

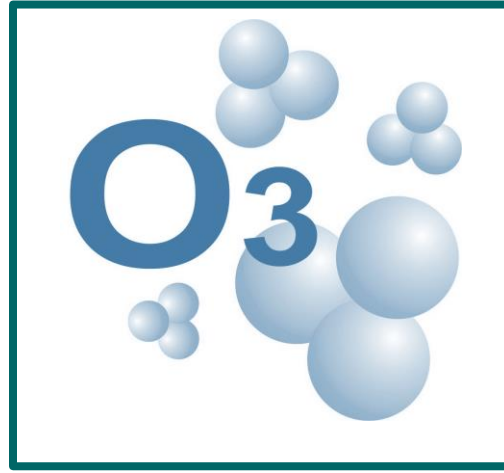
INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL
CURSO 2020-21

DOCTORADO EN
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE





Directores:

Jaime Javier Crespo Mira, Catedrático de Universidad

Sandra Caballero Domínguez, Titular de Universidad

Tutor: Montserrat Varea Morcillo

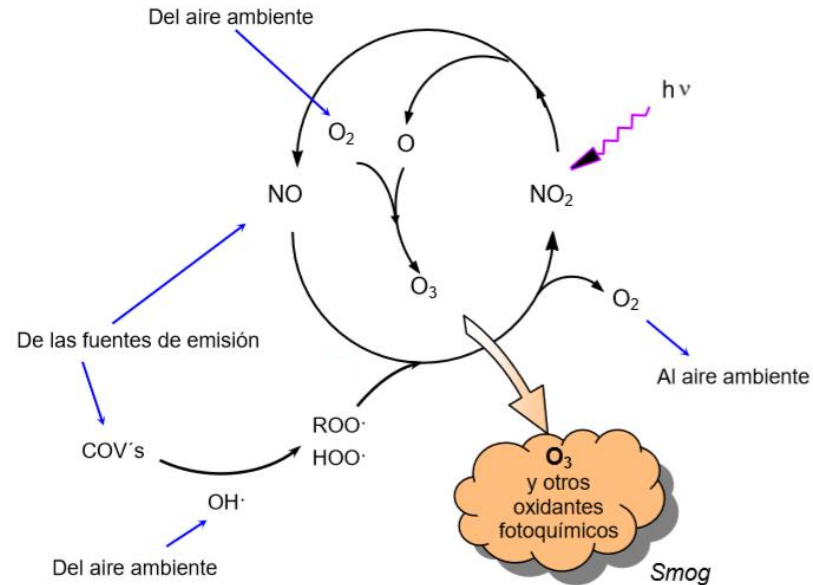
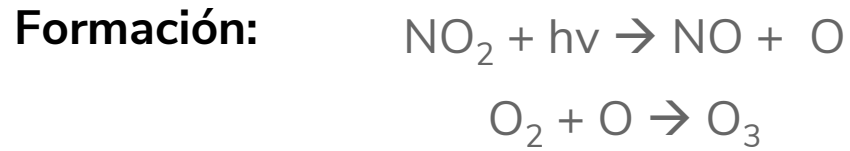
Departamento/Centro/Instituto: *"Programa de Doctorado en Medio Ambiente y Sostenibilidad",
Universidad Miguel Hernández de Elche*

NIVELES DE OZONO TROPOSFÉRICO:

EVOLUCIÓN HISTÓRICA
Y SITUACIÓN ACTUAL
EN EL SURESTE DE
ESPAÑA.



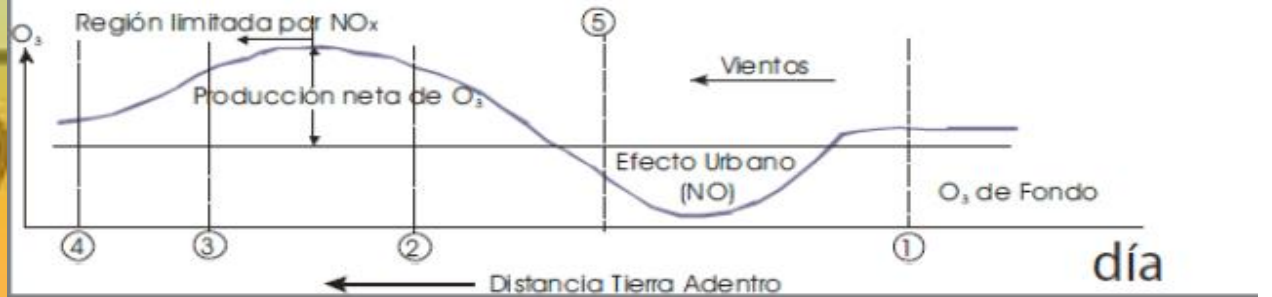
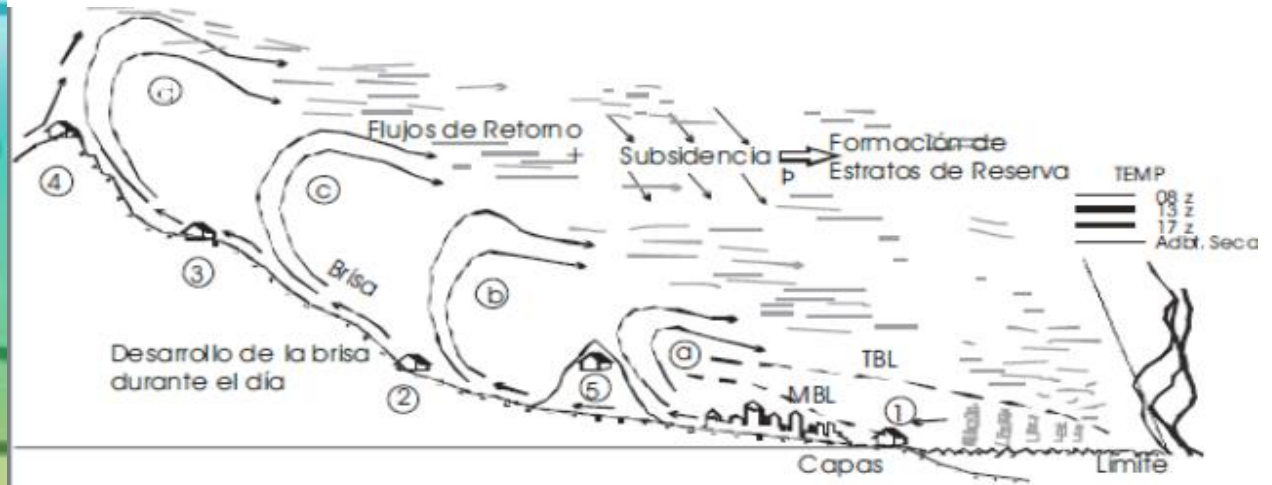
ESTADO DE LA CUESTIÓN:



ESTADO DE LA CUESTIÓN:

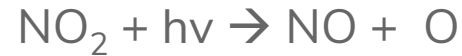
CUENCA MEDITERRÁNEA:

- Clima
- Orografía
- Factores humanos



ESTADO DE LA CUESTIÓN:

Formación:



Eliminación:

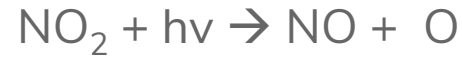


Comparativa de emisiones:



ESTADO DE LA CUESTIÓN:

Formación:



Eliminación:



Situación actual:

↓ NO_x emitidos = NO₂ + NO
Aumento ratio NO₂/NO

URBANO

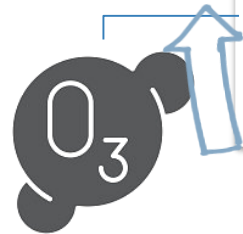
↓ NO, NO₂

COVs (tráfico)

RURAL

↓ NO, NO₂

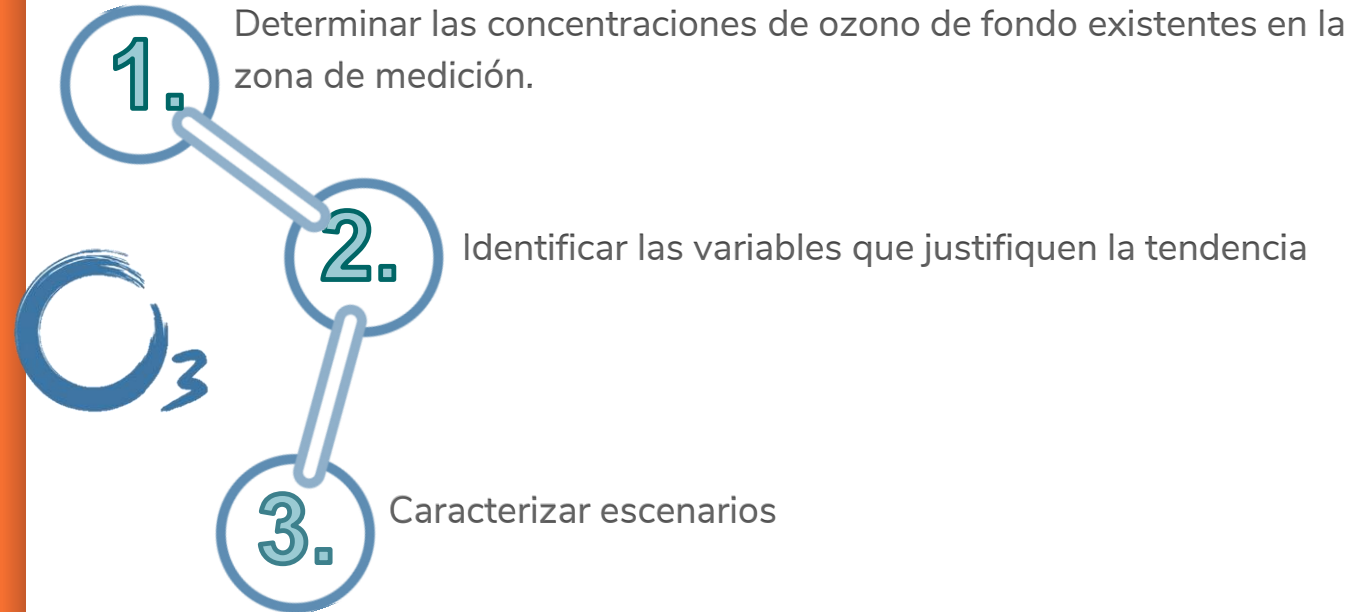
COVs (plantas)



FINALIDAD:

*En relación al **ozono troposférico**, se pretende analizar la variación en los niveles alcanzados en el sureste de España a lo largo de los últimos 20 años. Se observarán sus tendencias y se estudiará la implicación de diferentes variables.*

OBJETIVOS:

- 
1. Determinar las concentraciones de ozono de fondo existentes en la zona de medición.
2. Identificar las variables que justifiquen la tendencia
3. Caracterizar escenarios
- O3

*Para conseguir los objetivos, se empleará la base de datos de la **Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA)** de la Generalitat Valenciana.*

Red automática de control de la calidad del aire que cuenta con estaciones que efectúan mediciones en tiempo real.

RVCCA





PASOS:



Requisitos para selección de estaciones:

- Disposición representativa Comunidad Valenciana
- Disponibilidad de datos O₃ de (al menos) 10 años

DESCARGA DE DATOS HORARIOS HISTÓRICOS:

Hora	SO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	NO _x [µg/m ³]	NO [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	R.Sol. (W/m ²)	Pres. (mb)	Pre (l/m)
00	3	0,1	54	17	1	14	347	0,2	22	69	0	1013	0
01	3	0,1	52	13	1	11	265	0,5	21,2	70	0	1013	0
02	3	0,1	64	11	1	9	282	1,2	22,1	66	0	1013	0
03	4	0,1	81	4	1	2	268	1,3	23,7	40	0	1013	0
04	4	0,1	82	5	1	3	304	1,6	24,5	28	0	1012	0
05	4	0,1	79	5	1	3	152	1	23,3	29	0	1013	0
06	4	0,1	72	10	1	8	43	1,3	23,5	34	6	1013	0
07	4	0,1	69	15	1	13	60	1,7	22,7	72	88	1013	0

Parámetros meteorológicos:

velocidad(Veloc) y dirección del viento(Direc), humedad relativa(H Rel), radiación solar (R Sol), etc

Contaminantes:

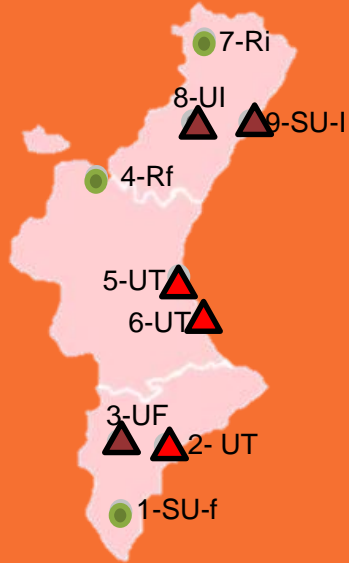
ozono (O₃)
Azufre (SO₂), el monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), los óxidos de nitrógeno totales (NO_x)el monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COVs)

A partir de las mediciones obtenidas se calcularán:

- ❖ Tendencias (día típico, variación estacional, semanal, etc.).
- ❖ Cumplimiento de los límites establecidos en la normativa vigente (RD 102/2011), referidos a la protección a la salud humana, información/alerta a la población y protección a la vegetación (cálculo de AOT40, promedio 8 horas, etc.).

Finalmente se utilizarán diversos software para correlación de variables y obtención de parámetros estadísticos.

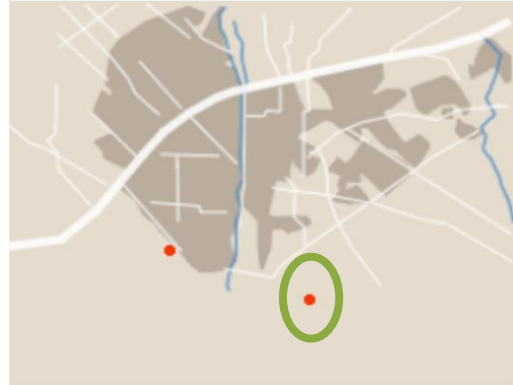
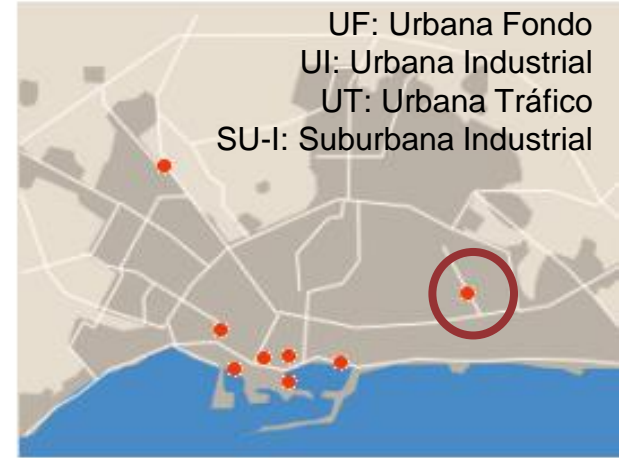
RESULTADOS: 1-Emplazamientos



9 Emplazamientos seleccionados (3 por provincia):

URBANO

- 2-El Pla (Alicante) -UT
- 3-Alcoy (Alicante) -UF
- 5-Pista de Silla (Valencia) -UT
- 6-Gandía (Valencia) -UT
- 8-L'Alcora (Castellón) -UI
- 9-Grau (Castellón) -SU-I



RURAL

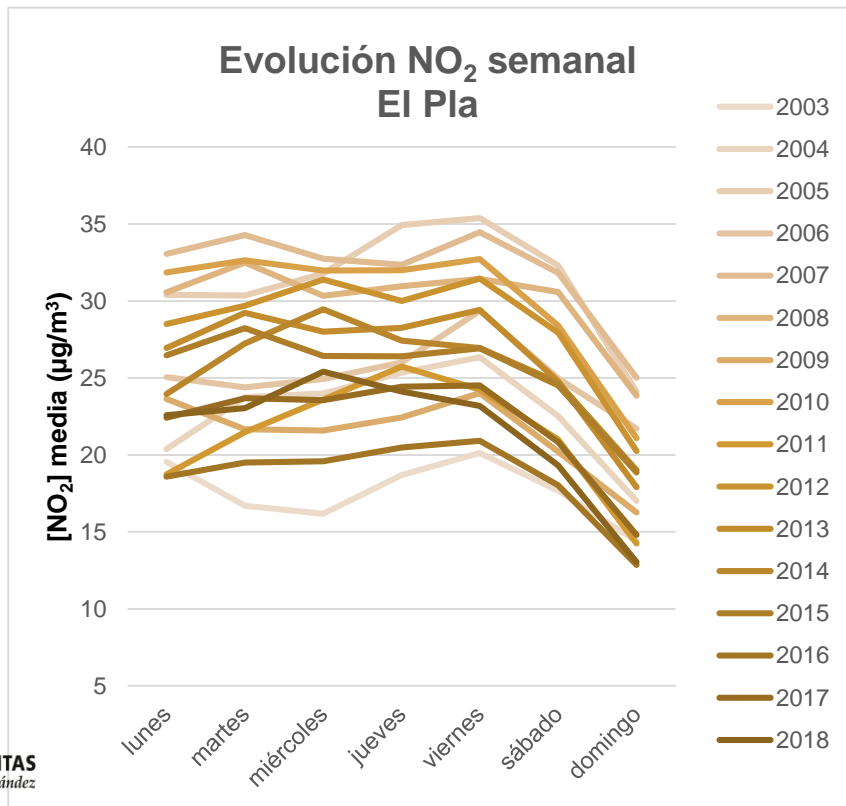
- 1-Agroalimentari (Alicante)
- 4-Villar del Arzobispo (Valencia)
- 7-Morella (Castellón)

RESULTADOS:

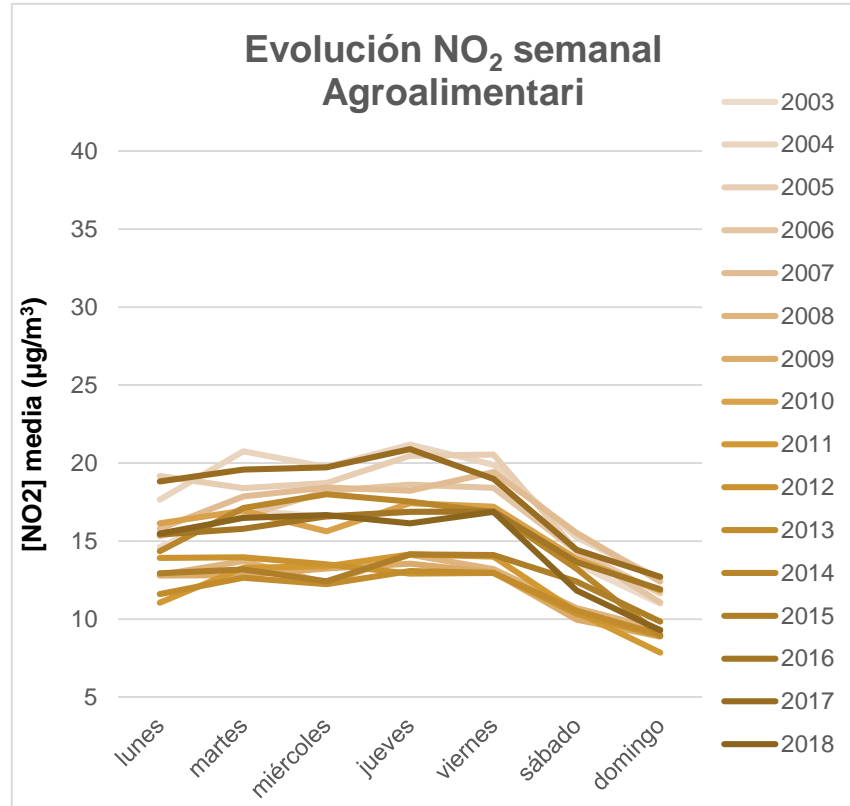
2-Tendencias generales

- $[NO_2]$ urbana > $[NO_2]$ rural (producción tráfico)
- $[NO_2]$ laborables > $[NO_2]$ fines de semana (producción tráfico)
- Reducción de $[NO_2]$ en zonas urbanas en los últimos años; no así zonas rurales.

Área Urbana



Área Rural

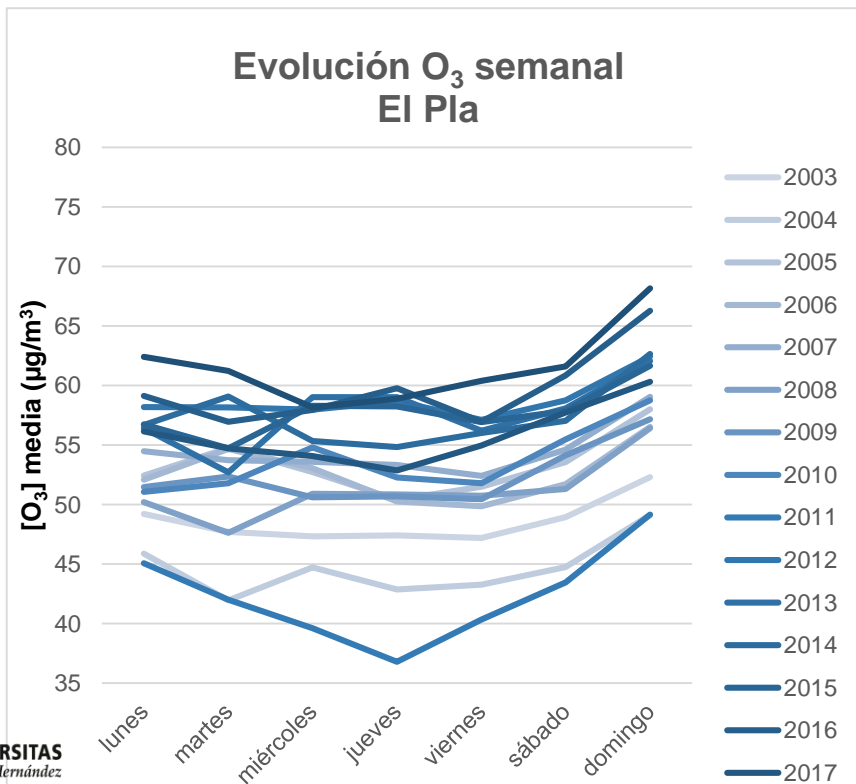


RESULTADOS:

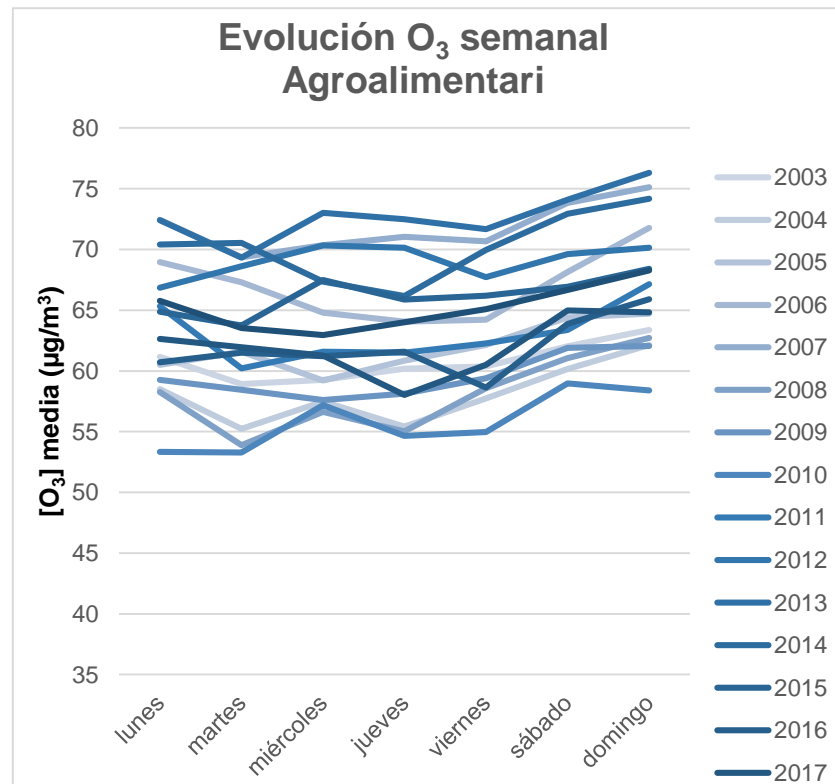
2-Tendencias generales

- $[O_3]$ urbana < $[O_3]$ rural
- Tendencia $[O_3]$ semanal opuesta a tendencia $[NO_2]$
- Aumento de $[O_3]$ en zonas urbanas en los últimos años; no así zonas rurales.

Área Urbana



Área Rural



RESULTADOS: 3-Tendencias por emplazamiento

Comparativa estaciones de las tendencias de contaminantes por estación (Mann-Kendall test)

↑ Tendencia ascendente
↓ Tendencia descendente
= Sin cambios
+, *, ** significación estadística

Estación	Tipo	Promedio SO2	Promedio PST	Promedio CO	Promedio NO	Promedio NO ₂	Promedio NOx	Promedio O ₃	Promedio Vel	Promedio Temp	Promedio H.Rel	Promedio Presión	Promedio R.Sol	Promedio precipit	Max NO	Max NO ₂	Max NOx	Max O ₃	Max Vel	Max Temp	Max H.Rel	Max R Sol	Max Precipit	Promedio 8h media	Promedio 8h máximos	AOT 40 media	AOT 40 máximos	Superaciones 120	Media 5 años AOT40
1-Agroalimentari	Suburbana fondo	=	=	↓**	↓**	=	↓*	=	=	↑**	↑*	=	↑+	=	↓+	=	=	=	↓*	=	↑**	=	=	=	=	↓**			
2-Pla	Urbana tráfico	↓**	↑*	↓**	↓**	=	↓**	↑***	/	/	/	/	/	/	=	↓+	↓+	↑*	/	/	/	/	/	↑***	=	=	=		
3-Alcoy	Urbana fondo	.	=	↓***	↓**	↓**	↓**	=	/	/	/	/	/	/	↓***	↓+	↓**	=	/	/	/	/	/	↑+	↓***	=	↓**	↑***	
4-Villar	Rural fondo	↓+	.	.	↓*	↓+	↓*	=	=	=	?	↑+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	.	=	=	=	=	↑**		
5-Silla	Urbana tráfico	=	↑*	↓***	↓**	↓***	↓***	↑**	↓***	=	↑*	=	↑*	.	↓***	↓**	↓***	↑**	↓*	=	↑+	.	.	↑**	↑**	=	=	↑*	
6-Gandía	Urbana tráfico	=	=	↓***	↓***	↓+	↓***	↑**	/	/	/	/	/	/	↓***	=	↓*	=	/	/	/	/	/	↑**	↓*	=	↓*	↑+	
7-Morella	Rural Industrial	↓*	.	.	↓**	↓**	↓*	=	=	↑*	=	*?	↑***	↓+	↓***?	↓*?	↓***?	=	=	=	*?	↑**	↓*	=	=	=	↓*		
8-Lalcora	Urbana industrial	=	.	↓+	↓*	↓*	=	=	/	/	/	/	/	/	↓**	↓+	↓**	↓*	/	/	/	/	.	=	↓*	↓**	↓**	↓*	
9-Grau	Suburbana industrial/ puerto	↓**	↓*	↓**	↓***	↓***	↓***	=	/	↑+	=	.	↑***	=	↓*	↓*	↓*	=	/	↑*	.	↑*	.	=	=	↓*	↓*	↓*	

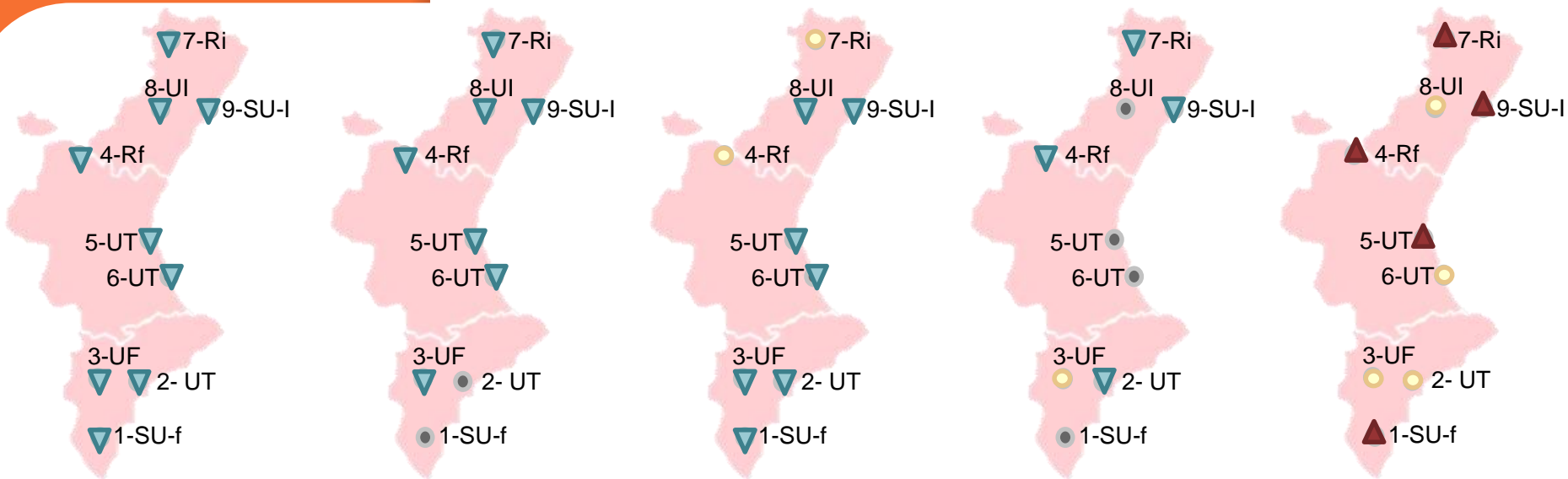
RESULTADOS: 3-Tendencias por emplazamiento

Resumen resultados tendencias

(Mann-Kendall)_ **precursores**

Reducción estadísticamente significativa de contaminantes precursores en **zonas rurales y urbanas**.

- ▲ Aumento
- ▼ Descenso
- Sin cambios
- Sin datos



NO

NO2

CO

SO2

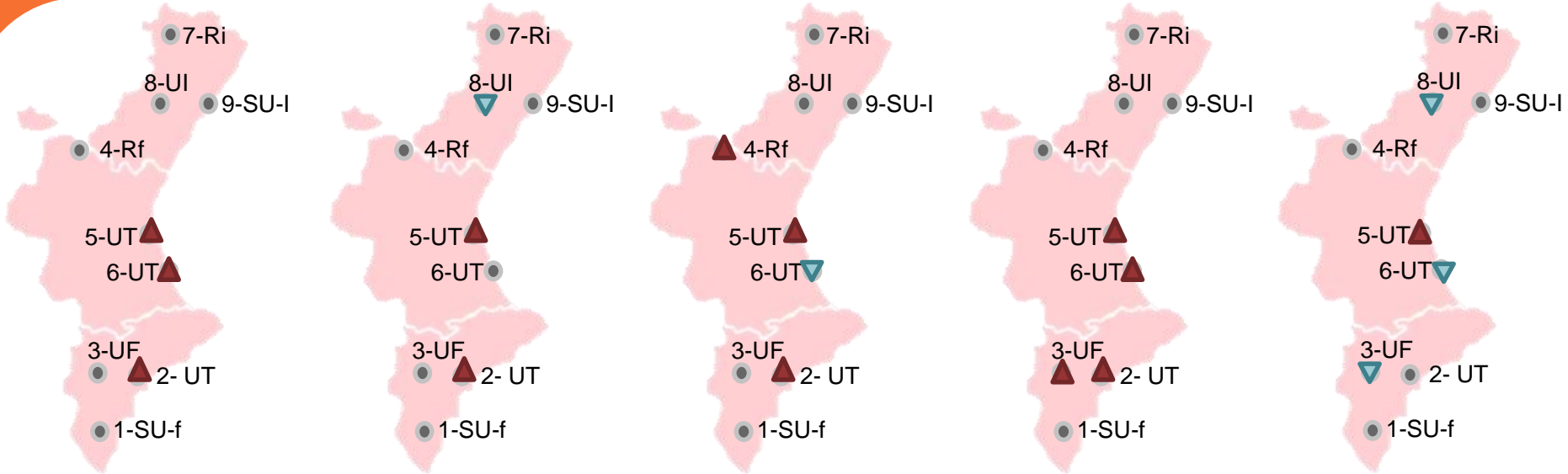
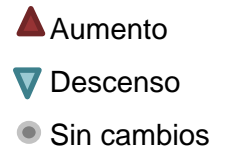
RSolar

RESULTADOS: 3-Tendencias por emplazamiento

Resumen resultados tendencias

(Mann-Kendall)_ **OZONO**

- **No se encuentran tendencias** estadísticamente significativa de ozono en **zonas rurales**.
- **Aumento** estadísticamente significativo de ozono en **estaciones urbanas tráfico**.



Promedio O₃

Max O₃

Min O₃

Promedio 8h O₃

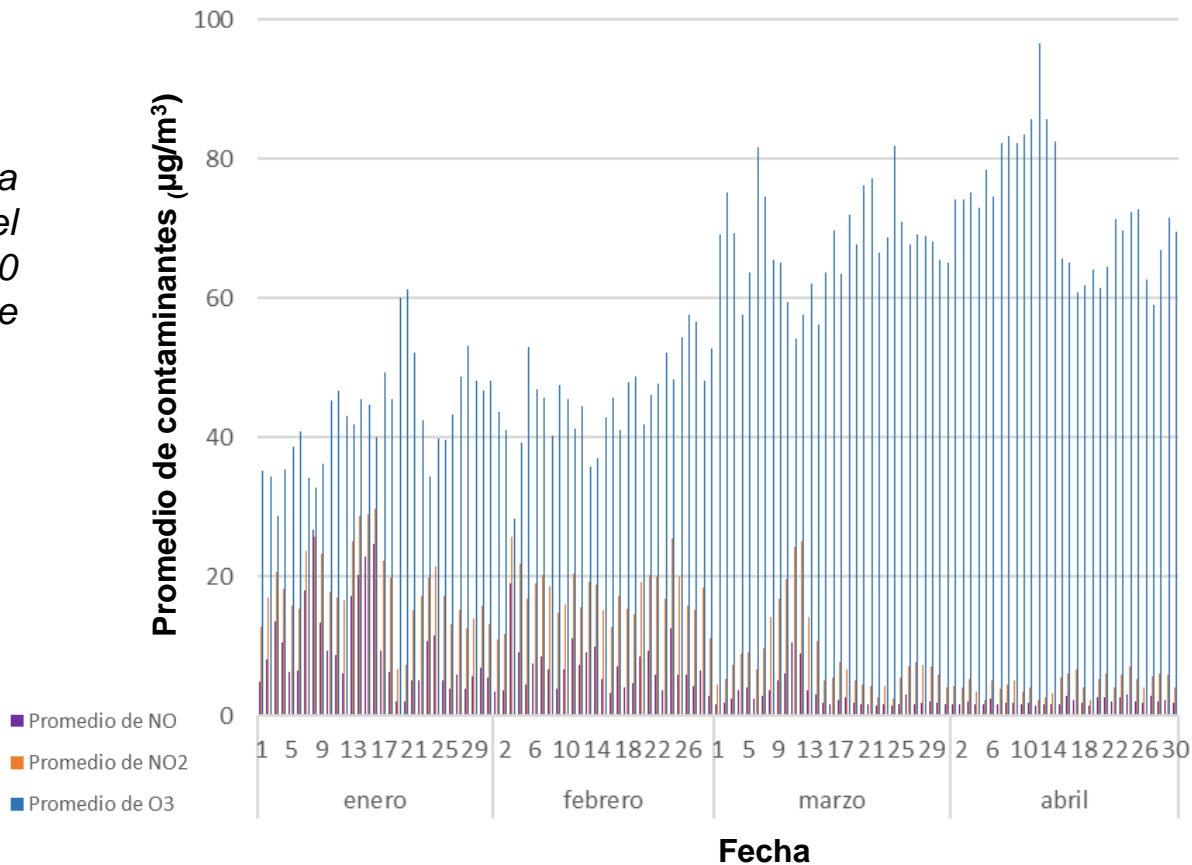
Promedio 8h
máximo

RESULTADOS:

4.1- Influencia COVID-19

Se ha estudiado la influencia ejercida por la reciente crisis sanitaria y el confinamiento domiciliario de 2020 en la evolución de la producción de contaminantes.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONTAMINANTES



RESULTADOS:

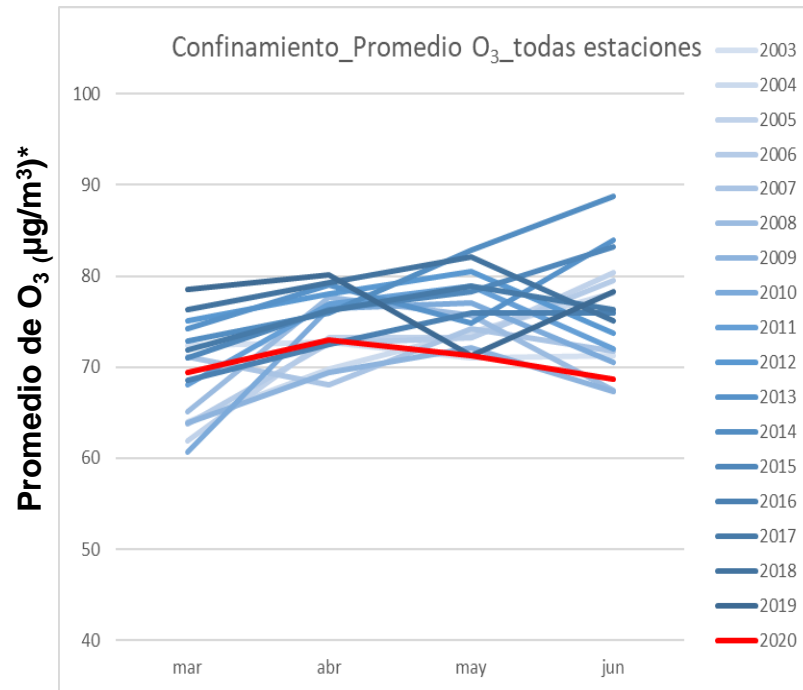
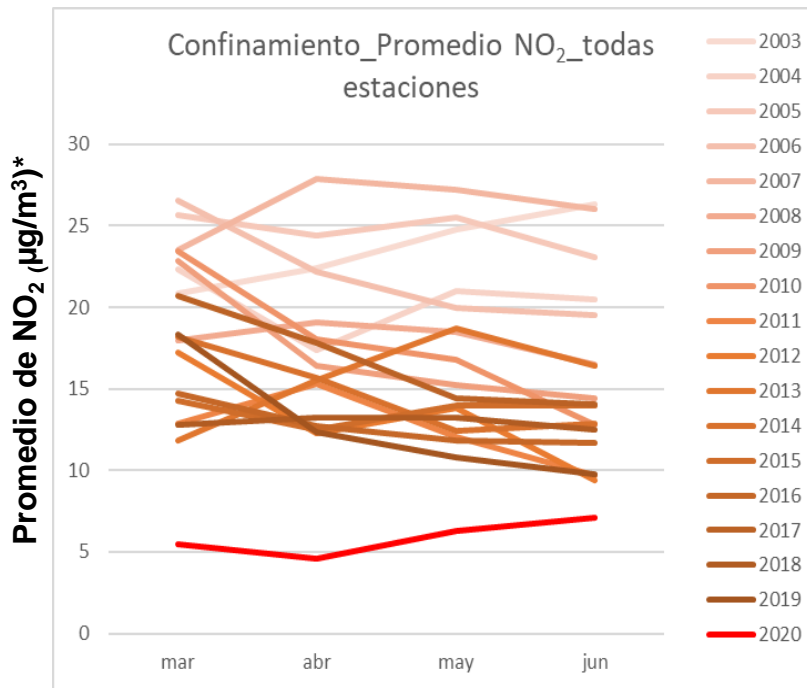
4.1- Influencia COVID-19

INFLUENCIA DEL CONFINAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE O₃ Y SUS PRECURSORES

Crisis sanitaria con Confinamiento → Reducción del tráfico rodado

¿ Reducción de [precursores] → Reducción de [ozono] ?

*Valores promedio de todas las estaciones evaluadas.
Confinamiento = 15 de marzo– 21 de junio de 2020

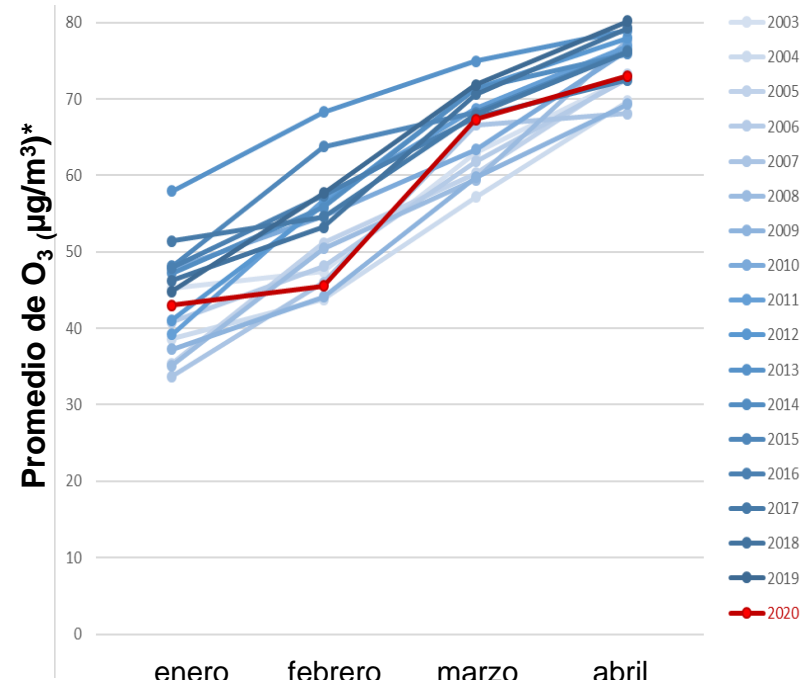
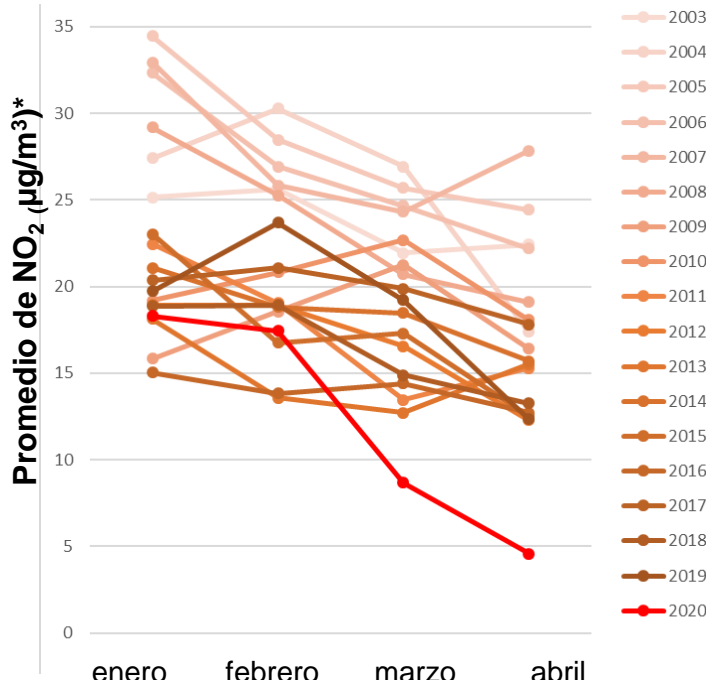


RESULTADOS:

4.1- Influencia COVID-19

INFLUENCIA DEL CONFINAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE O₃ Y PRECURSORES

- **Promedio de O₃:** En los últimos años (colores oscuros) los promedios de O₃ eran mayores a los de los años anteriores. Sin embargo, en los primeros meses de 2020 se midieron valores basales más bajos de lo habitual y se mantuvieron en la media con **el inicio del confinamiento**.
- **Promedio NO₂:** En los últimos años (colores oscuros) los promedios de NO₂ eran menores a los de los años anteriores. En el 2020 se seguía esta tendencia, pero **con el confinamiento (marzo-abril) la reducción se acentúa marcadamente**.



*Valores promedio de todas las estaciones evaluadas.

RESULTADOS: 4,2- Influencia COVID-19

Evolución de ozono por estación

Promedio de O₃:

➤ En las estaciones urbanas (UT) parece observarse un cambio significativo en la tendencia.

En los primeros meses de 2020 se midieron valores medios respecto al resto de años (2003-2019), pero **aumentaron significativamente con el confinamiento domiciliario.**

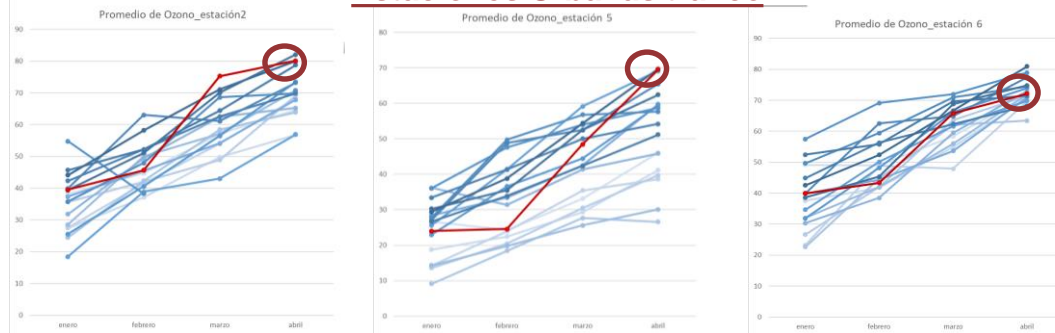
➤ En el resto de estaciones (suburbanas/rurales), el confinamiento no parece afectar a las tendencias de las concentraciones en 2020.

Estaciones Urbanas tráfico
2 PLA, 5 SILLA, 6 GANDÍA

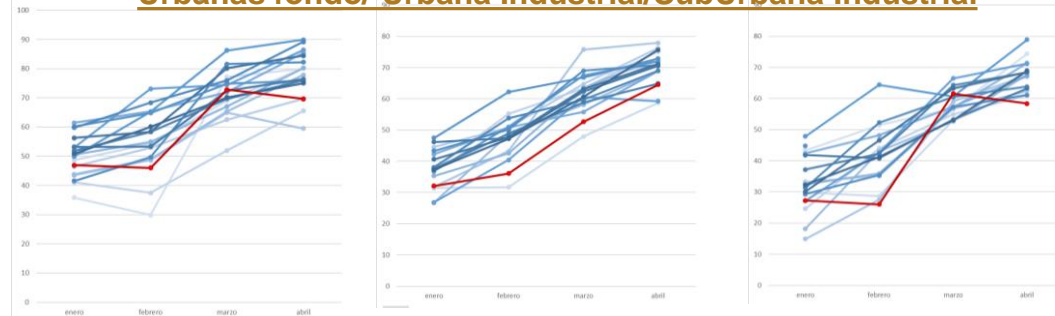
Urbanas fondo/ Urbana Industrial/ SubUrbana Industrial
3 ALCÓY/ 8 ALCÓRA/ 9 GRAU

Rurales
1 AGROALIMENTARI, 4 VILLAR, 7 MORELLA

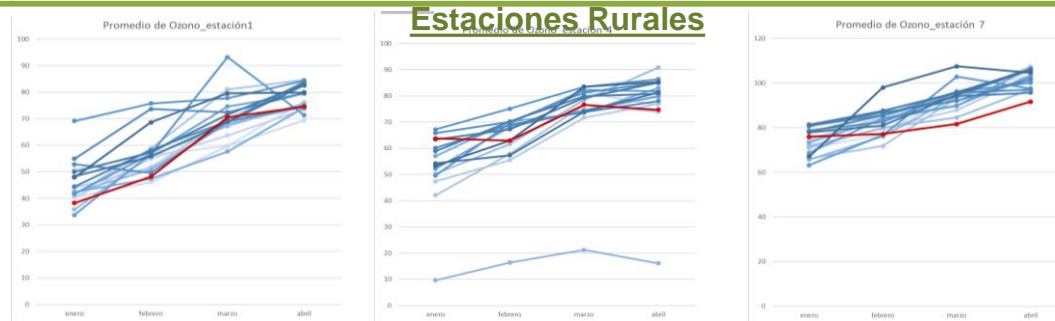
Estaciones Urbanas tráfico



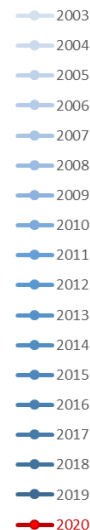
Urbanas fondo/ Urbana Industrial/ SubUrbana Industrial



Estaciones Rurales



Promedio de O₃ (µg/m³) enero-abril anual



RESULTADOS: 4.2 COVID-19

Evolución NO₂ por estación

Promedio de NO₂:

➤ En las estaciones urbanas (UT) parece observarse un cambio significativo en la tendencia.

En los primeros meses de 2020 se midieron valores medios respecto al resto de años (2003-2019), pero **se redujeron significativamente con el confinamiento (desde marzo)**.

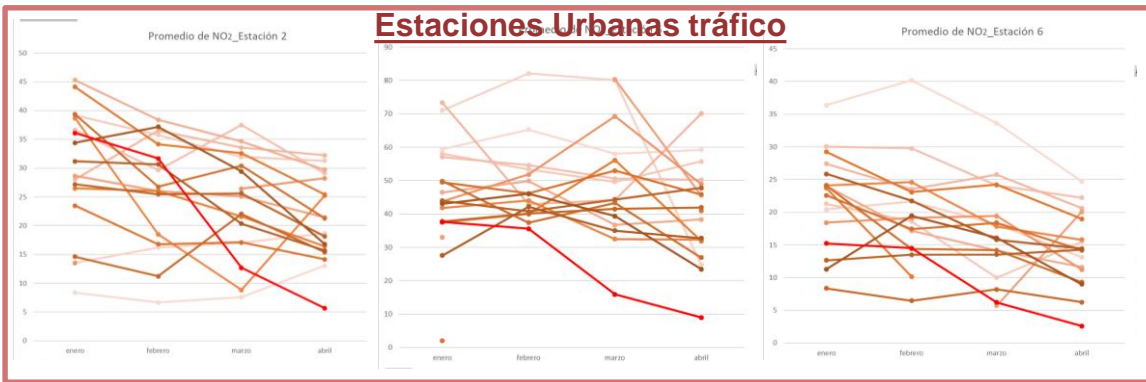
➤ En el resto de estaciones (suburbanas/rurales), el confinamiento también ha afectado (aunque en menor medida) reduciendo la tendencia observada al inicio de 2020.

Estaciones Urbanas tráfico
2 PLA, 5 SILLA, 6 GANDÍA

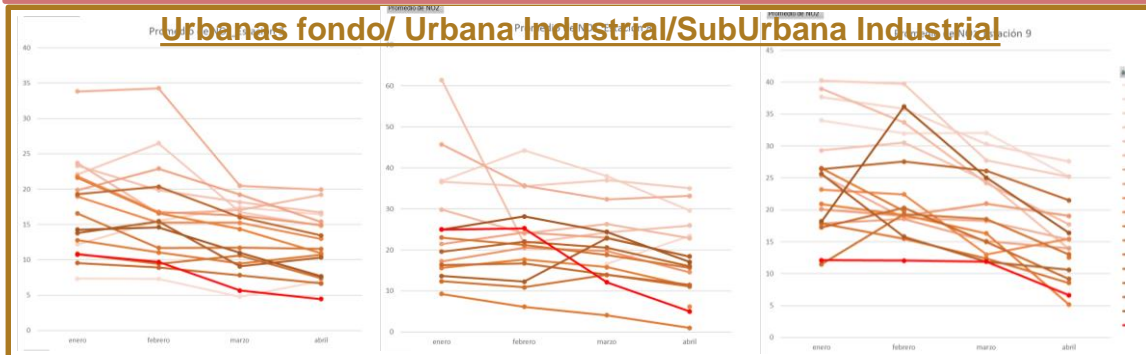
Urbanas fondo/ Urbana Industrial/SubUrbana Industrial
3 ALCOY/ 8 ALCORA/ 9 GRAU

Rurales
1 AGROALIMENTARI, 4 VILLAR, 7 MORELLA

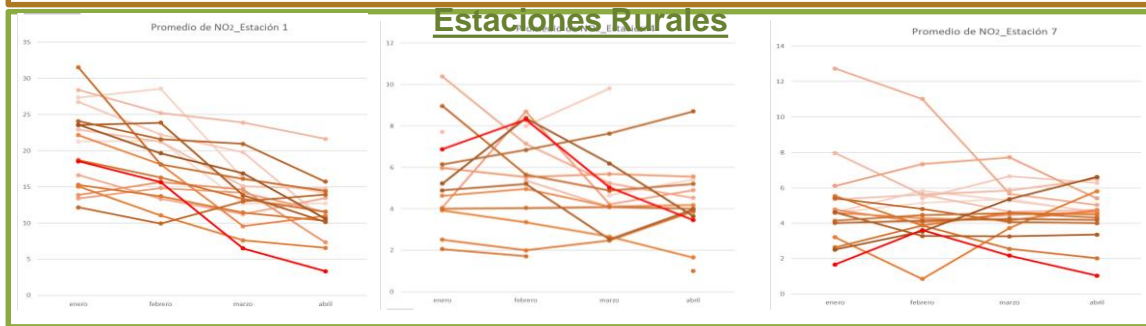
Estaciones Urbanas tráfico



Urbanas fondo/ Urbana Industrial/SubUrbana Industrial



Estaciones Rurales



Promedio de NO₂ (µg/m³) enero-abril anual



RESULTADOS: 5-Modelado

Análisis de factores: Modelo Lineal Robusto

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,798 ^a	,636	,636	19,2106

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	
	B	Desv. Error	Beta			
1	(Constante)	-192,882	14,488		-13,313	,000
	HORA	,662	,005	,144	143,944	,000
	NO	,596	,050	,527	11,984	,000
	NO2	-,446	,033	-,336	-13,575	,000
	NOx	-,373	,032	-,739	-11,480	,000
	Temp. (°C)	1,025	,006	,239	167,078	,000
	R,Sol. (W/m2)	,023	,000	,181	158,235	,000
	año	,113	,007	,016	15,691	,000
	díasemana_cod	-,059	,016	-,004	-3,789	,000
	Estación PVOI codificada	,311	,039	,011	8,002	,000
	mes codificada	-1,554	,011	-,172	-143,030	,000
	zona codificada	13,591	,047	,322	288,750	,000

a. Variable dependiente: O3

El modelo explica el 63% de la variabilidad de los niveles de ozono

Todas las variables (T^a, precursores, día de la semana, tipo de estación, etc.) afectan a la concentración final de ozono (variable dependiente).

RESULTADOS: 5-Modelado

Predicción de concentraciones esperables en 2020 con el modelo y comparación con las medidas reales

Modelos ARIMA mediante el software estadístico R



Creación de una modelización de las concentraciones de ozono en los distintos emplazamientos, a través del modelo ARIMA (Autoregresivo Integrado de Medias Móvil), para poder realizar pronósticos de su comportamiento.

Se pretende: predecir las concentraciones de contaminantes esperadas en 2020 (con el modelo) y comparar con los datos medidos ese año para evaluar el impacto real del confinamiento en la producción de contaminantes.

ACCIONES DE
FUTURO:

¿Qué nos queda?



NIVELES DE OZONO TROPOSFÉRICO:

EVOLUCIÓN HISTÓRICA
Y SITUACIÓN ACTUAL
EN EL SURESTE DE
ESPAÑA.

GRACIAS!

