

II SIMPOSIO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

# Distribución espacial de los contaminantes atmosféricos en Madrid durante episodios de olas de calor

Covadonga Galán Fernández

Madrid, 14 junio 2023



Tutores:  
Carlos Odóñez García  
David Barriopedro Cepero



# *Objetivos de Desarrollo Sostenible*

## *Sostenible*

ODS11: “Ciudades y comunidades sostenibles”

ODS13: “Acción por el clima”





INTRODUCCIÓN



OBJETIVOS,  
DATOS Y  
METODOLOGÍA



RESULTADOS



CONCLUSIONES

# 1. Introducción

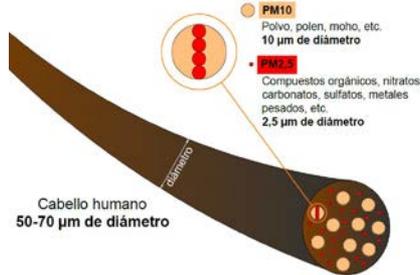


# 1. Introducción

NO<sub>2</sub>



O<sub>3</sub>



Partículas en  
suspensión  
PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>

La contaminación atmosférica preocupa

Emisiones antropogénicas del tráfico o industria

Exposición elevada → efectos negativos en la salud

Es vital tomar medidas

# 1. Introducción

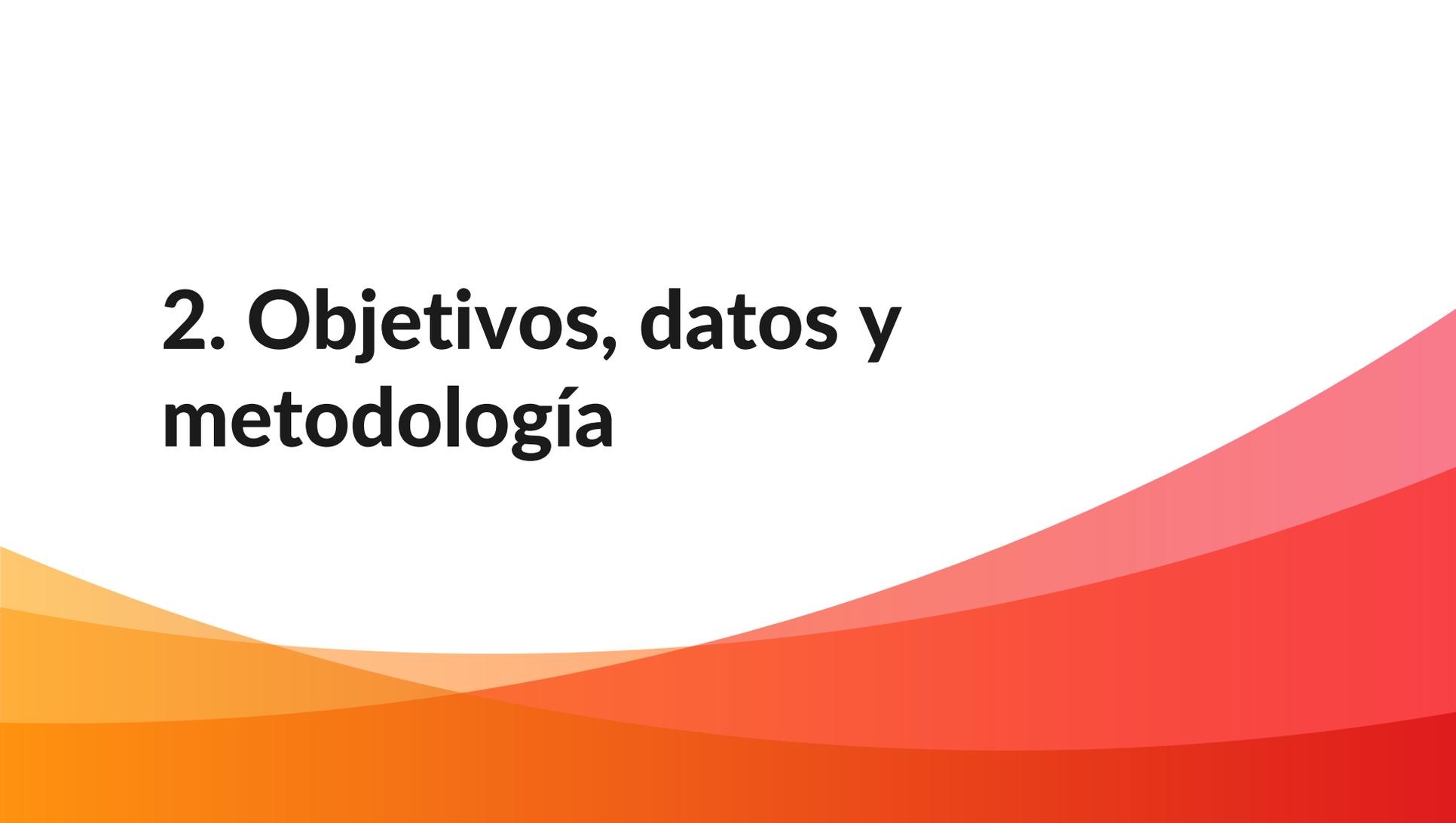
Las olas de calor se han vuelto más frecuentes debido al calentamiento global antropogénico



Aumento de condiciones meteorológicas favorables para episodios de contaminación

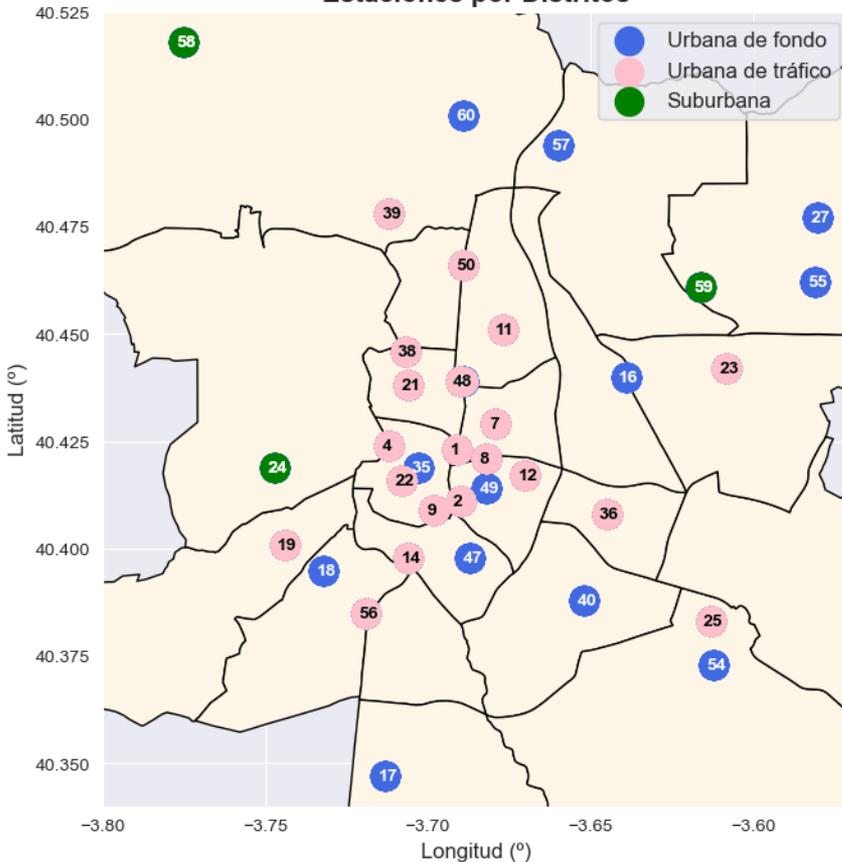


## **2. Objetivos, datos y metodología**



## 2. Objetivos, datos y metodología

Estaciones por Distritos



Concentraciones promedio diarias

NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en los veranos meteorológicos:

2001 – 2022



Portal de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid

Estudiar la relación entre la temperatura y distintas variables meteorológicas con las concentraciones de los contaminantes

ApS: "Impactos del Cambio Climático en los barrios de Madrid"

## 2. Objetivos, datos y metodología

Determinar la distribución espacial de las concentraciones



- La concentración media en verano
- La anomalía durante cada episodio de ola de calor
  - Concentración media diaria durante la ola de calor - valor de referencia

Examinar las series temporales de los contaminantes



- Tendencias en las emisiones
- Probabilidad de excedencia de los umbrales basados en promedios diarios
  - PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>)
  - PM<sub>2.5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>)

Comprender el efecto en las concentraciones de distintas variables



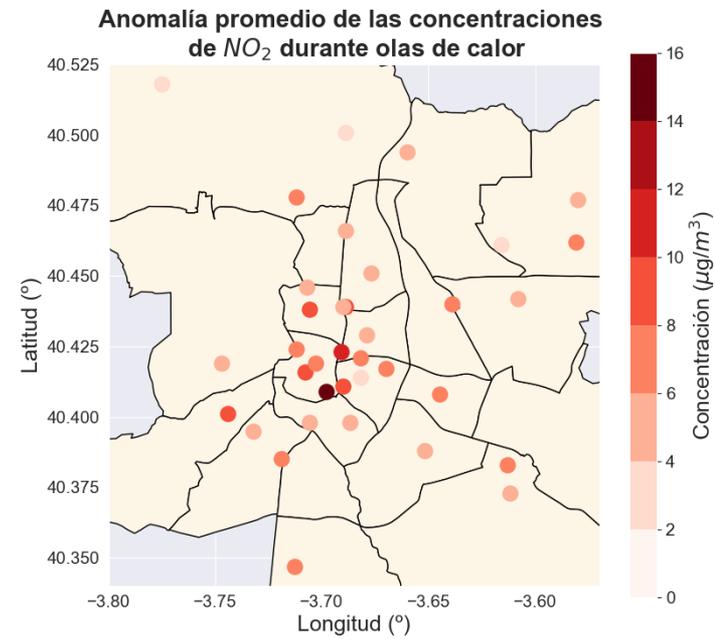
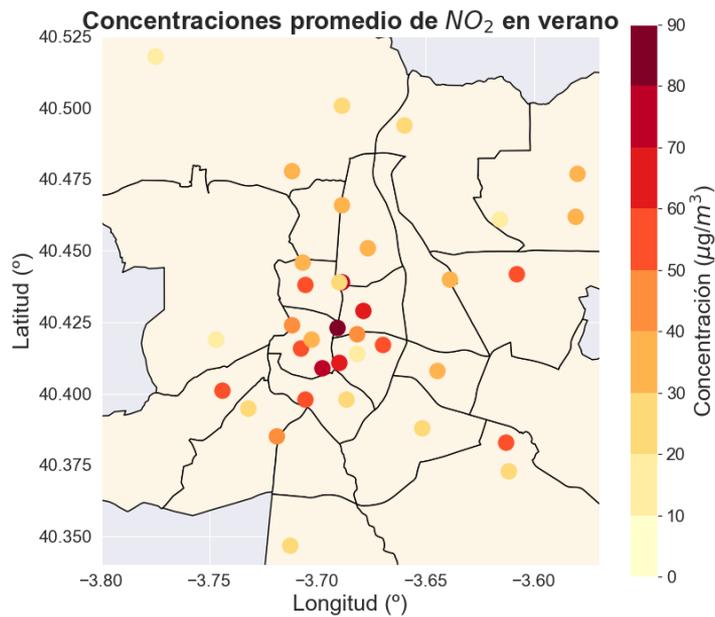
- Series temporales de la estación Madrid-Retiro
- Respuesta no lineal → modelos GAM

$$Y = a + s_1(A_1) + s_2(A_2) + \dots +$$

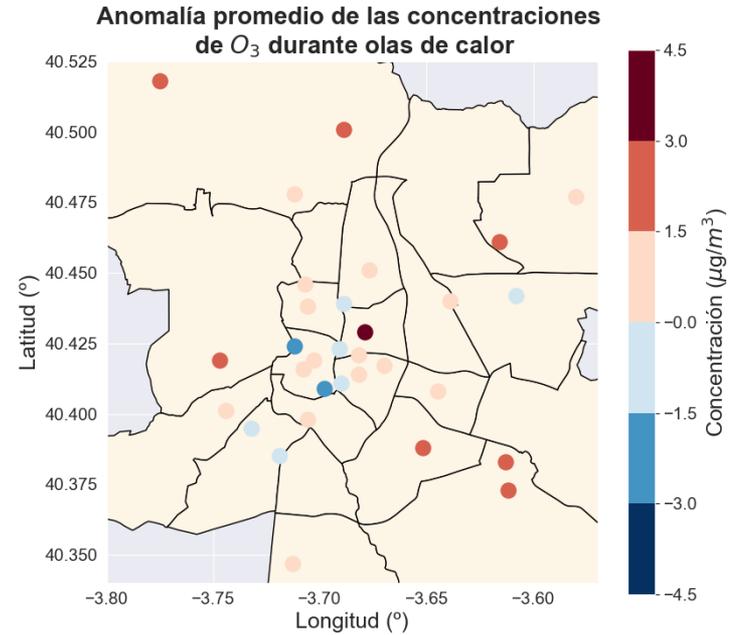
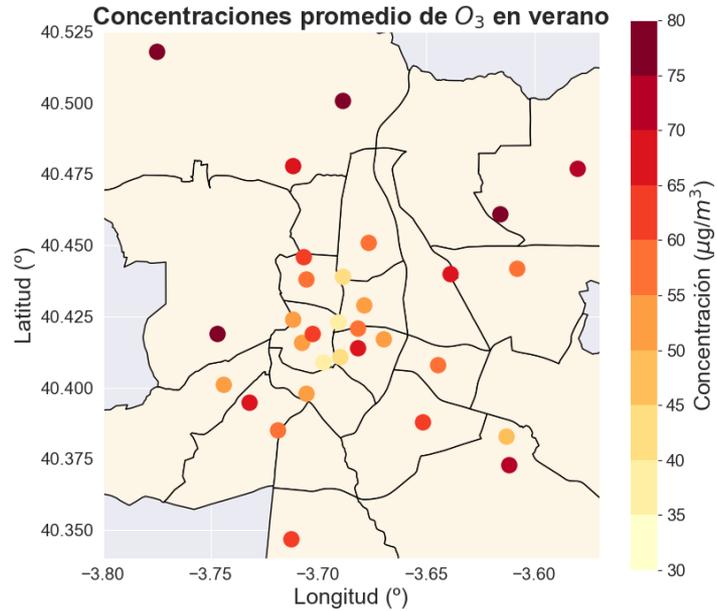
# 3. Resultados

- 3.1. Distribuciones espaciales
- 3.2. Series temporales
- 3.3. Modelos estadísticos

# 3.1 Resultados: Distribuciones espaciales

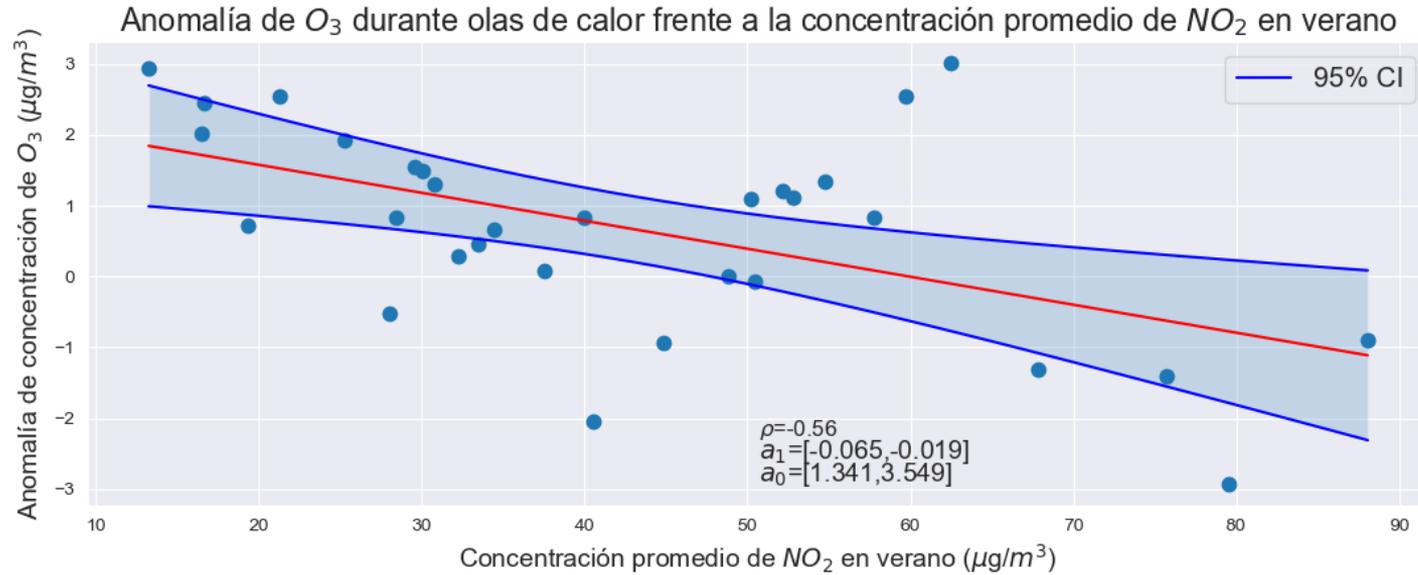


# 3.1 Resultados: Distribuciones espaciales



# 3.1 Resultados: Distribuciones espaciales

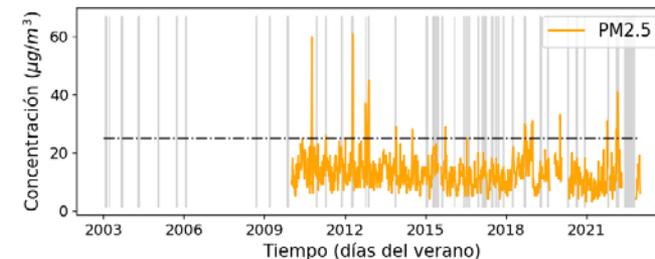
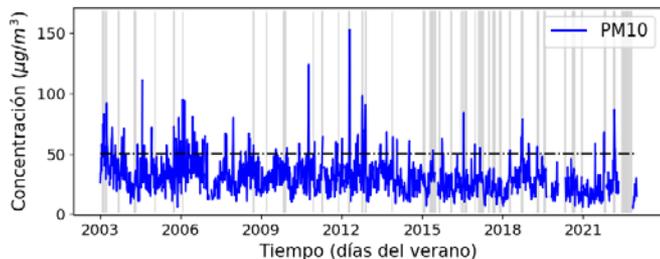
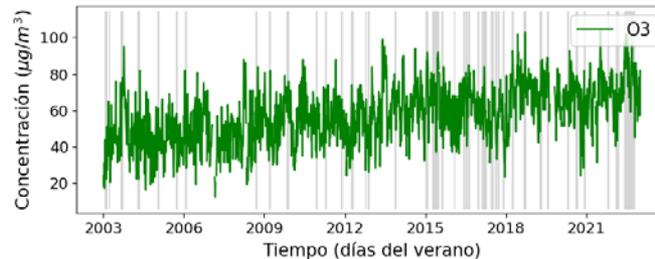
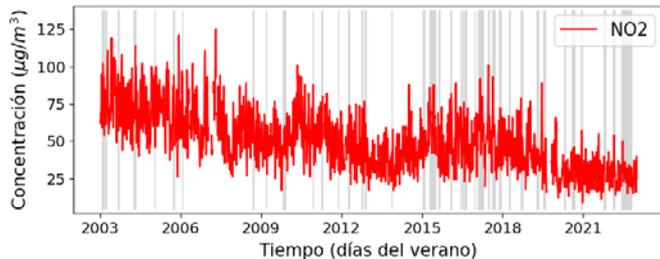
## Regresión lineal simple



## 3.2 Resultados: Series temporales

1. Episodios de contaminación en situaciones con/sin ola de calor
2. Tendencias a largo plazo

**Series temporales de las concentraciones diarias en verano.  
Estación 8. Periodo : 2003-2022**



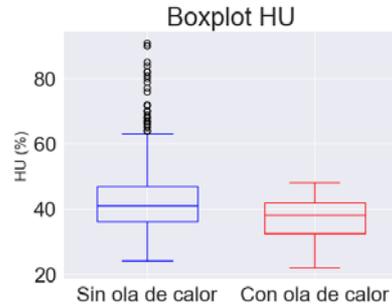
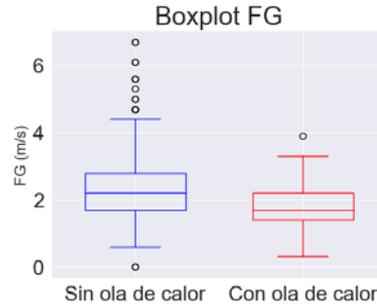
Escuelas Aguirre

## 3.2 Resultados: Series temporales

Escuelas Aguirre	Ola calor (%)		No ola calor(%)	
	2003-2009	2010-2022	2003-2009	2010-2022
PM10	25	17	13	3
PM25	-	13	-	2

- Menor probabilidad en el segundo período y mayor en olas de calor
- En la actualidad hay una probabilidad muy pequeña de exceder los umbrales en condiciones normales
- Las olas de calor **no** son una condición necesaria para episodios de contaminación

## 3.2 Resultados: Modelos estadísticos



- Influencia de la meteorología en las concentraciones mediante el uso de modelos estadísticos
- Son condiciones favorables para la acumulación de contaminantes
- Evaluar el papel relativo de la temperatura frente al de otras variables
- Construcción de modelos GAM

## 3.2 Resultados: Modelos estadísticos

Modelo NO <sub>2</sub>	Var expl. (%)
$\sim s(TG)$	5
$\sim s(TG) + s(FG) + s(HU) + s(SS)$ $+ \text{factor(año)}$	62

Escuelas Aguirre

Modelo O <sub>3</sub>	Var expl. (%)
$\sim s(TG)$	9
$\sim s(TG) + s(PP) + s(HU) + s(SS)$ $+ s(NO_2) + \text{factor(año)}$	57

Es necesario tener en cuenta otras variables aparte de la temperatura

Las altas concentraciones en olas de calor podrían reflejar una combinación de anomalías en otras variables

Que las concentraciones dependan de otras variables distintas a la temperatura permite explicar los episodios de contaminación en días sin ola de calor

# 4. Conclusiones

The background features abstract, wavy shapes in shades of orange and red, creating a modern and dynamic aesthetic. The shapes are layered and semi-transparent, blending into each other.

Datos diarios de NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en verano (2001-2022) en Madrid

Durante olas de calor, las concentraciones aumentan (salvo O<sub>3</sub> en ciertas estaciones)

Descenso de las emisiones con los años

Las olas de calor son una condición favorable (pero no necesaria) para que se den episodios de contaminación

Las olas de calor aumentan la probabilidad de que ocurran episodios de contaminación

Los efectos se dan cuando ocurren a la vez que condiciones que favorecen su acumulación

# Referencias

[1] Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid: <https://cobcm.net/blog/aprobado-inicialmente-el-protocolo-de-contaminacion-por-dioxido-de-nitrogeno/>

[2] Gobierno de La Rioja: <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/ozono-troposferico>

[3] Portal de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid): <https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Contaminacion-atmosferica/Contaminantes/>

[4] Nius: [https://www.niusdiario.es/sociedad/el-tiempo/20220808/calor-esperamos-simultaneas-hemisferio-proximos\\_18\\_07184514.html](https://www.niusdiario.es/sociedad/el-tiempo/20220808/calor-esperamos-simultaneas-hemisferio-proximos_18_07184514.html)

II SIMPOSIO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

**Distribución espacial de los contaminantes atmosféricos  
en Madrid durante episodios de olas de calor**

**¡Muchas gracias por su atención!**

Covadonga Galán Fernández

Madrid, 14 junio 2023

Tutores:  
Carlos Odóñez García  
David Barriopedro Cepero

