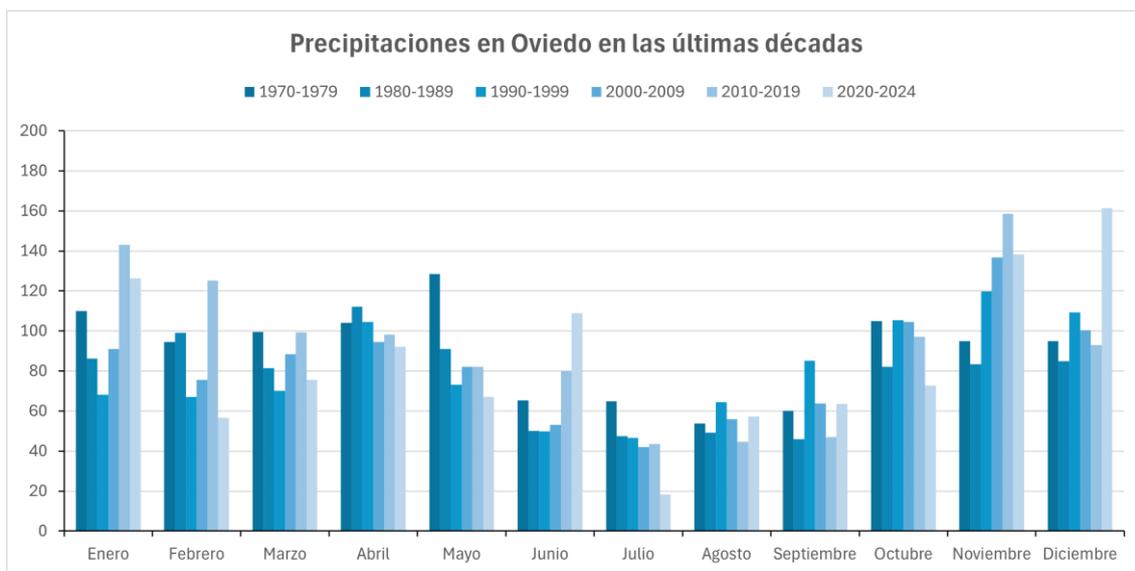


Figura 18. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Oviedo/Uviéu, 1970-2024.

En León ([Figura 19](#)), a diferencia de las estaciones asturianas, las precipitaciones se reducen sustancialmente debido a la sombra pluviométrica producida por el efecto foehn en el Macizo Asturiano. Se observa una reducción década a década de 28 mm anuales desde 1970 hasta la actualidad, siendo el periodo 2020-2024 el más seco. Asimismo, las precipitaciones cada vez se distribuyen de una manera más desigual, lo que es patente en los periodos 2010-2019 y 2020-2024, con precipitaciones por encima de la media en octubre, pero muy escasas en julio y agosto, cuando se produce una marcada aridez.

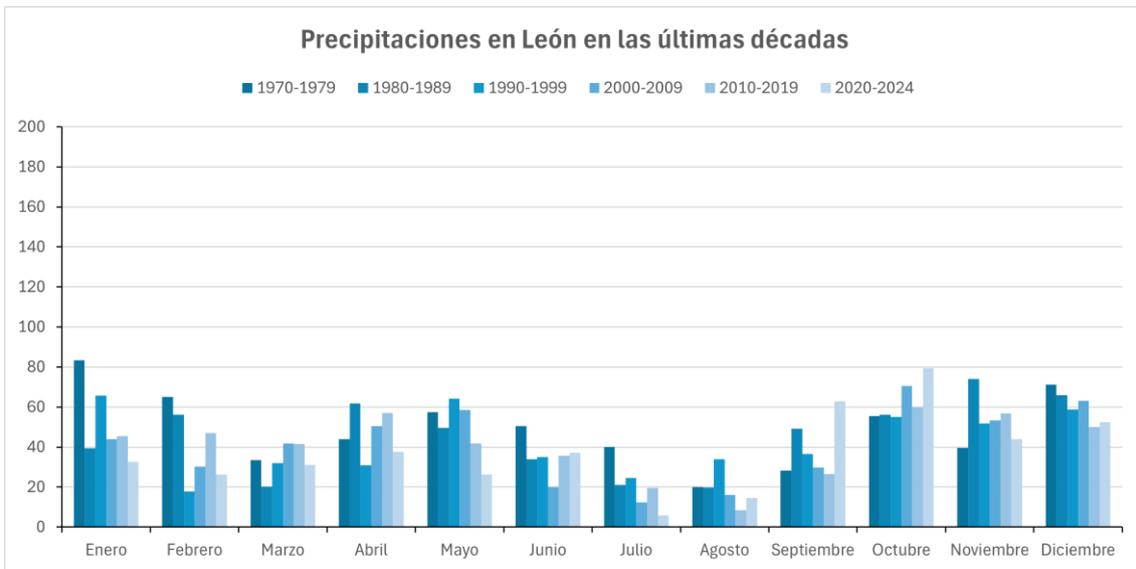


Figura 19. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en León, 1970-2024.

En Valladolid ([Figura 20](#)) la fluctuación en las precipitaciones es, en general, escasa a lo largo del año, y especialmente en la década de 1990-1999.

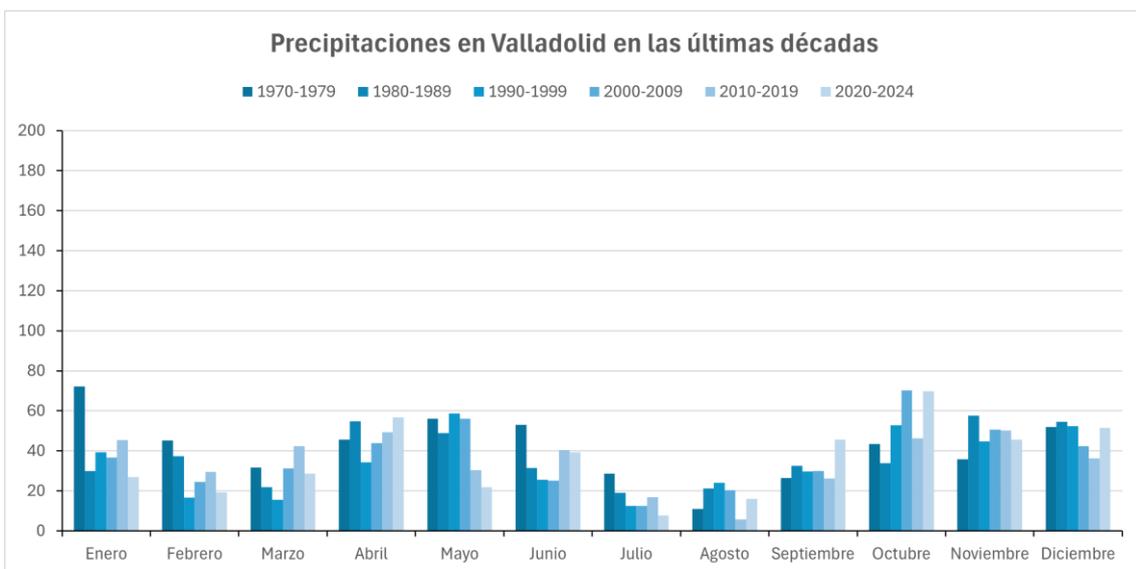


Figura 20. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Valladolid, 1970-2024.

La década que más precipitaciones presenta es la de 1970-1979, con una especial trascendencia en el mes de enero, siendo 73 mm más lluviosa que la media. Como ya se ha comentado anteriormente, la variación mensual es evidente, sobre todo debido al bajo nivel de las lluvias en julio y agosto, durante las últimas dos décadas, 2010-2019 y 2020-2024.

Las precipitaciones en Navacerrada (Figura 21) son especialmente elevadas debido a su altitud, a 1893 m s.n.m., siendo en un alto porcentaje de nieve (Tabla 1). La variabilidad pluviométrica mensual es más acusada que en otras debido a su situación, lo que provoca una diferencia notable entre los meses de verano y el resto. Pese a la gran variabilidad cuantitativa de las lluvias con el paso de las décadas, se aprecia, en este caso, un descenso progresivo de las precipitaciones en los meses de mayo, junio y julio; salvando las pequeñas variaciones que pueda haber en un mes en concreto durante una década. Respecto a la cantidad total anual, la década menos lluviosa es la de 1990-1999 con 1146 mm de media, y que ha ido ascendiendo, hasta la década actual, a 67 mm por década, hasta los 1346 mm en 2020-2024.

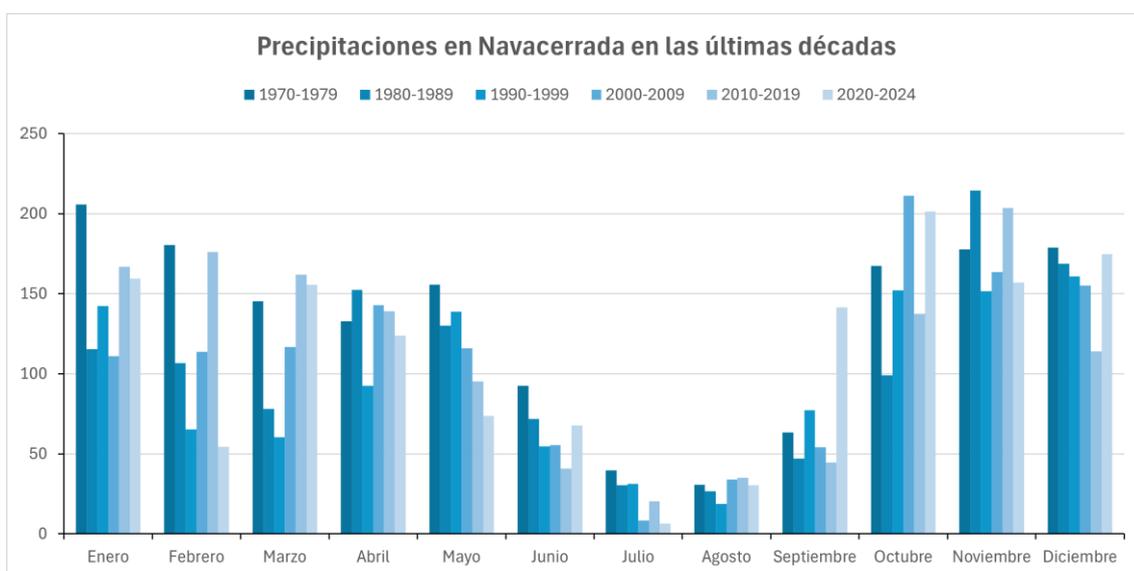


Figura 21. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Navacerrada, 1970-2024.

Las precipitaciones registradas en el parque del Retiro de Madrid (Figura 22) no muestran ningún patrón evidente durante las últimas décadas. Cabe resaltar el aumento de las precipitaciones en la última década respecto a la anterior, con un aumento de 65 mm sobre el total, y que destacan especialmente en el mes de septiembre.

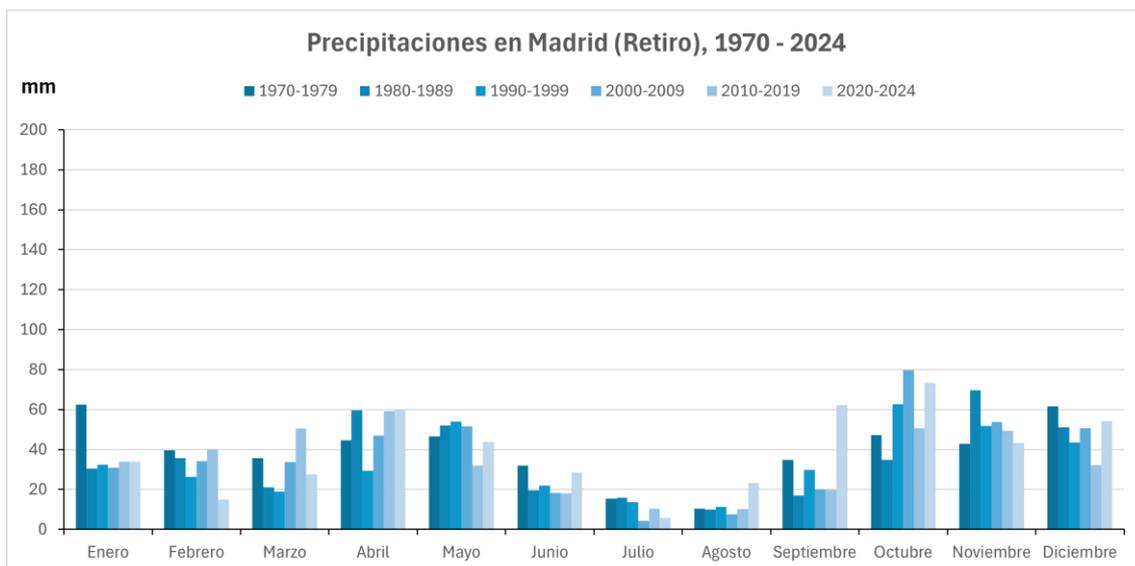


Figura 22. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Madrid (Retiro), 1970-2024.

Getafe (Figura 23), a 13 km del Retiro, presenta unas características similares. La principal diferencia es que en Getafe se dan menos precipitaciones anuales, concretamente una media de 53 mm menos, pasando de 432 mm en el Retiro, a 379 mm en Getafe. Cabe destacar el pico de las precipitaciones en enero de 1970-1979, y también en septiembre y octubre de 2020-2024.

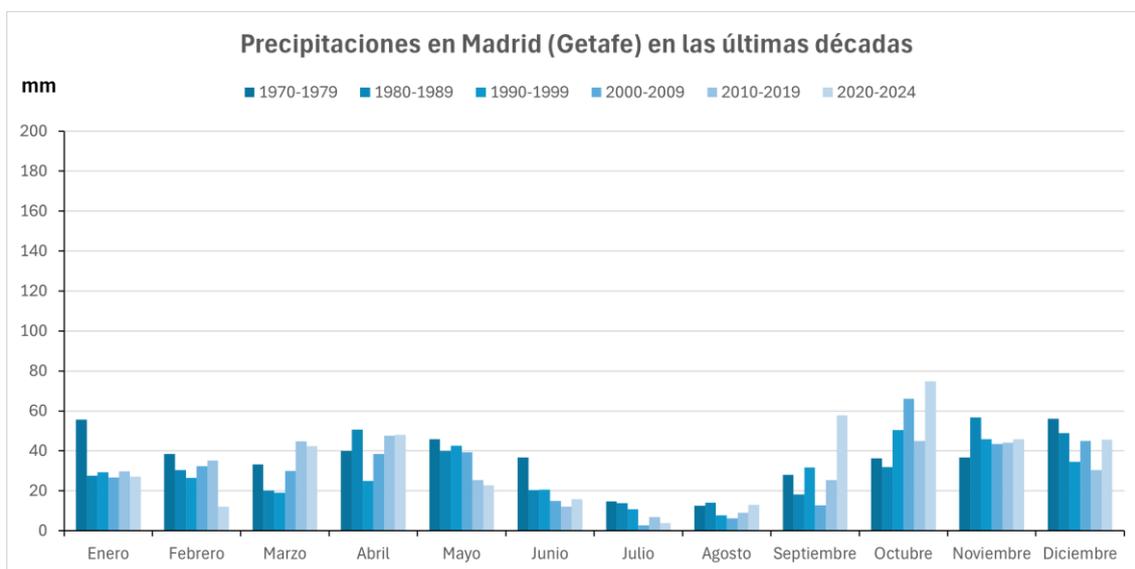


Figura 23. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Madrid (Getafe), 1970-2024.

En Ciudad Real (Figura 24) no parecen seguir un patrón reconocible. La década más lluviosa es 1970-1979, con 446 mm; y la menos lluviosa es 2020-2024, con 346 mm, y con una diferencia de 75 mm menos respecto a la década anterior. Se observa un aumento progresivo a final de verano, en septiembre, y un descenso en los meses previos y los primeros del verano.

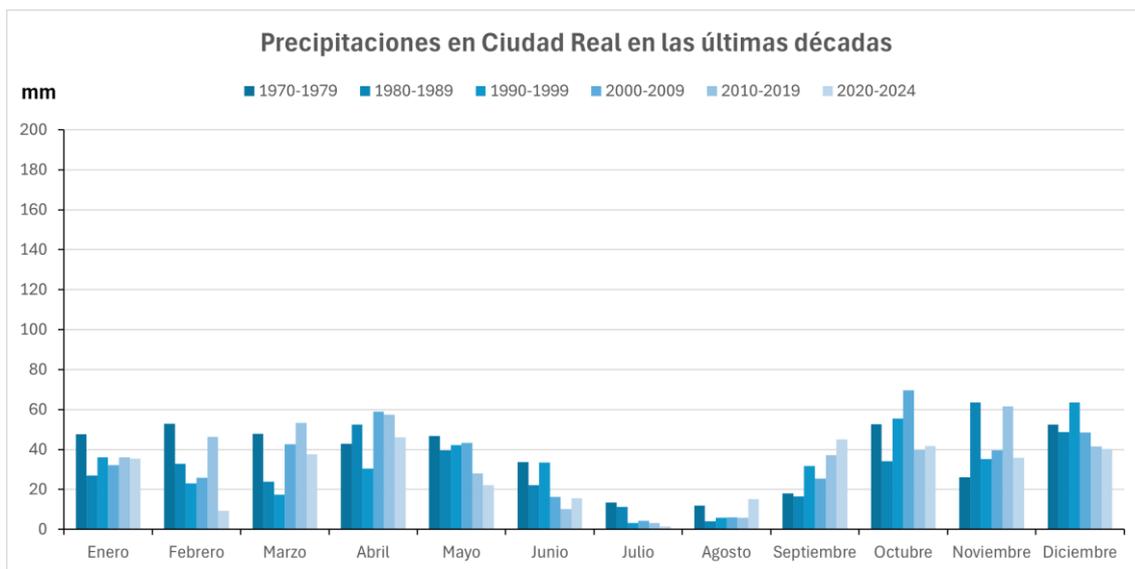


Figura 24. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Ciudad Real, 1970-2024.

Las precipitaciones en Córdoba (Figura 25) experimentan una gran oscilación, principalmente durante julio y agosto, cuando varían entre 2 y 6 mm y los meses de otoño. La década con menos precipitaciones es 2020-2024, con 427 mm anuales, por debajo de la media, de 534 mm. Se aprecia un descenso, más o menos escalonado, en los meses de enero y abril, con una reducción significativa de las precipitaciones en enero durante las últimas décadas.

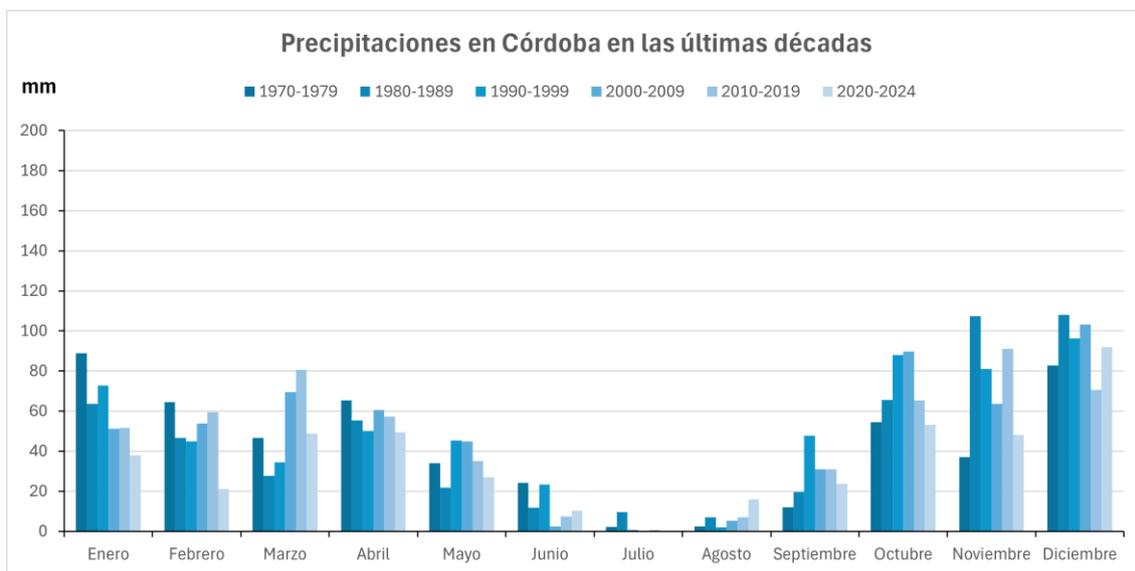


Figura 25. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Córdoba, 1970-2024.

Las precipitaciones en Sevilla (Figura 26) muestran un verano bastante seco, especialmente en los meses de julio y agosto, donde durante 2020-2024 no se llega a recoger ni 1 mm. Por otro lado, los meses más lluviosos se dan a mediados/finales de otoño y principios de invierno. Cabe destacar la existencia

de una anomalía en noviembre de 1980-1989, que alcanza 142 mm, cuando la media de este mes es de 73 mm. Respecto a las décadas, las precipitaciones totales han ido descendiendo con el paso del tiempo salvo en 2000-2009, que aumenta en 21 mm, pero igualmente dejándonos un promedio de 43 mm menos por década, y destacando entre ellas 2020-2024, cuando descendió 131 mm respecto a la década anterior, dejándola como la década más seca de todas las registradas.

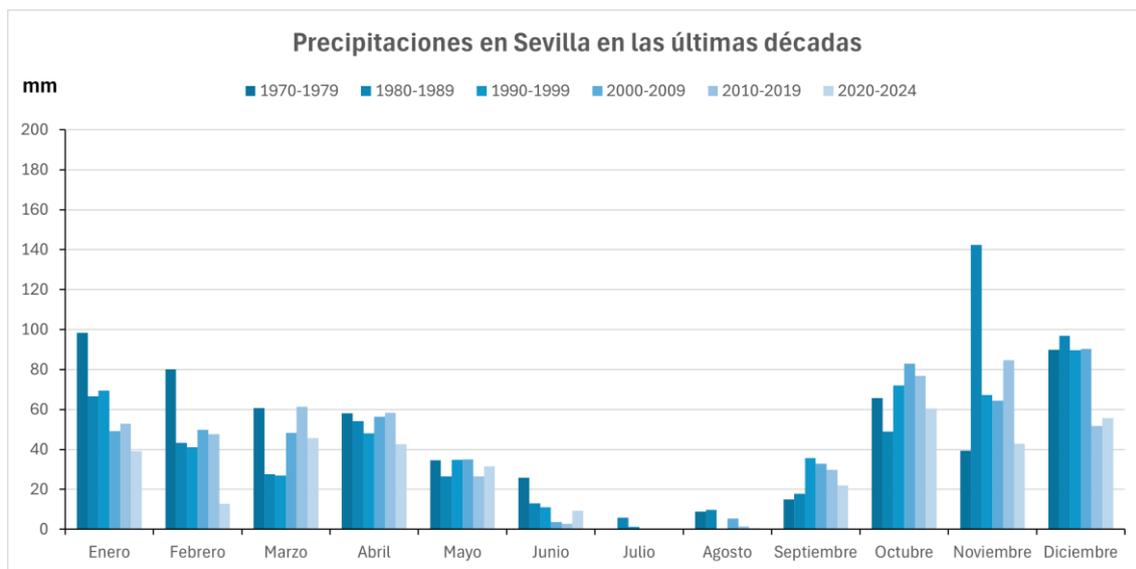


Figura 26. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Sevilla, 1970-2024.

Las precipitaciones en Jerez de la Frontera (Figura 27) destacan por un verano con bajas o nulas lluvias en los meses de julio y agosto, sin sobrepasar 1 mm en julio desde 1970 hasta la actualidad, y en agosto durante el periodo 2020-2024. Cabe destacar que, en décadas previas, como 1960-1969, durante los meses de julio y agosto se recogieron 0 mm, por tanto, existen precedentes; por otro lado, los meses con mayores precipitaciones se distribuyen durante otoño e invierno, con un descenso paulatino, aunque inestable, de las precipitaciones durante los meses de enero y febrero, y que también se puede ver en los meses de abril y mayo a grosso modo. Los promedios totales de cada década apuntan a que 2020-2024 está siendo, por ahora, la década más seca de todas las recogidas en esta estación, con 433 mm, en contraposición con 1970-1979, cuando se registró una media anual de 667 mm, lo que suponían 234 mm más que en la actualidad.

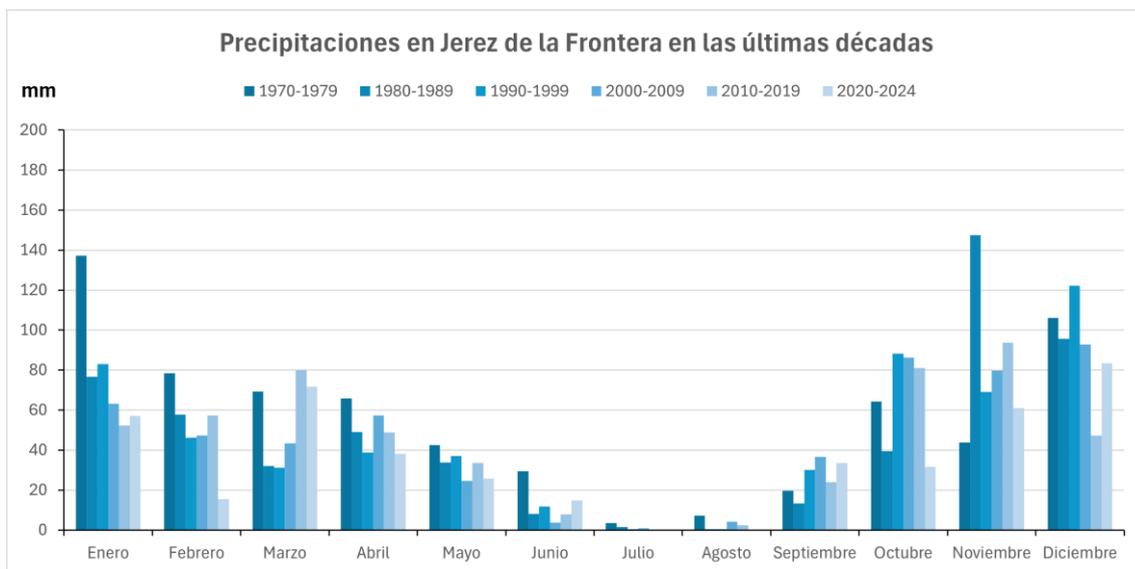


Figura 27. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Jerez de la Frontera, 1970-2024.

Tarifa (Figura 28) no presenta ningún patrón evidente, al margen de un ligero esbozo de decrecimiento en las precipitaciones de los meses de febrero, mayo y diciembre. Las décadas más secas son 1980-1989, 1990-1999 y 2020-2024, con 547, 575 y 563 mm respectivamente, que están por debajo de la media de 635 mm. Las mayores anomalías se dan en marzo de 2020-2024, con 194 mm, y en octubre de 2000-2009, con 172 mm.

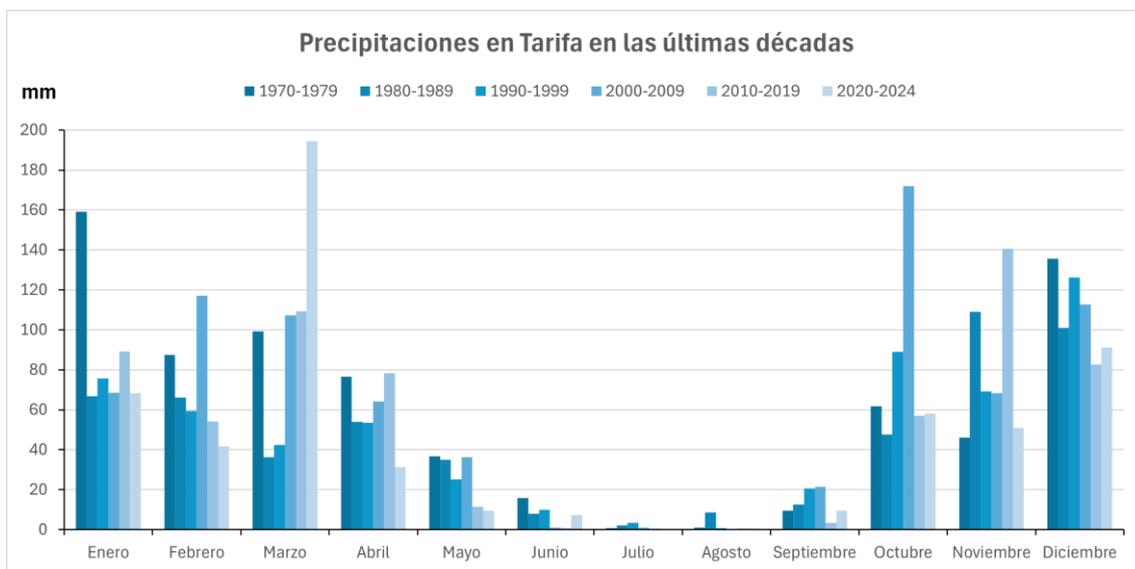


Figura 28. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Tarifa, 1970-2024.

En Melilla (Figura 29) no se observa un patrón definido, pero se vienen reduciendo en las dos últimas décadas; con 318 mm para 2010-2019, y 236 mm para 2020-2024; siendo la media de 352 mm. En cambio, las décadas más lluviosas han sido 1970-1979 y 2000-2009, con 405 y 447 mm respectivamente.

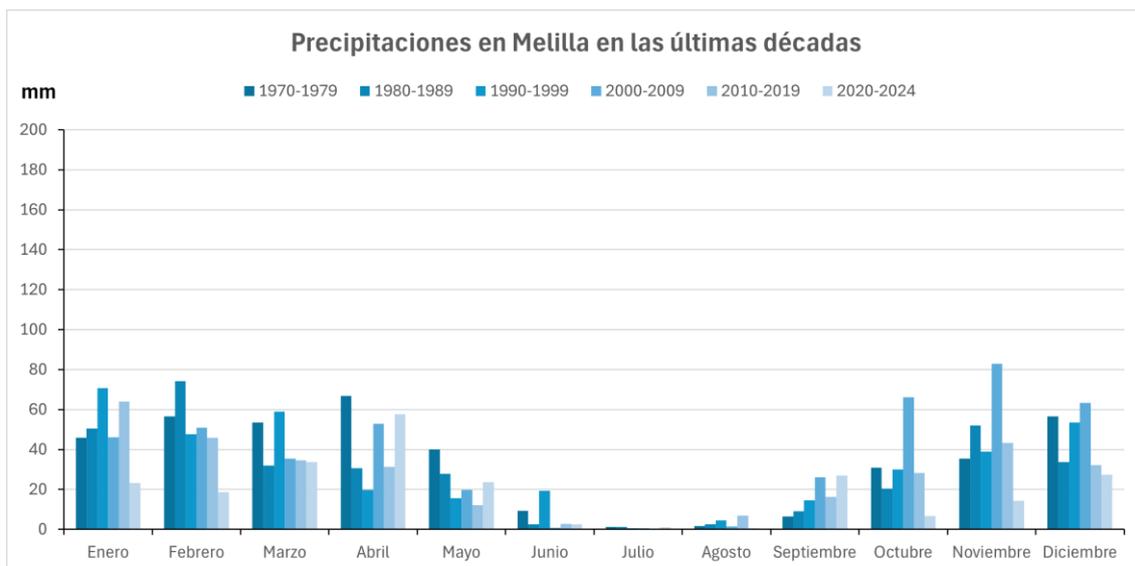


Figura 29. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Melilla, 1970-2024.

Santa Cruz de Tenerife (Figura 30) presenta un verano con precipitaciones casi nulas, produciéndose el máximo pluviométrico en invierno. Atendiendo a las precipitaciones totales de cada década, 2020-2024 está siendo la década más seca hasta la fecha, con 183 mm, en comparación con la media desde 1970 que es de 217 mm. Asimismo, entre 1930-1960, la media era 261 mm mayor que la actual. Por otro lado, durante los meses de abril y diciembre se aprecia un descenso relativo de las precipitaciones.

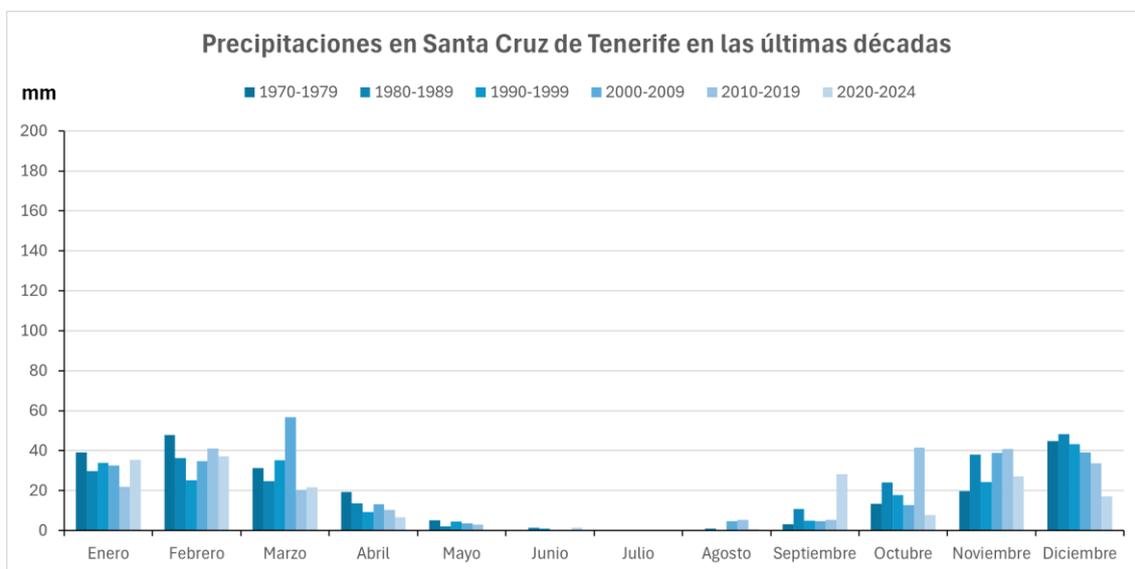


Figura 30. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Sta. Cruz de Tenerife, 1970-2024.

Las precipitaciones de la estación de Izaña (Figura 31), pese a encontrarse a escasos kilómetros de la anterior, muestra una pluviometría superior debido a su emplazamiento. La variabilidad mes a mes de las

precipitaciones es considerable, especialmente durante las décadas de 1970-1979 y 1980-1989. La década más lluviosa es la de 1970-1979 con 548 mm anuales, mientras que la menos lluviosa es la actual 2020-2024, con 222 mm. Cabe resaltar que 1970-1979 es la década más lluviosa de las representadas, y que deja enero unos extraordinarios 155 mm, pero no es la década con mayores precipitaciones registrada, sino que es la de 1950-1959 con 718 mm.

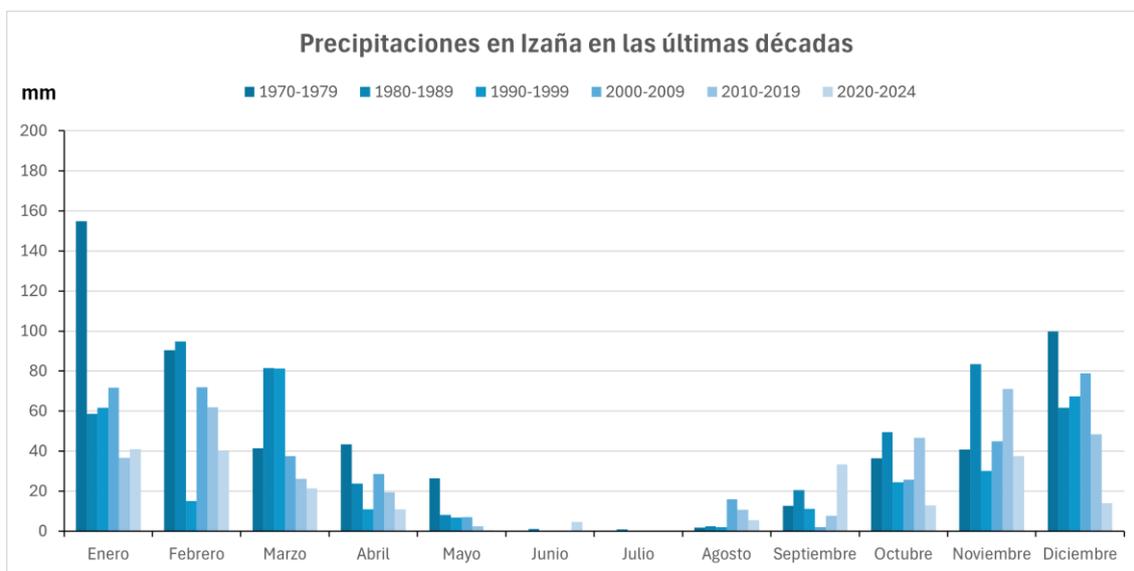


Figura 31. Evolución de las precipitaciones mensuales, década a década, en Izaña, 1970-2024.

4.3. COMPARACIÓN DE LAS TEMPERATURAS POR DÉCADAS

Las temperaturas en Avilés (Figura 32) siguen una tendencia ascendente media de 0,37 °C cada diez años. La década 1990-1999 experimentó un aumento significativo a causa de un incremento de la media anual de las temperaturas de 0,43 °C respecto a la década anterior, equiparándose a la década de 2000-2009. Por otro lado, la década más calurosa hasta ahora está siendo la actual, 2020-2024, con un aumento de 0,57 °C sobre la década anterior, y un aumento de 1,8 °C respecto a la década de 1970-1979.

Igualmente, en Oviedo/Uviéu (Figura 33) las temperaturas tienden a ascender una media de 0,36 °C década a década entre 1970 y 2024. La más calurosa es la actual, 2020-2024, con un promedio de 14,1 °C, siendo 1,8 °C superior a la de 1970-1979. Cabe resaltar que los mayores aumentos entre décadas se han producido de 1970-1979 a 1980-1989, con un incremento de 0,74 °C en la media anual; y de 2010-2019 a 2020-2024, aumentando en 0,5 °C.

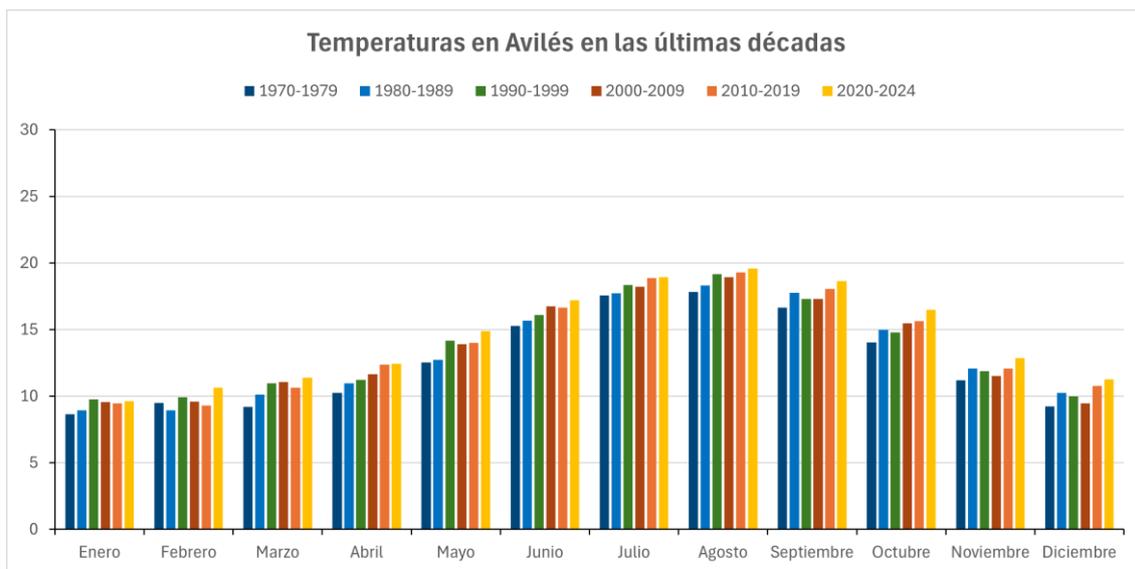


Figura 32. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Avilés, 1970-2024.

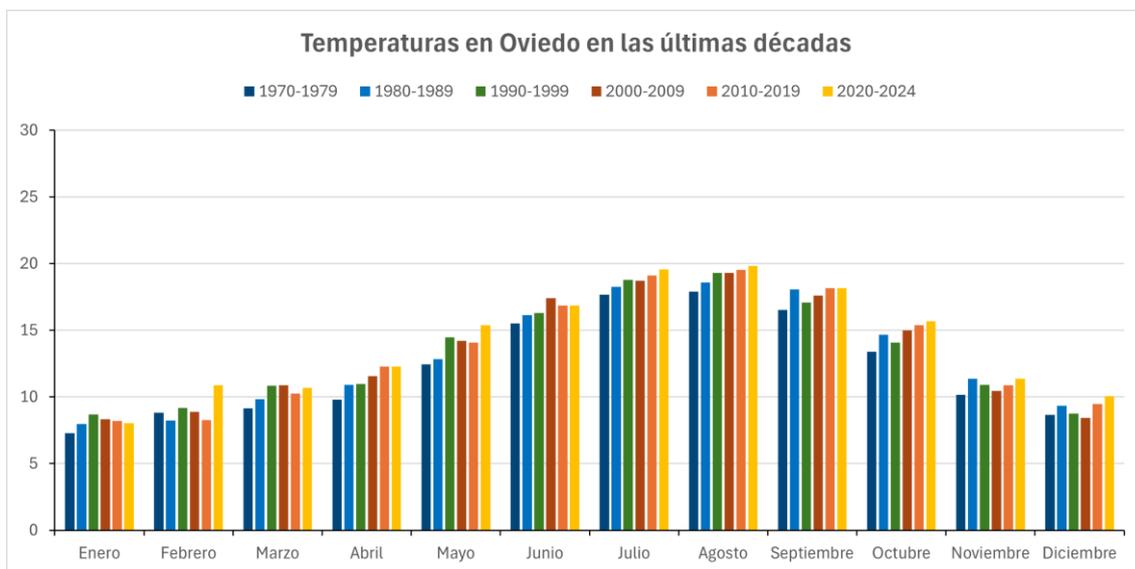


Figura 33. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Oviedo/Uviéu, 1970-2024.

En León (Figura 34) se aprecia una elevada amplitud térmica entre los meses de verano y los de invierno, pero lo más reseñable, es la creciente temperatura con el paso de las décadas en todos los meses. La última década, 2020-2024, es en la que más han aumentado las temperaturas, con un incremento de 1,1 °C respecto a la 2010-2019, siendo también en la que se están registrando las temperaturas más elevadas. Dichos valores en 2020-2024 han sido los más altos en casi todos los meses, descartando marzo en 1990-1999, junio en 2000-2009 y septiembre en 1980-1989. Además, desde el año 1970 hasta 2024 queda patente un aumento de 2,1 °C en la media anual.

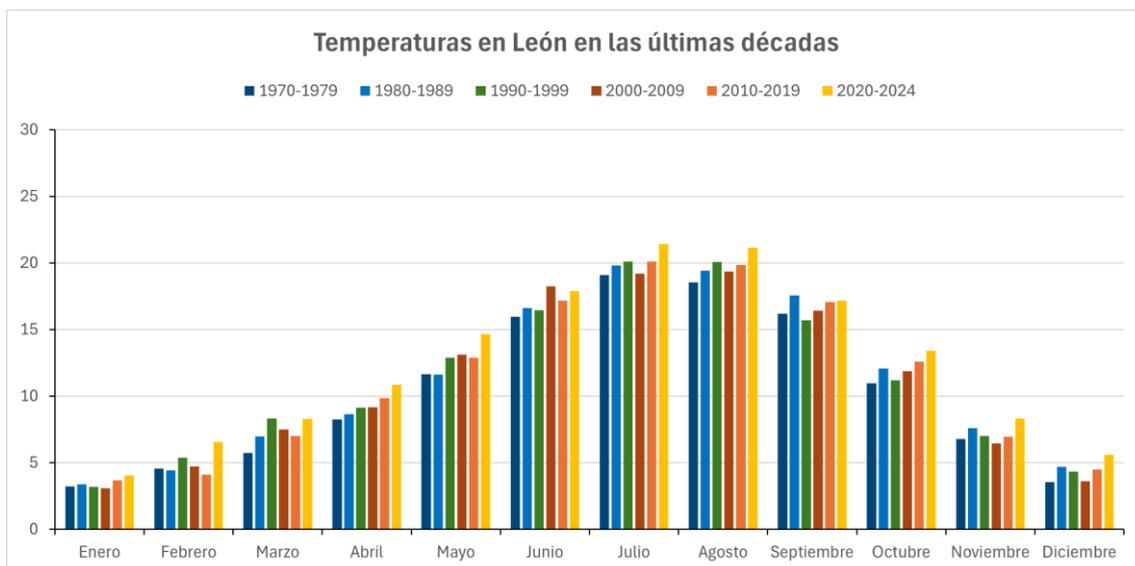


Figura 34. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en León, 1970-2024.

Las temperaturas en Valladolid (Figura 35), al igual que en León, son altas en verano y bajas en invierno, lo que propicia una gran amplitud térmica. El aumento de las temperaturas década a década es significativo, con 0,43 °C. Respecto a las décadas, fruto de ese aumento continuado de las temperaturas, 2020-2024 es la más calurosa hasta ahora, con un promedio de 12,6 °C, que son 2,2 °C por encima de la década de 1970-1979.

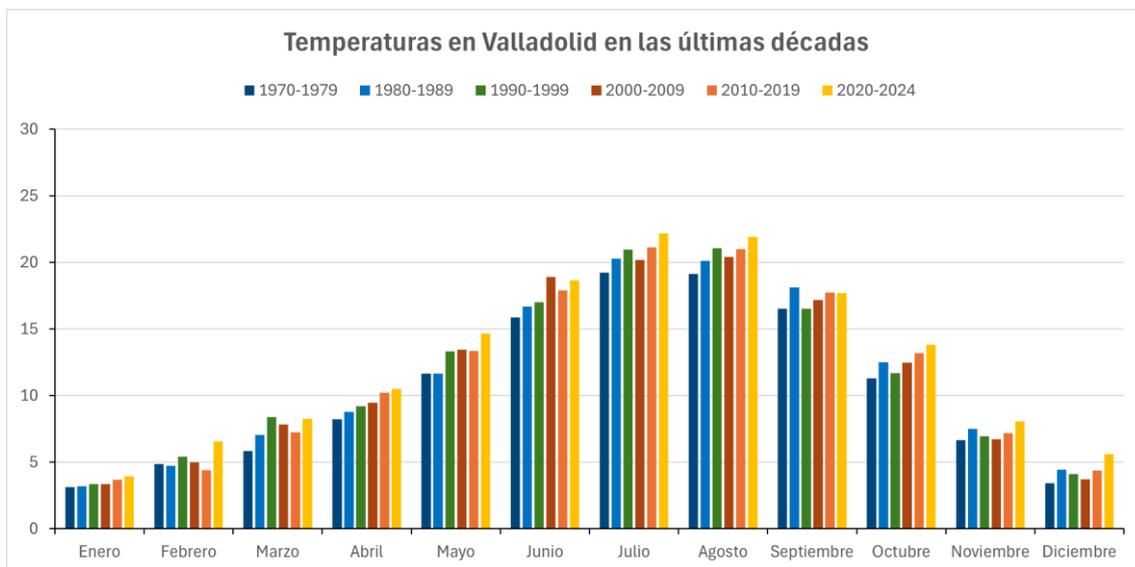


Figura 35. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Valladolid, 1970-2024.

Navacerrada (Figura 36) es la única estación en la que se dan meses con temperaturas medias negativas, con una amplitud térmica muy marcada, superando los 15 °C en julio y agosto durante todas las décadas. La más fría es 1970-1979 con medias de 5,5 °C, y su ascenso es progresivo hasta la actualidad,

con un aumento medio por década de 0,6 °C. La diferencia existente entre 1970-1979 hasta la actualidad es de 3,1 °C. Además, el crecimiento entre la década anterior y la actual es de 1 °C, y es reseñable en julio y agosto, y también en enero y febrero, donde eran habituales las medias por debajo de 0 °C y ya no.

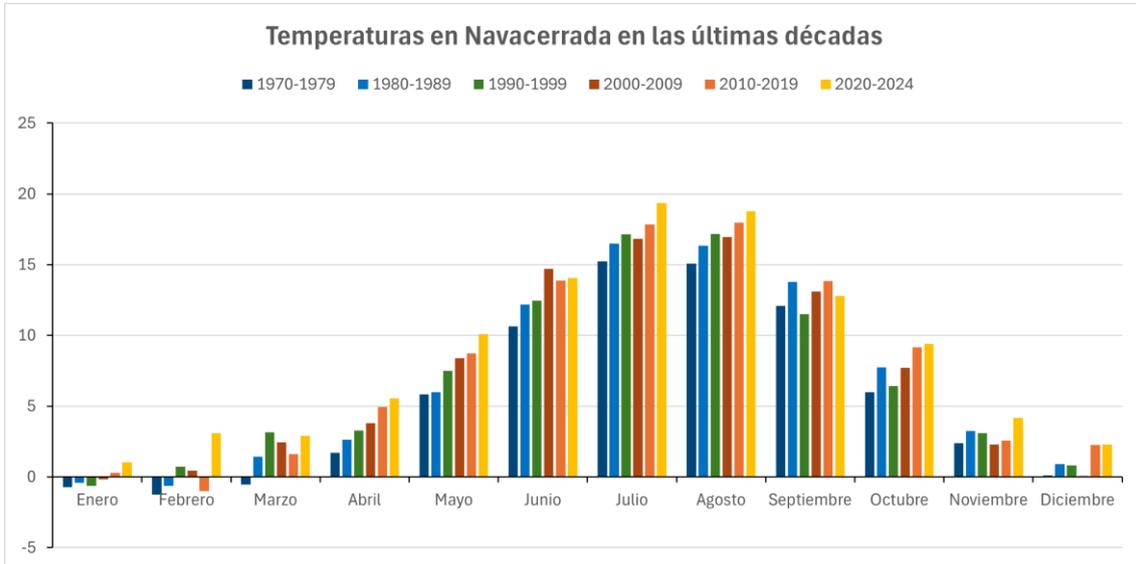


Figura 36. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Navacerrada, 1970-2024.

En Madrid (Figura 37), el aumento de las temperaturas, década a década, es constante en muchos meses, como abril y mayo, y se observa un aumento generalizado de las temperaturas de 0,5 °C por década. El aumento térmico desde 1970 hasta 2024 es de 2,4 °C de media. Mientras que, entre décadas, la de 1980-1989 experimentó un incremento de 0,9 °C respecto a la anterior.

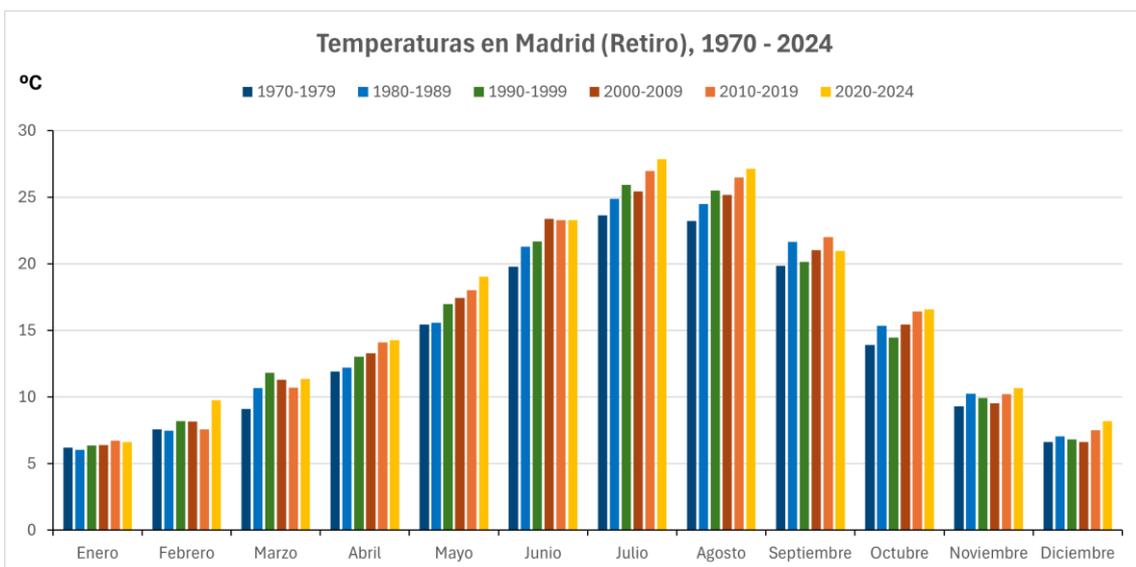


Figura 37. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Madrid (Retiro), 1970-2024.

Getafe (Figura 38) presenta grandes similitudes con El Retiro, ya que las temperaturas prácticamente no se distinguen. Se observa el mismo aumento progresivo de las temperaturas con el paso de las décadas, de 0,5 °C de media, siendo 2020-2024 la que más crece con 0,7 °C sobre la anterior década. La media anual desde 1970 hasta 2024 asciende a 2,7 °C.

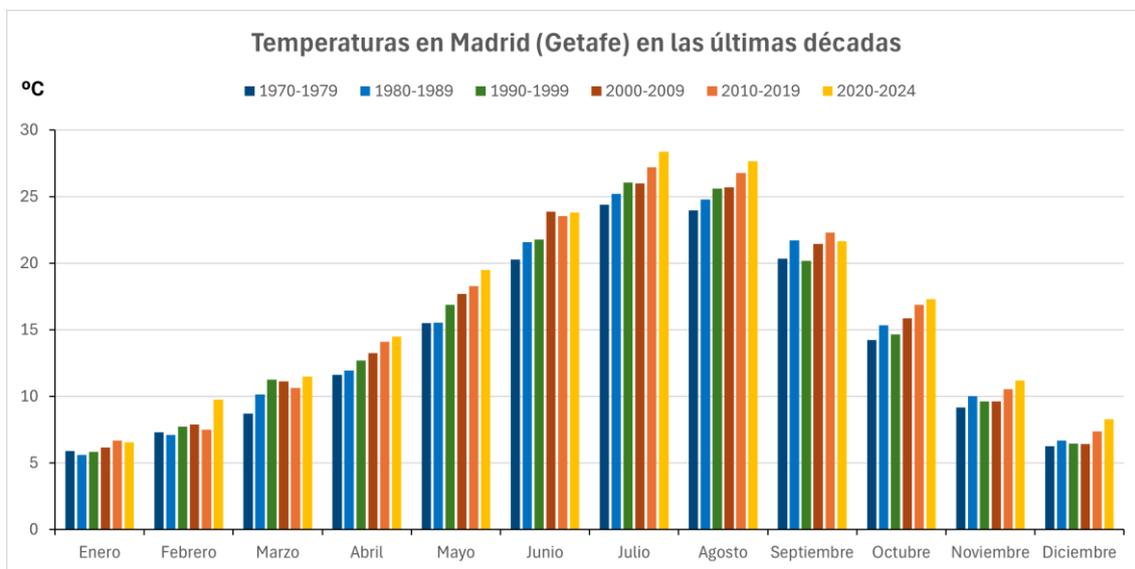


Figura 38. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Getafe, 1970-2024.

En Ciudad Real (Figura 39) se observa un ascenso de las temperaturas, década a década, durante la mayoría de los meses, con picos como junio del 2000-2009, o la década de 1990-1990, que fue 1,8 °C más calurosa respecto a la anterior, superando con creces la media de crecimiento, que es de 0,7 °C. El crecimiento de la media de la temperatura desde 1970 hasta 2024 es de 3,6 °C.

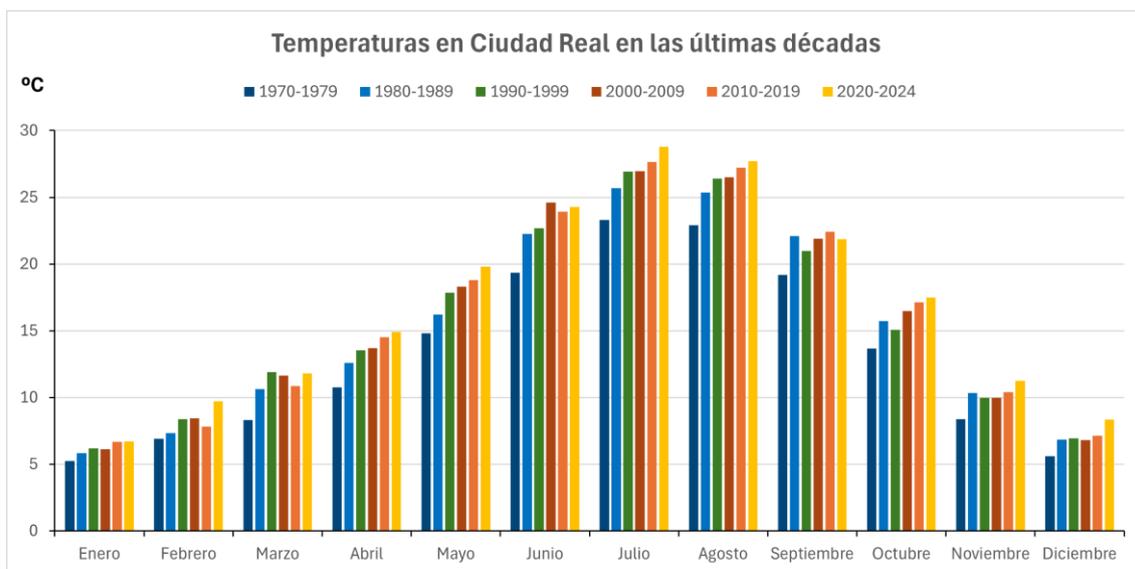


Figura 39. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Ciudad Real, 1970-2024.

En Córdoba ([Figura 40](#)) existe un marcado ascenso de las temperaturas, década a década, especialmente en primavera y verano. La década de menor temperatura media es 1970-1979, con 17 °C; mientras que la más alta es 2020-2024, con 19,2 °C, lo que supone un aumento de 2,2 °C. La década de 1980-1989 es la que presenta el mayor crecimiento térmico respecto a la previa.

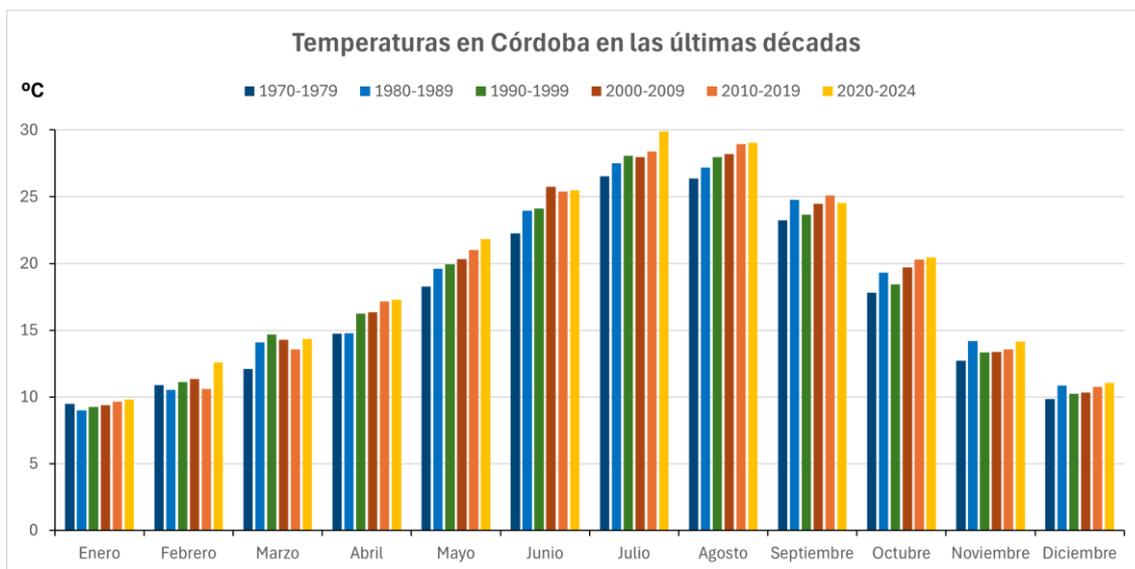


Figura 40. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Córdoba, 1970-2024.

Sevilla ([Figura 41](#)) promedia un ascenso por década de 0,4 °C, aunque durante 2010-2019 las temperaturas se mantuvieron iguales a la media de la década pasada. Se constata una subida de las temperaturas firme, aunque variable mes a mes, como se aprecia en abril y mayo. El crecimiento de las temperaturas desde 1970 hasta hoy se sitúa en 2,2 °C de media.

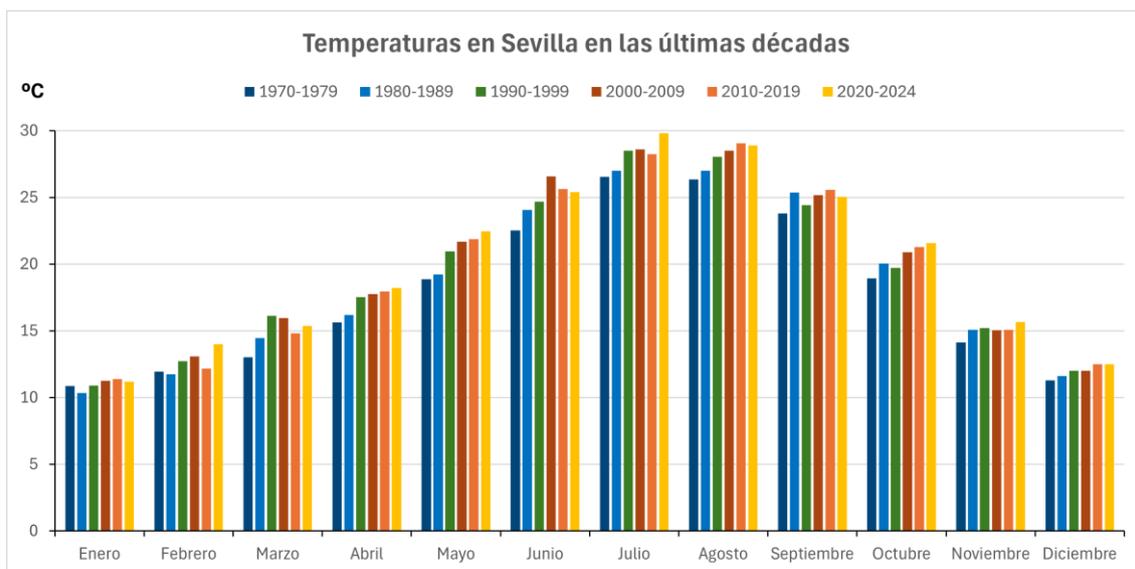


Figura 41. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Sevilla, 1970-2024.

Las temperaturas en Jerez de la Frontera (Figura 42) siguen un modelo similar a los anteriores, donde el ascenso de las temperaturas es constante en casi todos los meses, dejando un patrón en forma de escalera. El promedio de ascenso es de 0,3 °C por cada 10 años, con un ascenso de 1,6 °C desde 1970 hasta la actualidad.

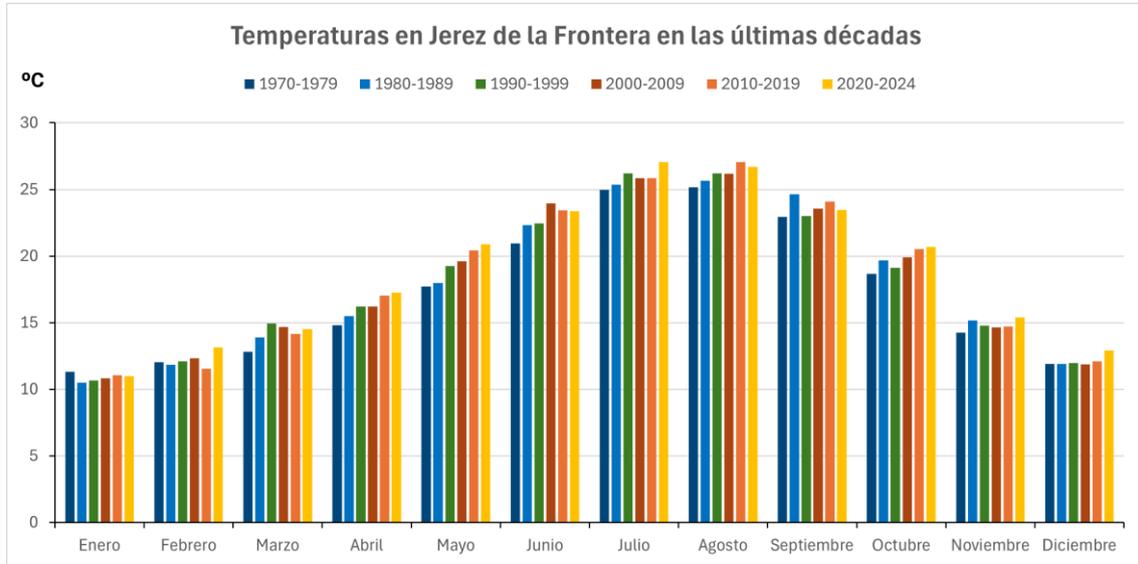


Figura 42. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Jerez de la Frontera, 1970-2024.

En Tarifa (Figura 43), las temperaturas fluctúan menos mes a mes, a diferencia de estaciones anteriores. Aquí, el aumento térmico es prácticamente imperceptible, con altibajos entre décadas. El promedio de incremento térmico muestra una subida de 0,1 °C por cada 10 años, siendo la temperatura de la actual década 0,7 °C superior a la de 1970-1979.

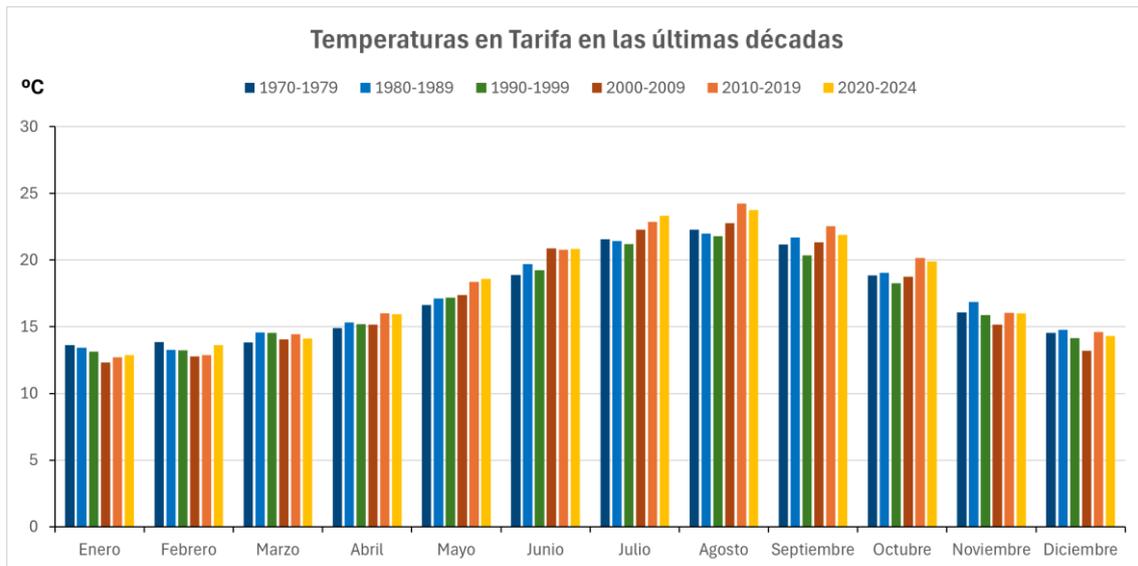


Figura 43. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Tarifa, 1970-2024.

En Melilla ([Figura 44](#)) se percibe el ascenso paulatino de las temperaturas por década, con un aumento promedio de 0,4 °C. Las décadas donde más se incrementaron las temperaturas fueron; 1980-1989 y 2020-2024 con una subida de 0,7 °C respecto a las décadas precedentes. El ascenso de las temperaturas desde 1970-1979 hasta la década actual, es de 2,1 °C de la media anual.

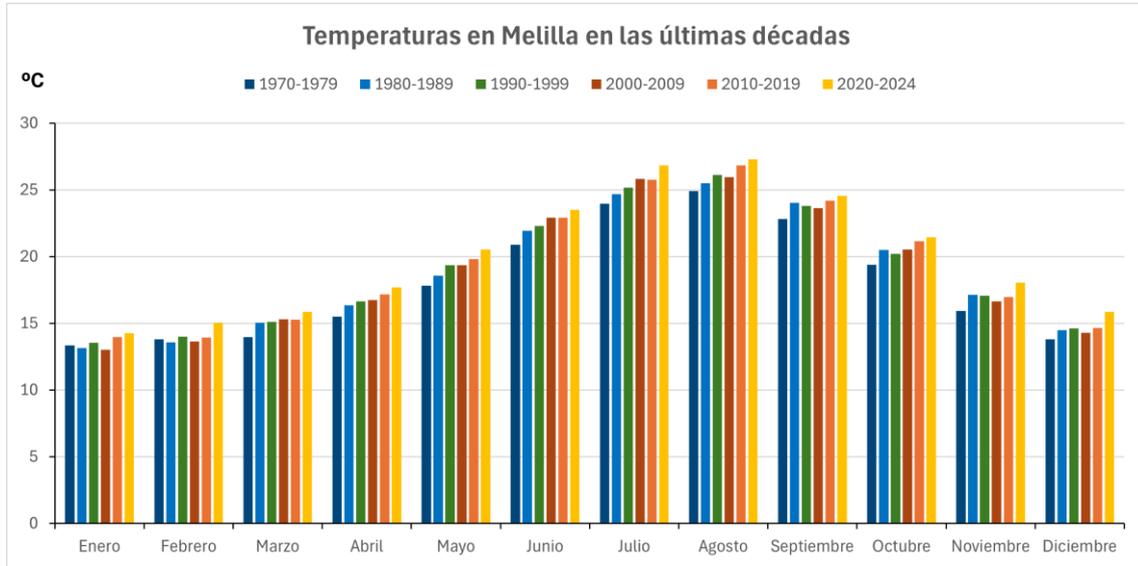


Figura 44. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Melilla, 1970-2024.

En Santa Cruz de Tenerife ([Figura 45](#)) el ascenso de las temperaturas ha sido constante desde 1970 en casi todos los meses, con un promedio de ascenso de 0,2 °C cada 10 años. En datos anteriores (1930-1960) no se aprecia dicho ascenso, por lo que se entiende que es un fenómeno más reciente. Entre las décadas de 1970-1979 y la actual el aumento de las temperaturas es de 1,8 °C.

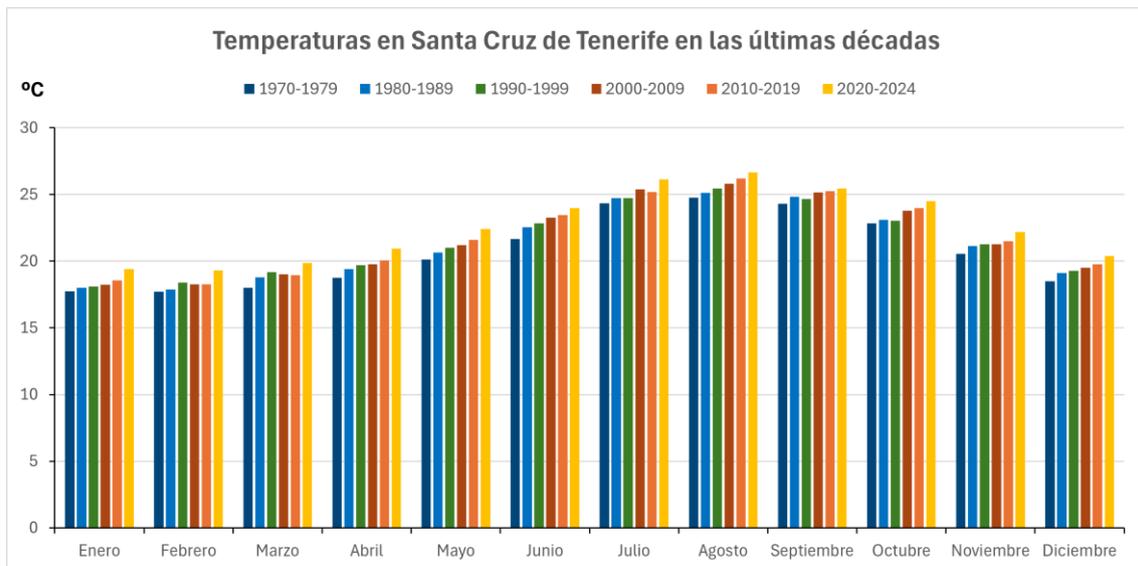


Figura 45. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Sta. Cruz de Tenerife, 1970-2024.

En Izaña (Figura 46), a pesar de que no se observa un claro ascenso escalonado en todos los meses, sí se aprecia un incremento paulatino de las temperaturas, con un promedio de 0,4 °C cada 10 años desde 1970-1979 hasta la década actual, que se traduce en un aumento total de 1,8 °C de media. Cabe resaltar que los mayores incrementos de temperatura se dan en 1980-1989, con 0,6 °C, y en 2020-2024, con 0,5 °C.

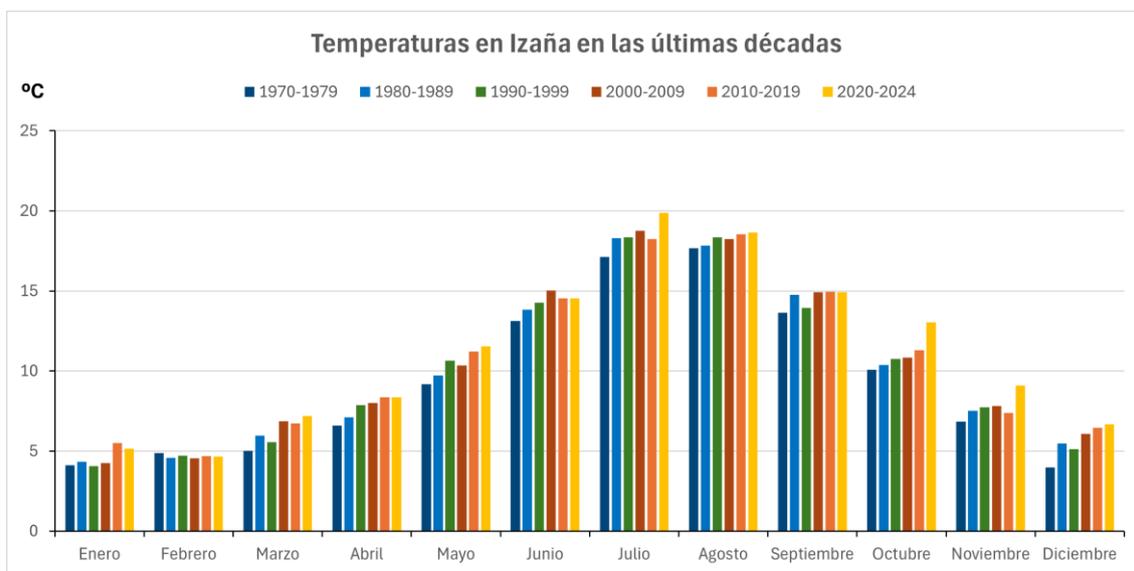


Figura 46. Evolución de las temperaturas medias mensuales, década a década, en Izaña, 1970-2024.

4.4. PROYECCIÓN DEL CLIMA EN ESPAÑA

De acuerdo con los resultados obtenidos entre 1970 y 2024, las temperaturas han experimentado un ascenso generalizado en las quince estaciones meteorológicas analizadas en el transecto norte-sur del territorio español (Figura 1 y Tabla 1). Dicho incremento térmico se ha producido de manera constante desde 1970, dejando lugares donde la temperatura media anual aumentó más de 2 °C, como son: León (Figura 34), con 2,1 °C; Valladolid (Figura 35), con 2,2 °C; Navacerrada (Figura 36), con 3,1 °C, que es donde más ha crecido; Madrid (Figura 37), con 2,4 °C; Getafe (Figura 38), con 2,7 °C; Ciudad Real (Figura 39), con 3,6 °C; Córdoba (Figura 40), con 2,2 °C; Sevilla (Figura 41), con 2,2 °C; y Melilla (Figura 44), con 2,1 °C.

Las zonas de montaña, como Navacerrada (Figura 36), han experimentado un aumento notable en la amplitud térmica, incrementada

especialmente por el crecimiento de las temperaturas en 3 y 4 °C en los meses de julio y agosto respectivamente. Las temperaturas han aumentado desde 1970 en todos los meses con una media por década de 0,6 °C sobre la anterior, incluyendo aquellos meses que originalmente registraban valores por debajo de 0 °C, como en enero y febrero. Por su parte, en las zonas costeras se constata que el aumento de las temperaturas es más comedido, especialmente en Tarifa (Figura 43), con 0,7 °C más en la actualidad que en 1970, así como en Asturias, donde las estaciones de Avilés (Figura 32) y Oviedo/Uviéu (Figura 33) registraron un aumento de 1,8 °C en la serie estudiada, el mismo incremento experimentado en la Isla de Tenerife, tanto en Santa Cruz como en Izaña.

Por otro lado, las precipitaciones muestran una tendencia hacia el desequilibrio entre estaciones, con menores precipitaciones a finales de la primavera y principios de verano respecto al otoño y el invierno. A diferencia de las temperaturas, no se puede ver un claro descenso década a década, pero sí que se observa una bajada generalizada en algunos meses de la primavera y el verano, como, por ejemplo, en Avilés (Figura 17) y Navacerrada (Figura 21), donde, dentro de lo caótico de la distribución de las lluvias, se denota un descenso claro en los meses de mayo y julio principalmente, un fenómeno reincidente en muchas otras estaciones meteorológicas.

A partir de los resultados obtenidos, se puede dilucidar cual puede ser el futuro escenario climático que se presentará en España en las próximas décadas. De cara a las temperaturas se ha podido ver como desde la década de 1970-1979 hasta 2020-2024 el ascenso de las temperaturas ha sido constante y continuado en las 15 estaciones meteorológicas. Realizando la media de las temperaturas por década desde 1970 (Figura 47) se obtiene un ascenso medio de las temperaturas de 0,43 °C cada 10 años, donde las décadas de 1980-1989 y la actual 2020-2024 son las que más crecieron, con 0,6 °C. En la década de 1970-1979 la media era de 14 °C, mientras que, a día de hoy, en 2020-2024 es de 16,1 °C, que supone un incremento de 2,1 °C; si este crecimiento permaneciera constante en el tiempo, y no se acelera ni decrece, para la década de 2050-2059 se estima de un crecimiento de 1,3 °C respecto a la actualidad, ascendiendo hasta los 17,4 °C.

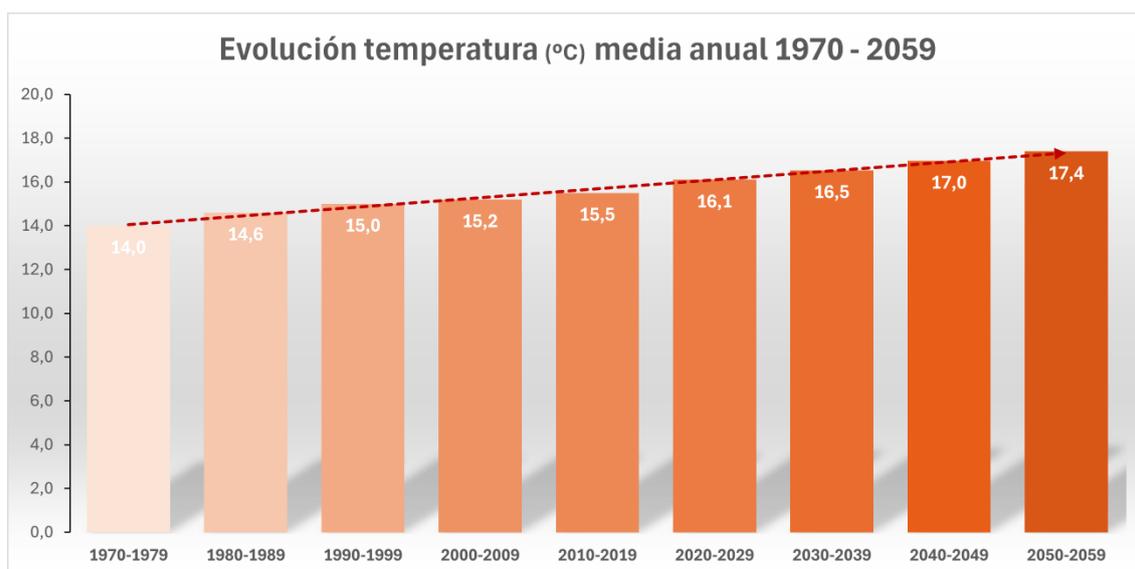


Figura 47. Evolución de la temperatura media anual en España, 1970-2059.

Respecto a las precipitaciones, si atendemos a las totales, no se ha encontrado ninguna evolución o cambio, al margen de que una década pueda ser más o menos húmeda. La variación que se ha identificado ha sido en la distribución de las precipitaciones anuales. Esta evolución atiende a una mayor concentración de precipitaciones en periodos más cortos, lo que puede ocasionar fenómenos de inundaciones de una manera más asidua, en cambio, en verano, donde las precipitaciones son menores, puede dar lugar a periodos de aridez más prolongados y en lugares donde nunca antes había acontecido, como en Oviedo/Uviéu (Figuras 3, 18 y 33), donde para el mes de julio de 2020-2024 se experimentó aridez, con valores de precipitación de 18 mm y temperaturas de 19,6 °C. Todo ello indica un cambio en los patrones de precipitación, donde la variabilidad y la irregularidad en la distribución de las lluvias se están volviendo más notorias.

V. DISCUSIÓN

El ascenso de las temperaturas experimentado desde 1970 hasta la actualidad, constante y generalizado, se encuentra respaldado por trabajos previos, como el realizado por Velázquez de Castro González (2005), quien, basándose en las tendencias recientes de las temperaturas, confirma un ascenso de las temperaturas desde mediados de la década de 1970. Este

fenómeno también es recogido en las proyecciones regionales de la Península Ibérica (Pérez *et al.*, 2010), donde para el siglo XXI, a partir de modelos regionales del clima, encontraron un notable aumento de la temperatura media estacional, especialmente en los meses de verano, con hasta 6 °C, y los mínimos en invierno, en torno a los 2-3 °C.

El crecimiento de las temperaturas también se encuentra respaldado por los trabajos de proyecciones climáticas, que apuntan a incremento generalizado durante los meses de verano en España (Mestre Guillén, 2014 y 2015), concordando con lo señalado en la comparación por décadas de las estaciones meteorológicas. Por otro lado, en dicho trabajo se señala que las zonas de menor aumento son las costeras, lo cual está en sintonía parcialmente con los datos obtenidos en este TFG; donde en Tarifa (Figura 43) el crecimiento de la media anual es de 0,7 °C, y la de Córdoba (Figura 40) es de 2,2 °C; en cambio, Avilés (Figura 32), ha sufrido un crecimiento de 1,8 °C, Melilla (Figura 44) de 2,1 °C, y Santa Cruz de Tenerife (Figura 45) de 1,8 °C, similar al crecimiento que encontramos en otras localizaciones como Oviedo/Uviéu (Figura 33) con 1,8 °C o León (Figura 34) con 2,1 °C; por tanto, no se ha encontrado una correlación directa entre las localizaciones costeras y un menor aumento de las temperaturas en todos los casos, aunque sí ligeramente atenuado.

Respecto a las precipitaciones, los resultados no dejan entrever una tendencia clara, aunque sí se ha observado cierta disminución de las lluvias en las últimas décadas en gran parte de las localizaciones, como también un reparto anual desigual de estas, siendo que, en los meses de finales de la primavera y principios de verano se pierden precipitaciones, en beneficio de los meses de otoño e invierno. Las proyecciones para la evolución de las precipitaciones (Mestre Guillén, 2015), al igual que en los resultados de este trabajo, no muestran propensión a ser constantes, y presentan una tendencia mayor al detrimento de las lluvias en latitudes más bajas, especialmente en los meses de verano; como se puede ver en Córdoba (Figura 25), donde las precipitaciones en 2020-2024 han descendido a 427 mm, por debajo de la media que son 534 mm.

El aumento generalizado de las temperaturas va acompañado de un incremento en la variación mes a mes de las precipitaciones, lo que se traduce

en un descenso de las lluvias durante finales de primavera y principios de verano, y un aumento durante los meses de otoño e invierno. Dicho fenómeno es especialmente visible en lugares como Avilés (Figura 17) y Navacerrada (Figura 21). Y su mayor variabilidad contribuye al aumento de la aridez, extendiendo estos periodos o haciéndolos aparecer en regiones donde no estaban patentes a lo largo del año. Según los análisis de proyecciones regionales (Pérez *et al.*, 2010), existe una tendencia hacia condiciones de mayor aridez en gran parte de la Península Ibérica, incrementando la probabilidad de episodios meteorológicos extremos, tanto en términos de abundancia como de escasez de precipitaciones. Este es el caso de Oviedo/Uviéu (Figura 18), donde históricamente no se experimenta aridez, pero que con el ascenso de las temperaturas medias en 1,8 °C desde 1970-1979 hasta la década actual, sumado a la variación intermensual de las precipitaciones, da como resultado la aparición de julio como un mes árido en 2020-2024. Cabe destacar que el incremento de la aridez no es el resultado de un detrimento de las precipitaciones anuales, puesto que para 2020-2024 la media anual en Oviedo/Uviéu es de 1038 mm, superior a lo que podemos encontrar entre 1980 y el 2009. En cambio, lo que sí es reseñable es la fluctuación en la cantidad pluviométrica entre meses, resultando en que, en esta última década, junio obtuvo el máximo con 109 mm desde 1970, y al mes siguiente se obtuvo el mínimo para el mes de julio con 18 mm.

El aumento de las temperaturas y la variación en las precipitaciones, recogido en todas las estaciones meteorológicas, supone el incremento de sucesos directamente relacionados como: olas de calor, sequías, inundaciones, escasez de nieve y otros sucesos indirectos como los incendios. De acuerdo con los estudios realizados por la AEMET sobre las olas de calor (AEMET, 2022a), si comparamos por décadas, obtendremos que los mayores valores corresponden a los años 2020-2022, que ostentan los mayores valores en la media de duración de las olas de calor, el número de provincias afectadas y en la anomalía de esta. Si bien no se encuentra un incremento paulatino de estos sucesos con el paso del tiempo, sí se puede decir que, hasta ahora, esta última década está siendo la de mayor magnitud registrada en la península. Coincidiendo con el incremento de las temperaturas entre 2020-2024, que es

una de las décadas donde más han crecido las temperaturas en verano, especialmente en el mes de julio.

Otro de los efectos visibles es el sufrido por el manto nival y los neveros ([Gallinar et al., 2022](#)), los cuales se ven reducidos o extinguidos prematuramente debido al aumento de las temperaturas y las precipitaciones irregulares, tal y como se ha constatado en el presente TFG. Esto conlleva un peligro para las reservas de los acuíferos, que encuentran en la nieve, especialmente la estival, un modo de subsistir, lo que puede afectar a las reservas hidrológicas y, por consiguiente, a las explotaciones agrícolas y ganaderas, así como para el consumo de agua en general.

El incremento de la estimación de riesgo de incendios ([Moreno, 2007](#)) es otro indicador del aumento de los meses de aridez, y por ende de la subida de temperaturas y el cambio en las precipitaciones a lo largo del año. Junto con el FWI (Fire Weather Index), las inundaciones ([Benito, 2007](#)), se han incrementado, y han sufrido un cambio en su magnitud y frecuencia durante las últimas décadas a raíz de los cambios inequívocos que está sufriendo el clima.

En conclusión, los resultados de este TFG confirman y amplían las observaciones previas sobre la evolución climática en España. La comparación con otros estudios muestra una coherencia en las tendencias detectadas, y expande la información que se tenía sobre ellas.

VI. CONCLUSIONES

La investigación sobre la evolución del clima en España durante el último siglo revela tendencias claras en el aumento de la temperatura y cambios en los patrones de precipitación, alineándose con estudios previos y proyecciones globales sobre el cambio climático. Utilizando datos de quince estaciones meteorológicas a lo largo de un transecto norte-sur del país, se han identificado aumentos significativos en la temperatura media anual, así como variaciones en la precipitación anual e intermensual.

A partir de 1970 se ha experimentado un aumento constante de las temperaturas en todo el territorio nacional, con un incremento desde 1970-1979 hasta 2020-2024 de más de 2 °C sobre la media anual en la mayoría de las estaciones meteorológicas, alcanzando un aumento máximo de 3,6 °C en Ciudad Real. Además, durante los meses de julio y agosto, es significativo el incremento de las temperaturas, especialmente durante la última década. Por regla general, lo que se encuentra durante casi todos los meses es un crecimiento paulatino y escalonado de las temperaturas desde la década de 1970-1979 hasta 2020-2024, descartando los meses de enero y febrero donde mayormente las temperaturas se mantienen estables o con sutiles ascensos a lo largo del tiempo.

Las precipitaciones muestran mayormente un cambio en la distribución de las lluvias a lo largo del año, manteniéndose más constante en la década de 1970-1979, y conforme nos acercamos hacia 2020-2024, se denota un decrecimiento en las precipitaciones en los meses finales de la primavera y principios del verano, y el crecimiento pluviométrico en meses de otoño e invierno. Respecto a las precipitaciones anuales totales, si bien se ha detectado una disminución de las mismas en algunas de las estaciones meteorológicas, no supone una regla general y se descarta la hipótesis de algún tipo de disminución generalizada a nivel nacional.

En concordancia con los resultados, las zonas de montaña han experimentado un aumento en la amplitud térmica y a su vez se han elevado las temperaturas de todos los meses respecto a 1970-1979, dejando en números positivos todos los meses que originalmente se encontraban por debajo de 0 °C. Por otro lado, en las zonas costeras, contrario a lo que se refleja en otros

trabajos, no se puede afirmar fehacientemente la disminución del aumento de las temperaturas respecto a las del interior, puesto que no se ha visto una correlación directa en las diferentes localizaciones.

Por último, se ha podido constatar el crecimiento e instauración de meses con aridez, especialmente durante los meses de verano, incluso en las localizaciones donde históricamente no se han tenido registros de su existencia. Esto se debe al especial incremento de las temperaturas en verano y a la disminución de las precipitaciones durante este mismo periodo.

En resumen, los resultados de este TFG respaldan la evidencia acumulada sobre la evolución climática en España y subrayan la urgencia de tomar medidas para enfrentar este desafío nacional. La coherencia de los resultados con otros estudios similares refuerza la necesidad de acciones coordinadas para mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a ellos de manera efectiva. La investigación debe continuar con el fin de poder evitar daños y prever los diferentes escenarios futuros que puedan surgir.

VII. REFERENCIAS

- AEMET, A. D. M. (2022a). *Olas de calor en España desde 1975*. Área de Climatología y Aplicaciones Operativas. https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olascalor
- AEMET, A. D. M. (2022b). *Olas de frío en España desde 1975*. Área de Climatología y Aplicaciones Operativas. https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olas_frio
- AEMET, A. D. M. (2022c). *Informe sobre el Estado del clima de España 2021*. Informe Completo. <https://doi.org/10.31978/666-22-007-5>
- Álvarez Santacoloma, A., Ferreiro Lera, G. B., González Pérez, A., Penas Merino, Á., & Río González, S. D. (2022). Caracterización bioclimática del Principado de Asturias.
- Amblar, M. P., Casado Calle, M. J., Pastor Saavedra, M. A., Ramos Calzado, P., & Rodríguez Camino, E. (2017). Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR5. <https://dx.doi.org/10.31978/014-17-010-8>
- Andrade, J. L. A. (1995). El cambio climático y los montes españoles. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 2, 35-64.
- Benito, G. (2007). Riesgo de inundaciones: Tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el Cambio Climático.
- Brunet, M., Casado Calle, M. J., Castro, M. D., Galán, P., López Díaz, J. A., Martín Herreros, J. M., ... & Torres, L. (2009). Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España.
- Castro, M. D., Martín-Vide, J., & Alonso Oroza, S. (2005). El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. DIGITAL.CSIC.
- Chazarra-Bernabé, A., Lorenzo Mariño, B., Rodríguez Ballesteros, C., & Botey, M. R. (2020a). Análisis de las temperaturas en España en el periodo 1961-2018. *Volumen 1. Rejillas mensuales de temperatura 1961-2018*. <https://dx.doi.org/10.31978/666-20-003-4>

- Chazarra-Bernabé, A., Lorenzo Mariño, B., Rodríguez Ballesteros, C., & Botey, M. R. (2020b). Análisis de las temperaturas en España en el periodo 1961-2018. *Volumen 2. Series de temperaturas medias en España a partir de estaciones de referencia*.
- Cordero, G. D. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*, 37(2), 227-240. <https://doi.org/10.22206/cys.2012.v37i2.pp227-240>
- del Campo, R., Hervella, B., & Luna, M. Y. (2021). Efectos observados y previstos del cambio climático en España. Es momento de actuar. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 130, 16-25.
- Fernández Carrasco, P. (2002). Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos: Aplicación en diecinueve pequeñas cuencas en España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.140>
- Fernández, J. L. U. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50, 71-98.
- Gallinar, D., Ruiz Fernández, J., & García Hernández, C. (2022). La nieve en el Macizo de las Ubiñas (Montañas Cantábricas) y sus implicaciones geomorfológicas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 93. <https://doi.org/10.21138/bage.3224>
- González-Zeas, D., Garrote, L., & Iglesias, A. (2013). Análisis hidrológico de los escenarios de cambio climático en España. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 11, 29-41.
- Gutiérrez Rubio, D. (2022). Los récords de frío tras la borrasca Filomena y el calentamiento global.
- Gutiérrez, J. M., & Pons, M. R. (2006). Modelización numérica del cambio climático: bases científicas, incertidumbres y proyecciones para la Península Ibérica. *Cuaternario y Geomorfología*, 20(3-4), 15-28.
- Lerma Moreno, J. R. (2021). *El clima en España*.
- Lopera Pareja, E. H. (2017). ¿Esto es por el cambio climático? Los fenómenos meteorológicos extremos en la prensa española (2000-2010): ocurrencia y atención mediática. *Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación*

- Social "Disertaciones", 10(2), 79-103.*
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.4630>
- Martínez Santos, P., Castaño Castaño, S., Santisteban Navarro, J. I., Martínez Alfaro, P. E., Mediavilla, R., & López Pamo, J. E. (2004). Evolución climática durante el último siglo (1904-2002) en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (Ciudad Real).
- Mestre Guillén, I. (2014). Proyecciones integradas de cambio climático sobre España en el siglo XXI.
- Mestre Guillén, I., Casado Calle, M. J., & Rodríguez Camino, E. (2015). Tendencias observadas y proyecciones de cambio climático sobre España.
- Molina, J. J. C. (1995). Aumento de la variabilidad climática en España. *Papeles de Geografía*, 21, 41-58.
- Morata Gasca, A. (2014). Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4.
<https://dx.doi.org/10.31978/281-14-002-7>
- Moreno, J. M. (2007). Cambio global e incendios forestales: una visión desde España. En 4a Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Sevilla 2007.
- Moreno, J. M., Álvarez Cobelas, M., Benito, G., Catalán, J., Ramos, M., Rosa, D. D. L., ... & Zazo, C. (2005). Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.
- Olcina Cantos, J. (2009). Cambio climático y riesgos climáticos en España. *Investigaciones Geográficas*, 49, 197-220.
<https://doi.org/10.14198/INGEO2009.49.10>
- Penas Merino, Á. (2022). Discurso de ingreso como Académico Correspondiente. El cambio climático en España: Posibles efectos. Real Academia de Farmacia de Galicia, Santiago de Compostela, Galicia, España.
- Pérez, F. F., Boscolo, R., Bladé, I., Cacho, I., Castro-Díez, Y., Gomis, D., González-Sampériz, P., Míguez-Macho, G., Rodríguez-Fonseca, B.,

- Rodríguez-Puebla, C., Sánchez, E., Sotillo, M. G., Valero-Garcés, B. L., & Vargas-Yáñez, M. (2010). Clima en España: pasado, presente y futuro. Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional. DIGITAL.CSIC.
- Porrúa, M. E. (2001). Cambio climático global: causas y consecuencias. *Rev. Inf. y análisis*, 1, 7-17.
- Prats, J. M. C., Vicente-Serrano, S. M., & Sánchez, M. A. S. (2005). Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España): La Isla de Calor y sus factores condicionantes. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, 311-328.
- Rodríguez Camino, E. (2009). Cambio climático en España: lo que hace AEMET.
- Rubio, J. M. V. (2013). El clima de la Tierra a lo largo de la Historia. In Clima, naturaleza y desastre: España e Hispanoamérica durante la Edad Moderna (pp. 225-240). Servicio de Publicaciones = Servei de Publicacions.
- Sala, J. Q., Chiva, E. M., & Barberá, J. E. (2009). El cambio climático en las regiones de Valencia y Murcia: la sombra analítica de un auténtico "Troyano". *Investigaciones Geográficas (España)*, 49, 109-127. <https://doi.org/10.14198/INGEO2009.49.06>
- Uriarte, A. (2010). Historia del clima de la Tierra. *Herbogeminis*.
- Velázquez de Castro González, F. (2005). Cambio climático y protocolo de Kioto. Ciencia y estrategias: Compromisos para España. *Revista Española de Salud Pública*, 79, 191-201. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200007>
- Verde, R. F. (2014). Detección del cambio climático en España. Una investigación con alumnos de bachillerato en La Rioja. *Zubía*, 32, 103-132.
- Vide, J. M. (2021). Cambio climático en España: Realidades. In Cambio climático en el Mediterráneo: procesos, riesgos y políticas (pp. 75-86). Tirant Humanidades.
- Viso, A. M. (2014). Dilemata del cambio climático. *Dilemata*, 15, 23-31.