



II Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

MasterClass 03



“La red de saneamiento como un sistema de alerta temprana frente a pandemias”

02 FEBRERO

16:30 h. española

Antonio Lastra

Coordinador de Innovación del CANAL ISABEL II
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y
Puertos por la UPM

II Ciclo de 20
MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO



LA RED DE SANEAMIENTO COMO UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA FRENTE A PANDEMIAS

Antonio Lastra de la Rubia

Dr. Ingeniero de Caminos, canales y puertos

Canal de Isabel II



Generación de energía

Captación
Agua bruta

Servicios
comerciales

Gestión de
residuos

Reutilización

EDAR

Drenaje Urbano

Transporte y recogida de aguas residuales

Transporte y Distribución
de agua potable

ETAP

Canal de Isabel II



6,77 mill.
habitantes



8.028 km²



32.000 km red



157 EDAR



13 embalses

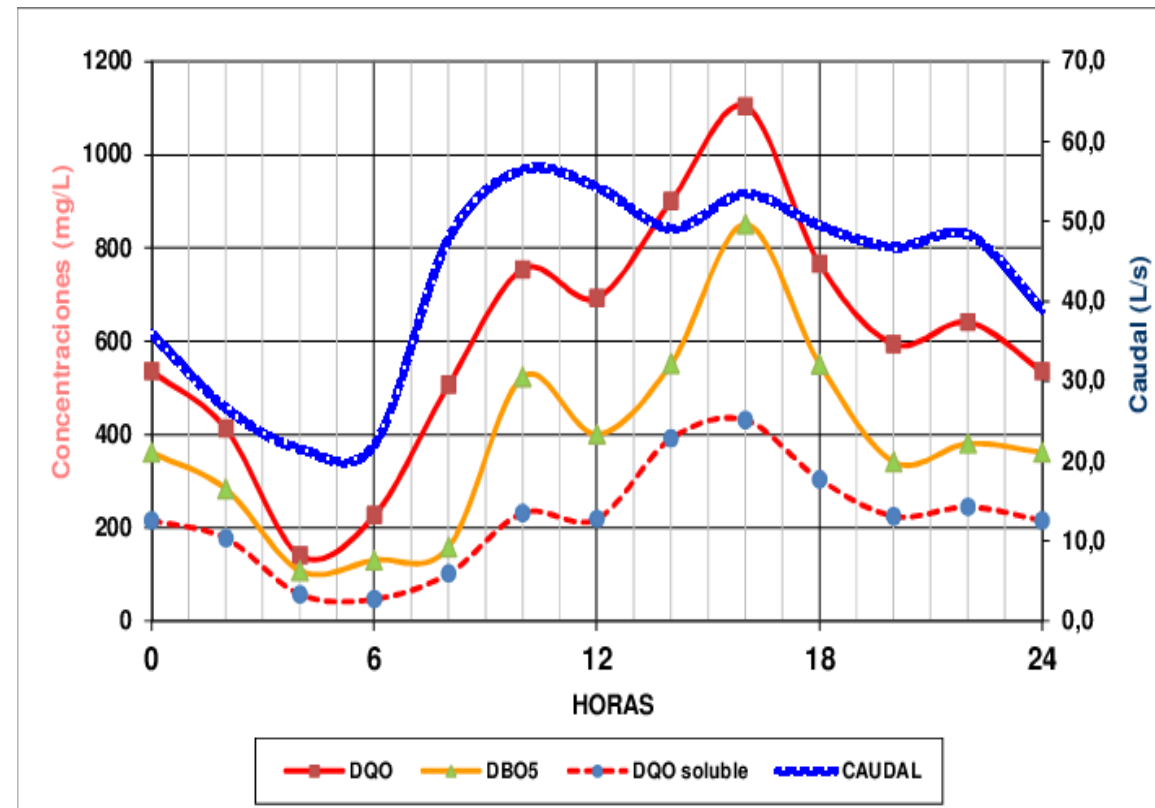
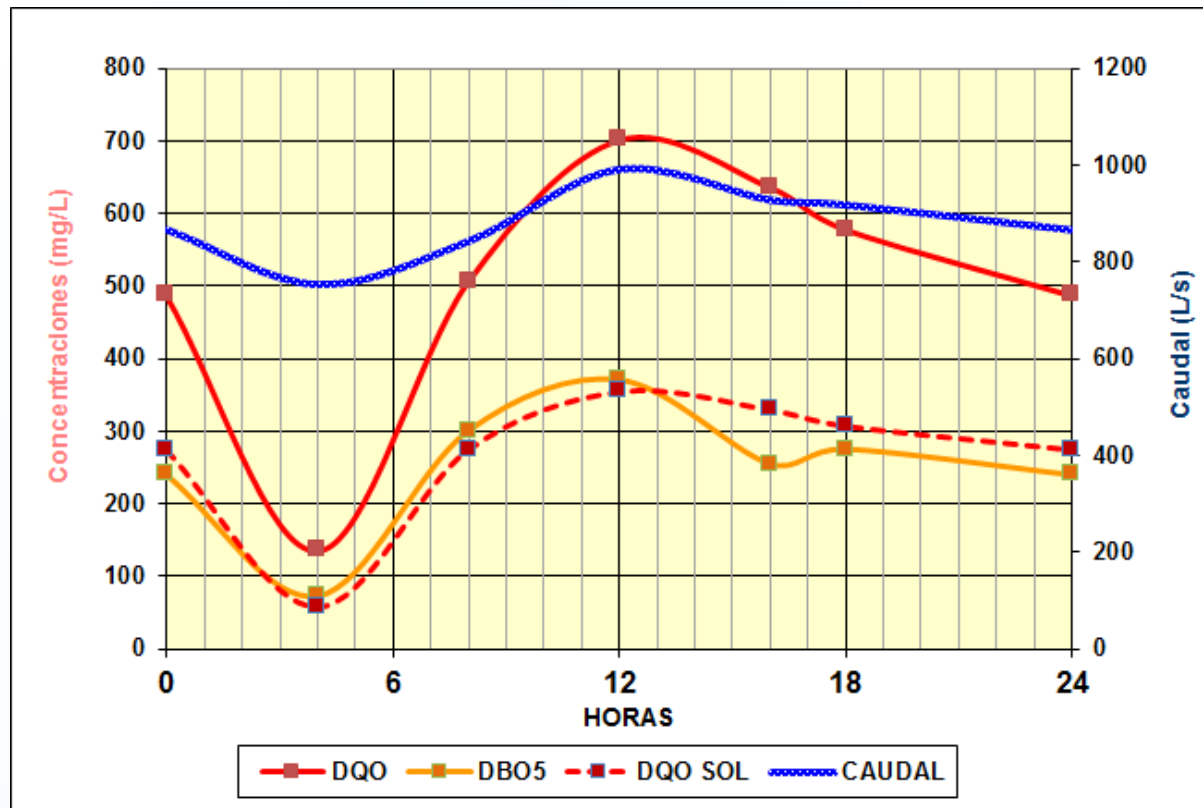


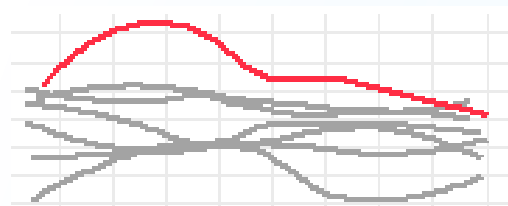
14 ETAP



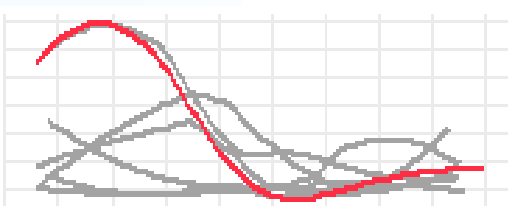
**EL AGUA RESIDUAL ES UN REFLEJO
DE LA POBLACIÓN QUE LA GENERA**



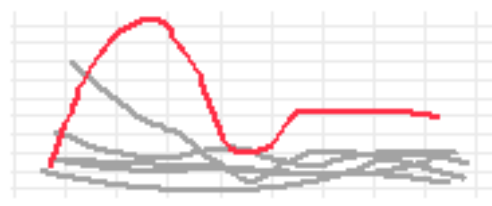




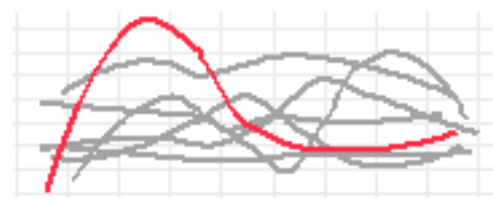
10.0
7.5
5.0



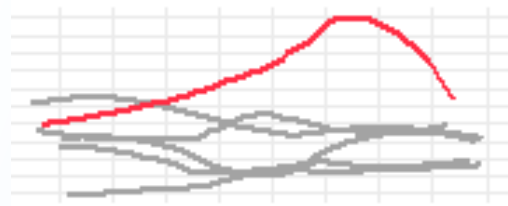
1800
1600
1400



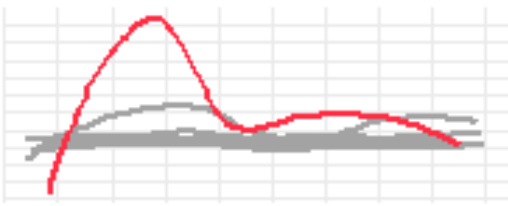
1250
1000
750
500



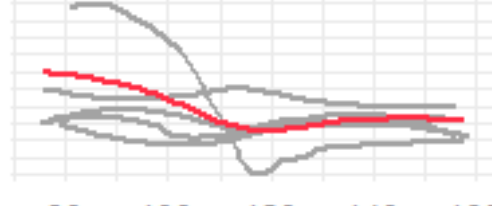
15
10
5



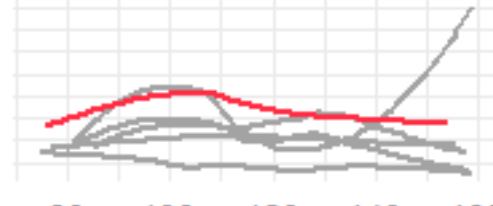
4000
3000
2000
1000
0
-1000



80
60
40
20



200
150
100
50



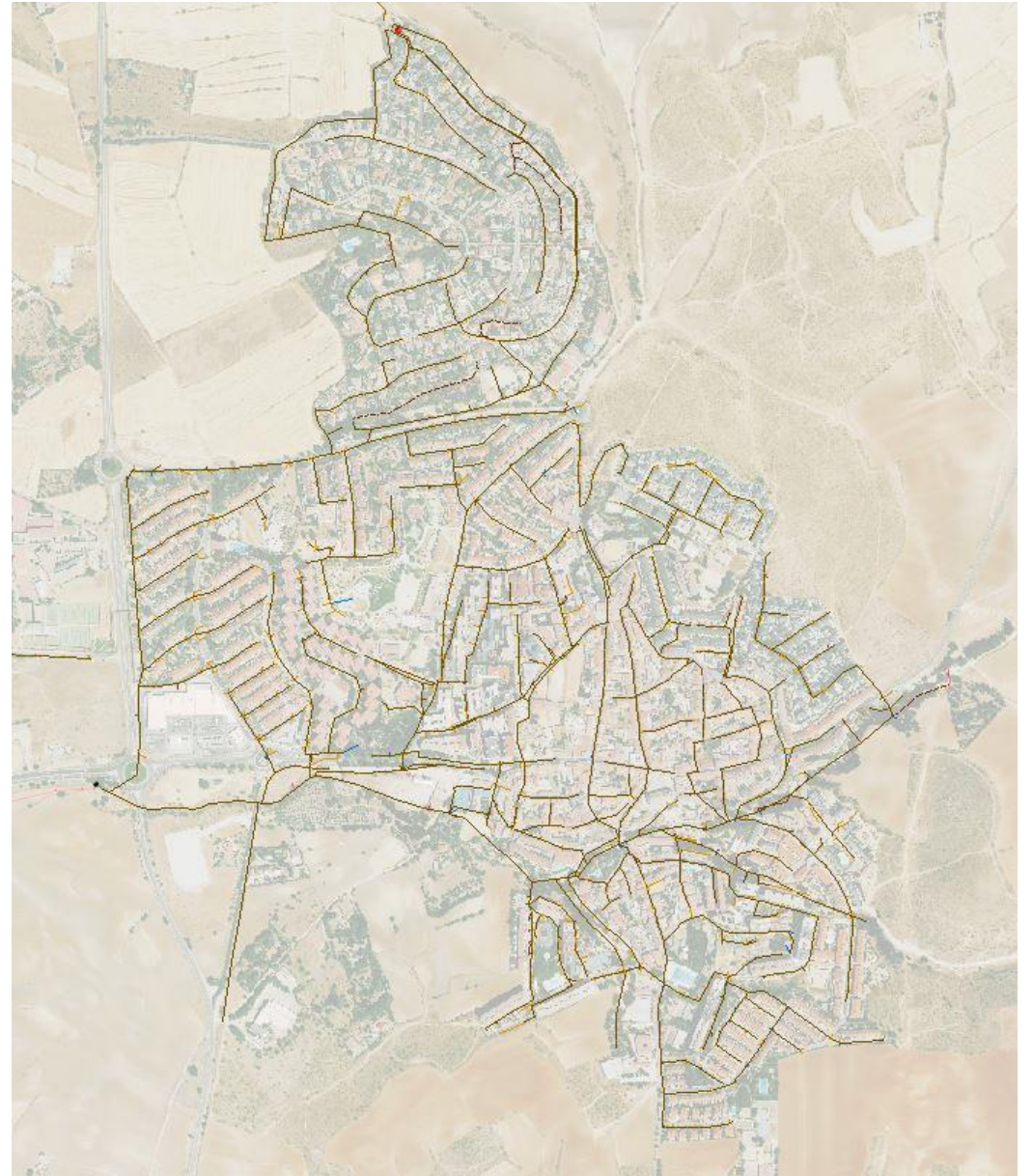
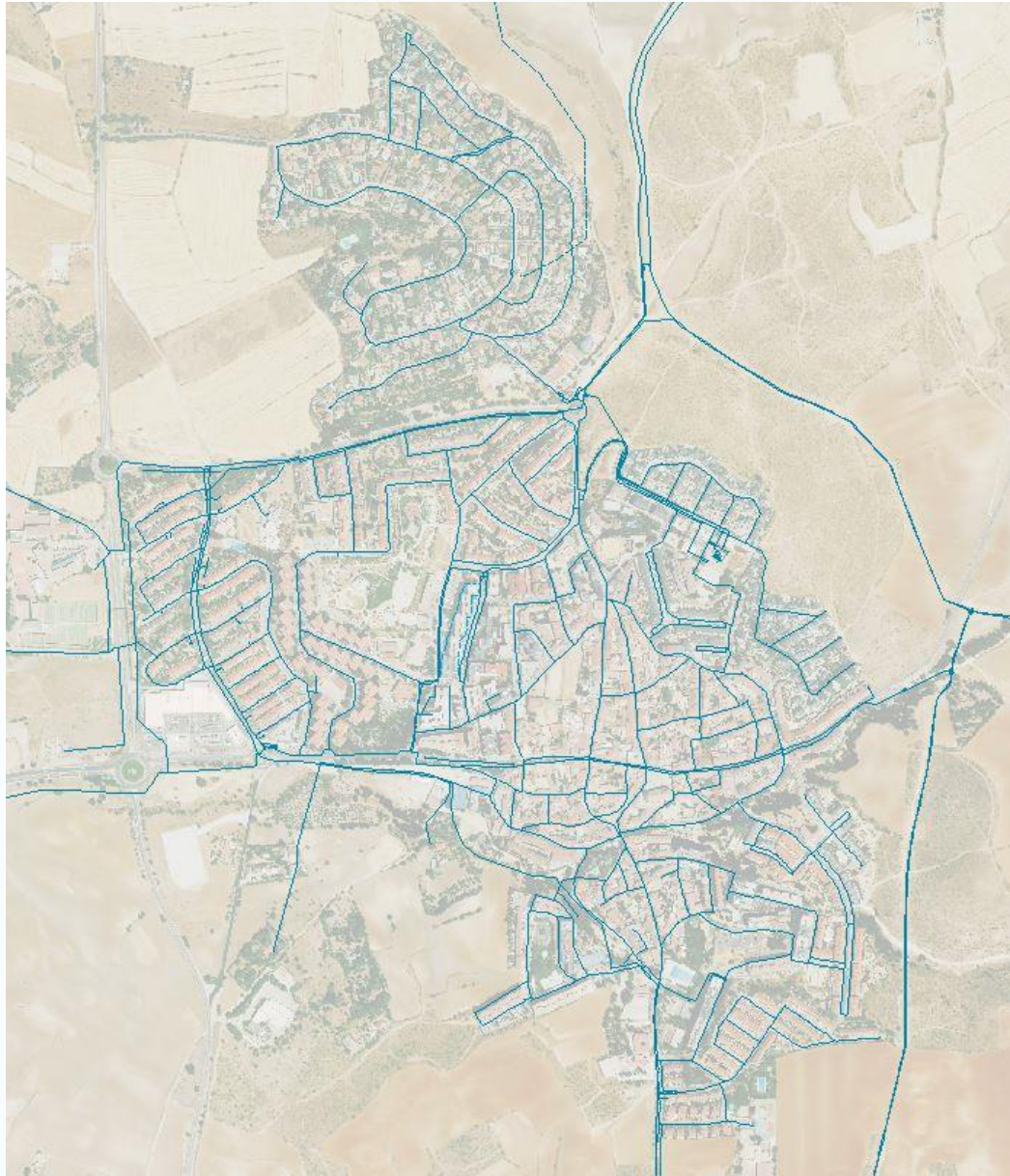
5000
4000
3000

80 100 120 140 160

80 100 120 140 160

80 100 120 140 160

80 100 120 140 160







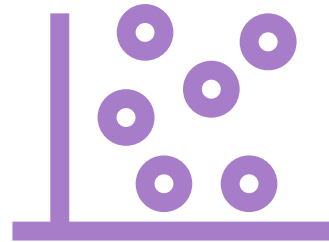
TOMA DE
MUESTRAS

ELECCIÓN PUNTOS

PROTOCOLO



ANÁLISIS
LABORATORIO



ANÁLISIS
ESTADÍSTICO

REPRESENTATIVIDAD

CRIBADO DE DATOS



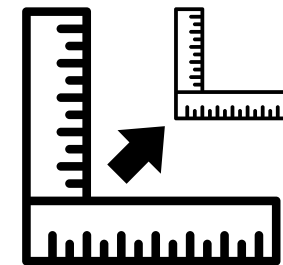
VISUALIZACIÓN

AUTORIDADES
SANITARIAS CAM

PÚBLICO EN
GENERAL



HACIA DÓNDE
VAMOS

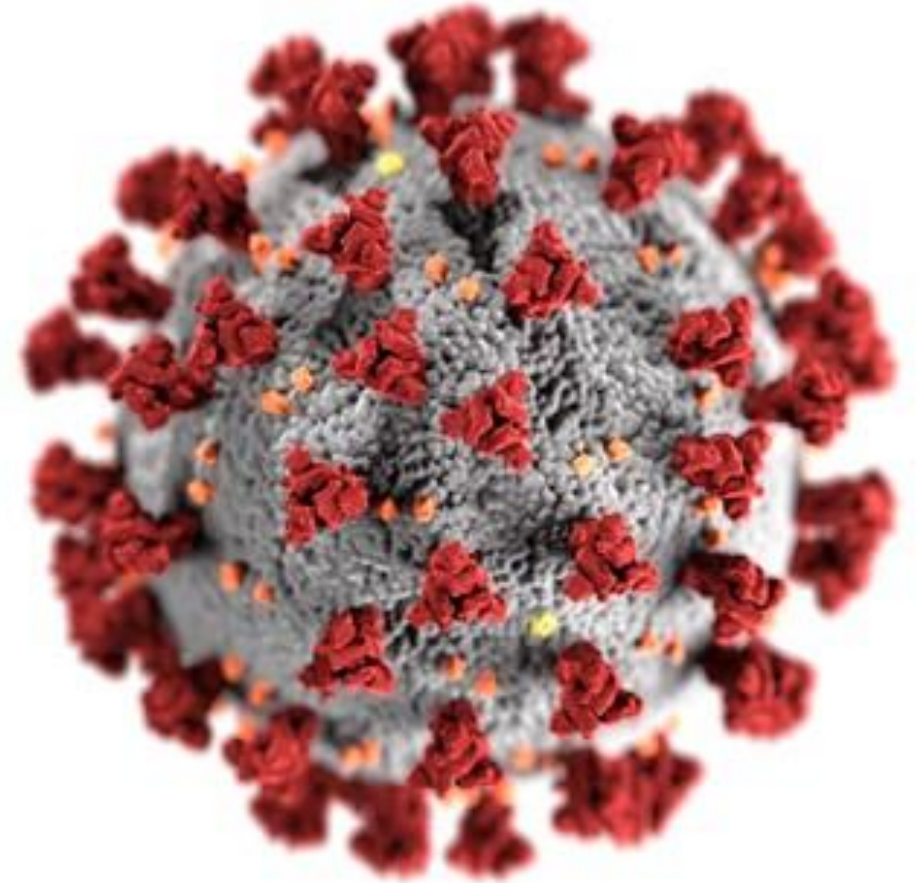


CAMBIO DE ESCALA



Dianas Víricas

- ✓ 4 dianas para SARS-CoV-2:
IP4 – E - N1 - N2
- ✓ **Mengovirus** para el control de proceso (eficacia de las fases de concentración y extracción)



289

puntos de
muestreo

15.000

km de red
revisados

420.000

pozos analizados

34.000

análisis RT-qPCR

81.000

análisis de
parámetros F/Q

LA IMPORTANCIA DEL DATO

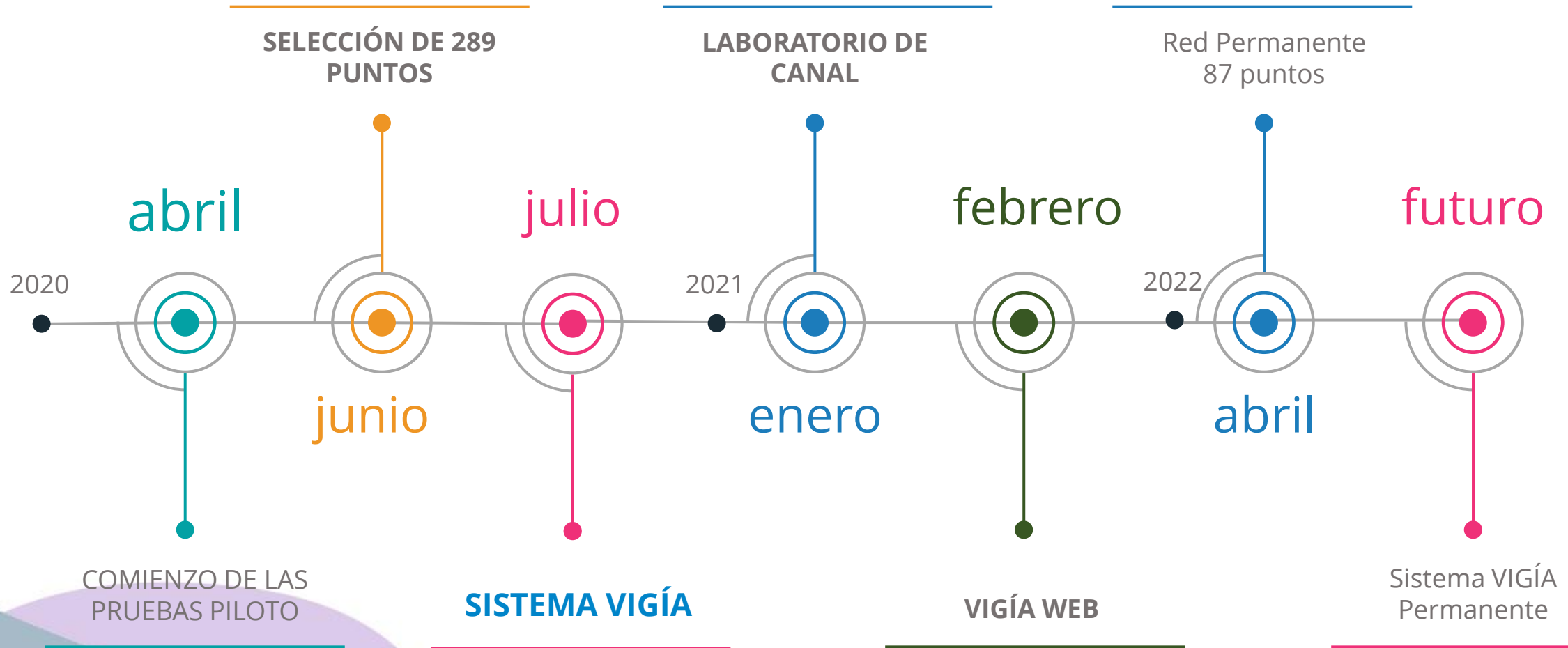
COHERENTE

REPRESENTATIVO

EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO

(curvas sanitarias)

Cronograma







Incertidumbres

MUESTRA NO HOMOGÉNEA

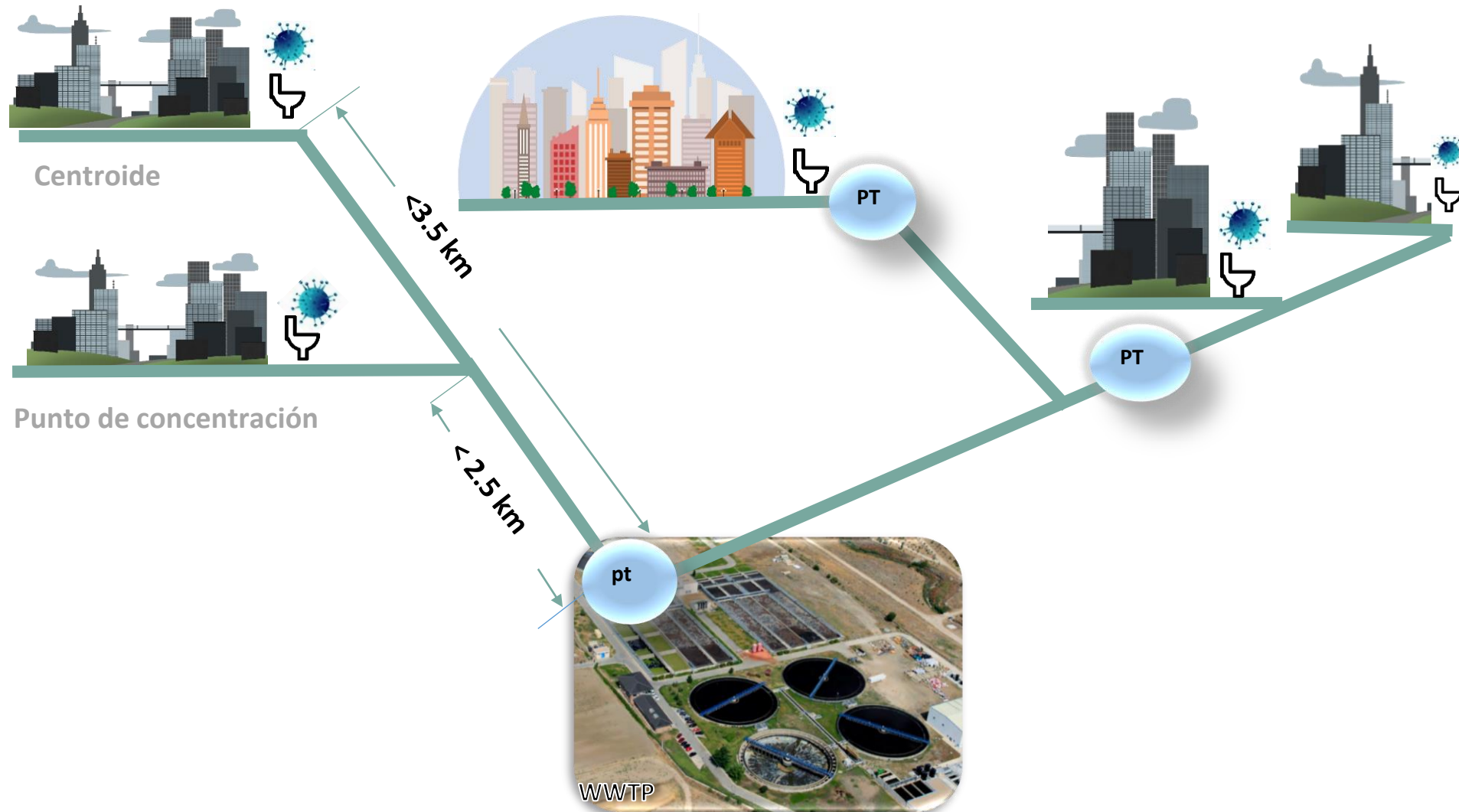
VARIABILIDAD HORARIA

**LA MUESTRA SE DEGRADA
CON LA DISTANCIA/TIEMPO**

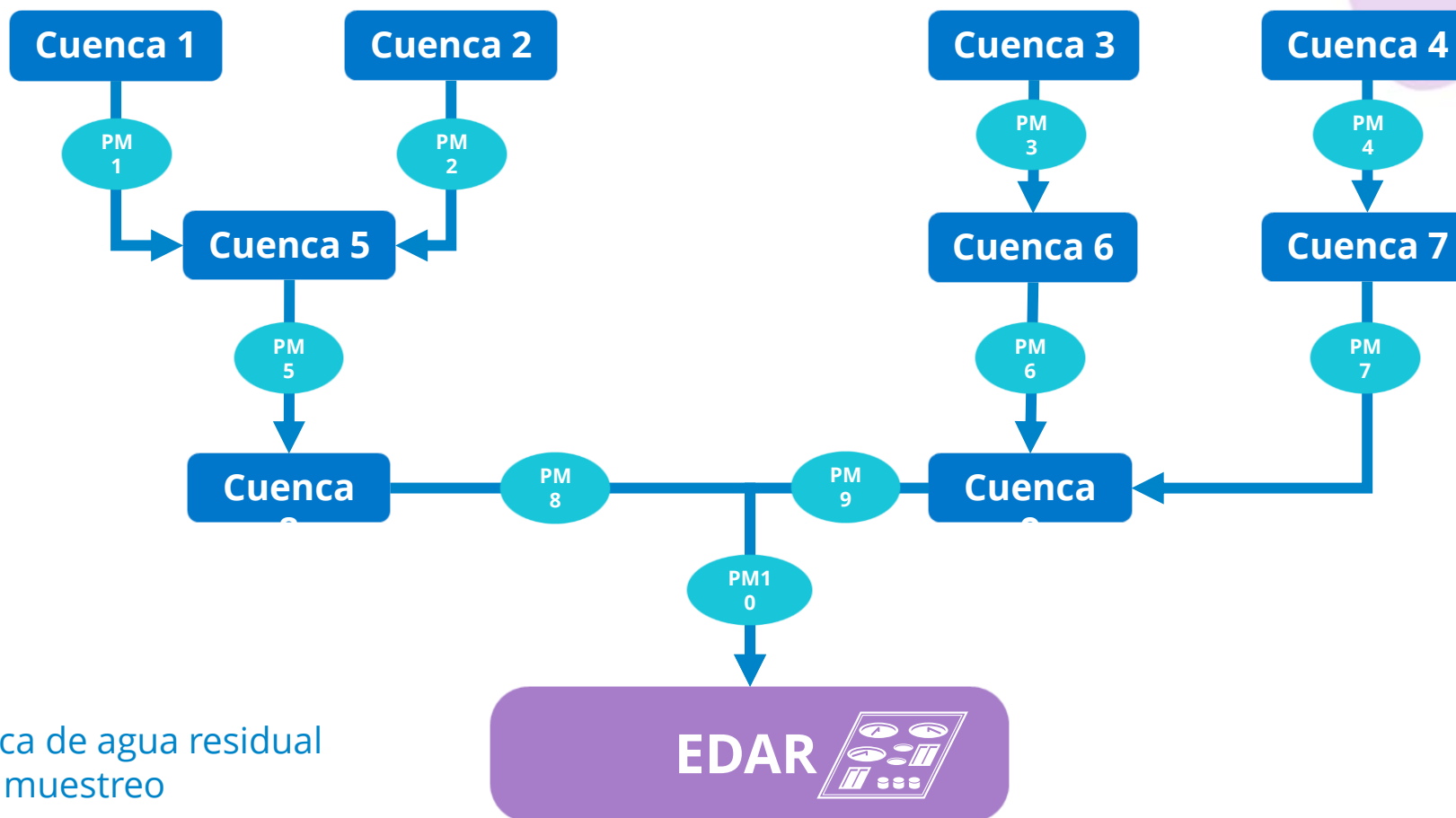




La muestra se degrada con el tiempo

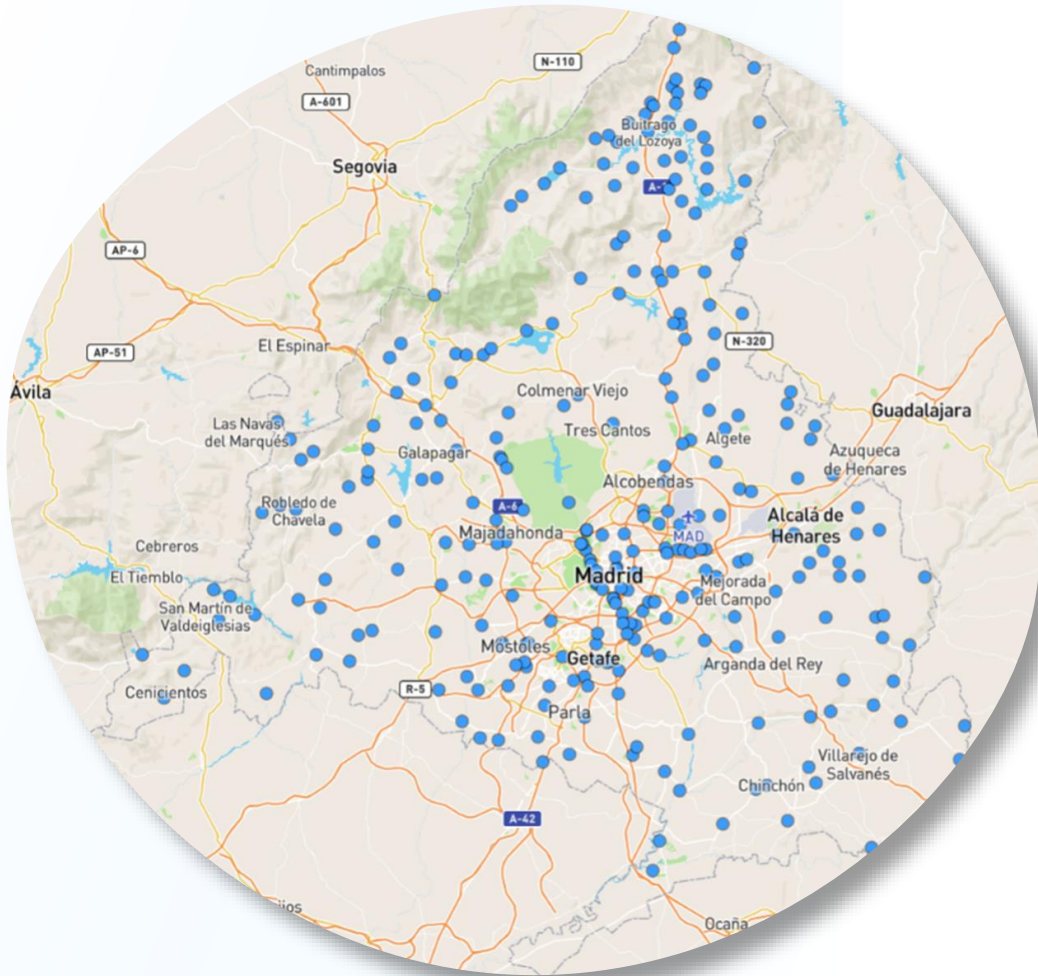


Selección de puntos



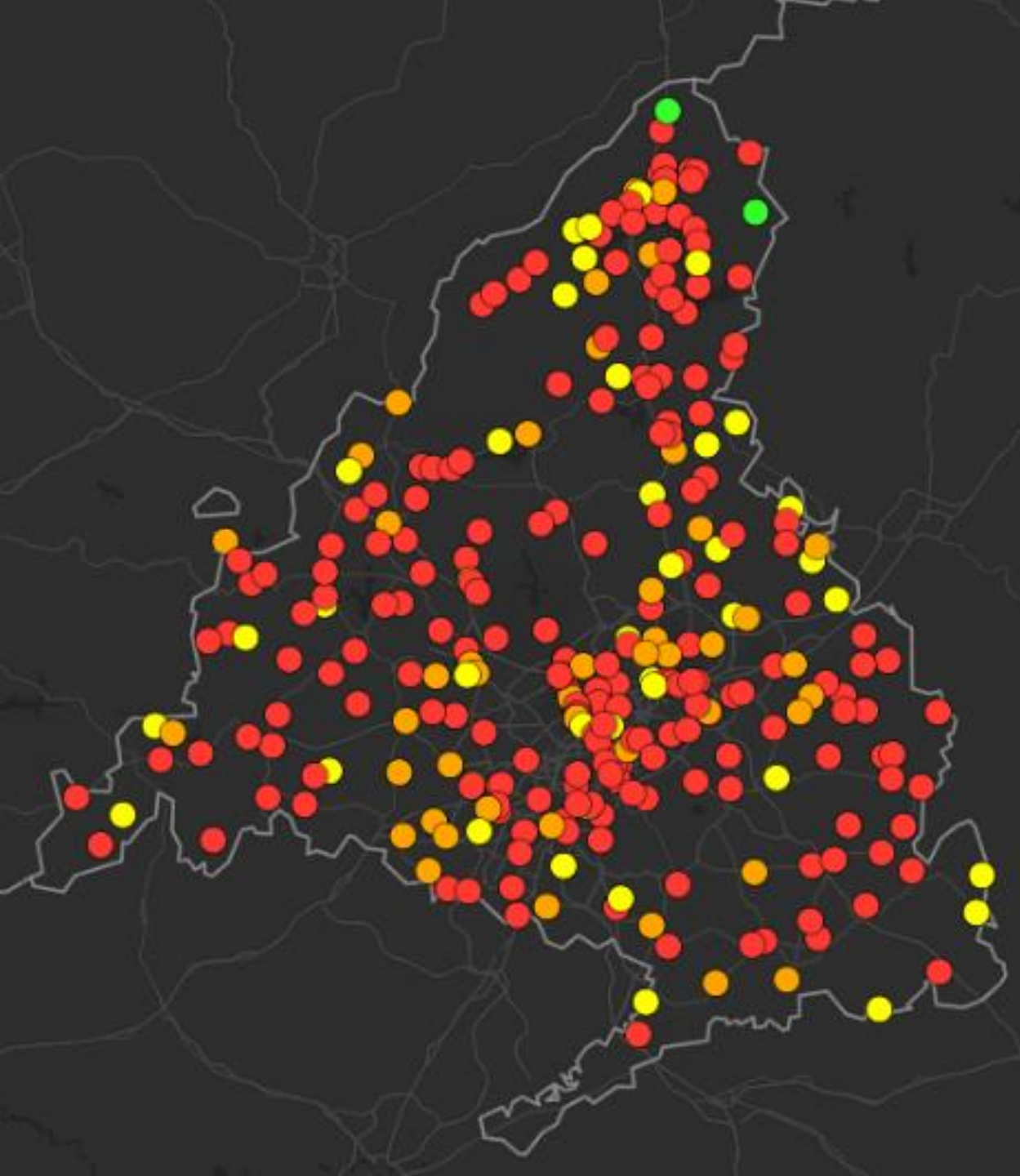
Cuenca i = cuenca de agua residual
PM i = punto de muestreo

Selección de puntos



289 puntos de muestreo

- ✓ **169** en pozos de alcantarillado
- ✓ **120** en EDAR
- ✓ Puntos de control



289
puntos de muestreo

164 
En sistemas de menos de 25.000 h.e.

125 
En sistemas de mas de 25.000 h.e.

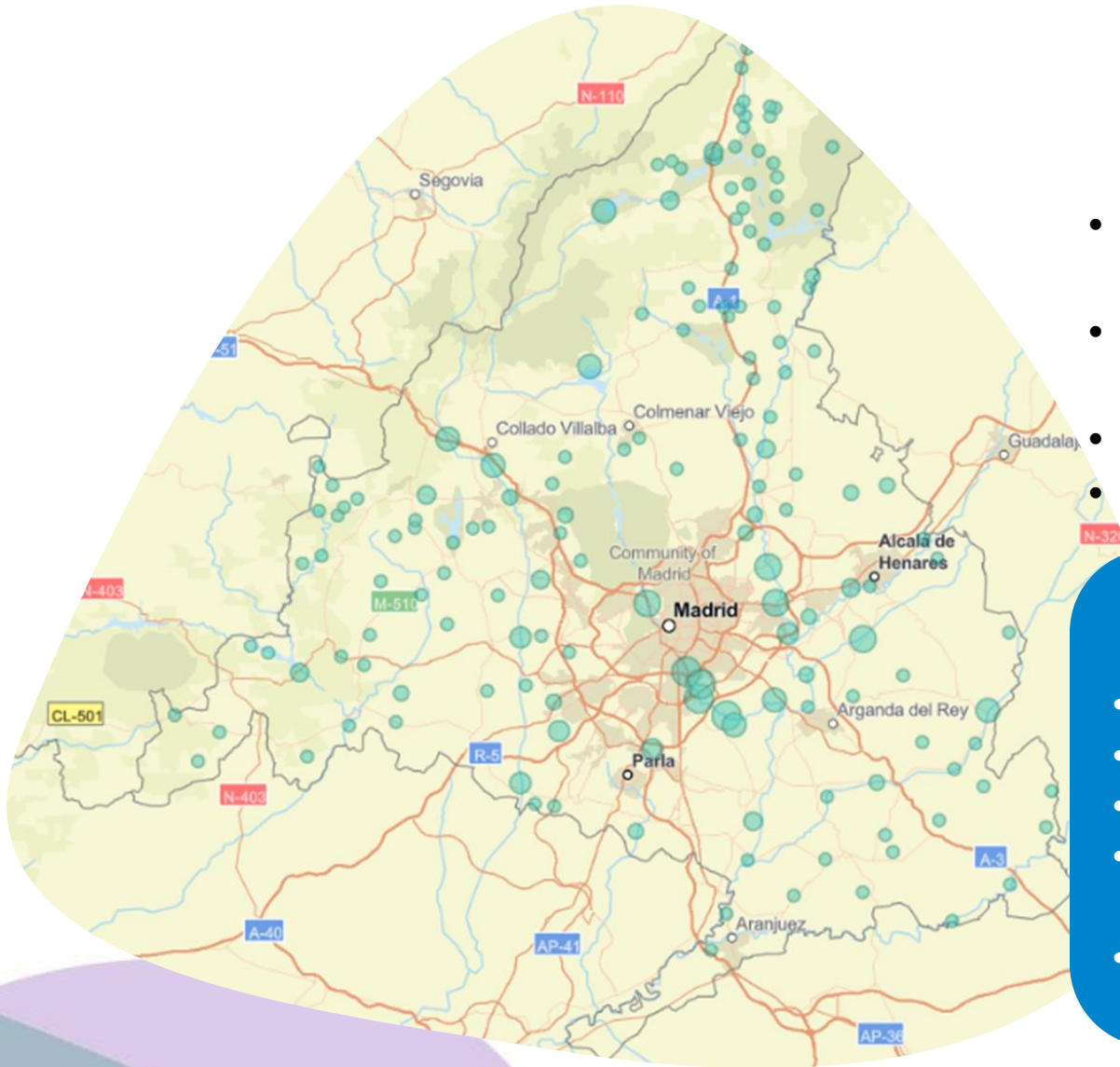


Sistemas de mas de 25.000 h.e.

- Cuencas homogéneas (densidad, población)
- Distancia máxima de 2,5 Km (extremos)
- Preferencia por red no visitable
- Puntos de control

PUNTOS DE CONTROL

- Medidas redundantes
- Estudio de evolución espacial
- Muestreos con mayor frecuencia
- Seguridad por medidas agregadas (balances de masas)
- Cambios en patrones de muestreo





SEMANAL
frecuencia mínima

65 media diaria

169 pozos

120 EDAR

MUESTRAS SIMPLES

Toma de muestras

(Condiciones de toma de muestra y transporte)

- Envases estériles y al menos 500 mL de muestra
- Trazabilidad
- 2L muestra F/Q
- Temperatura (1°-5°C)
- Recepción laboratorio 24 y 48 horas



Refrigeración

La muestra se refrigera hasta 48 horas.

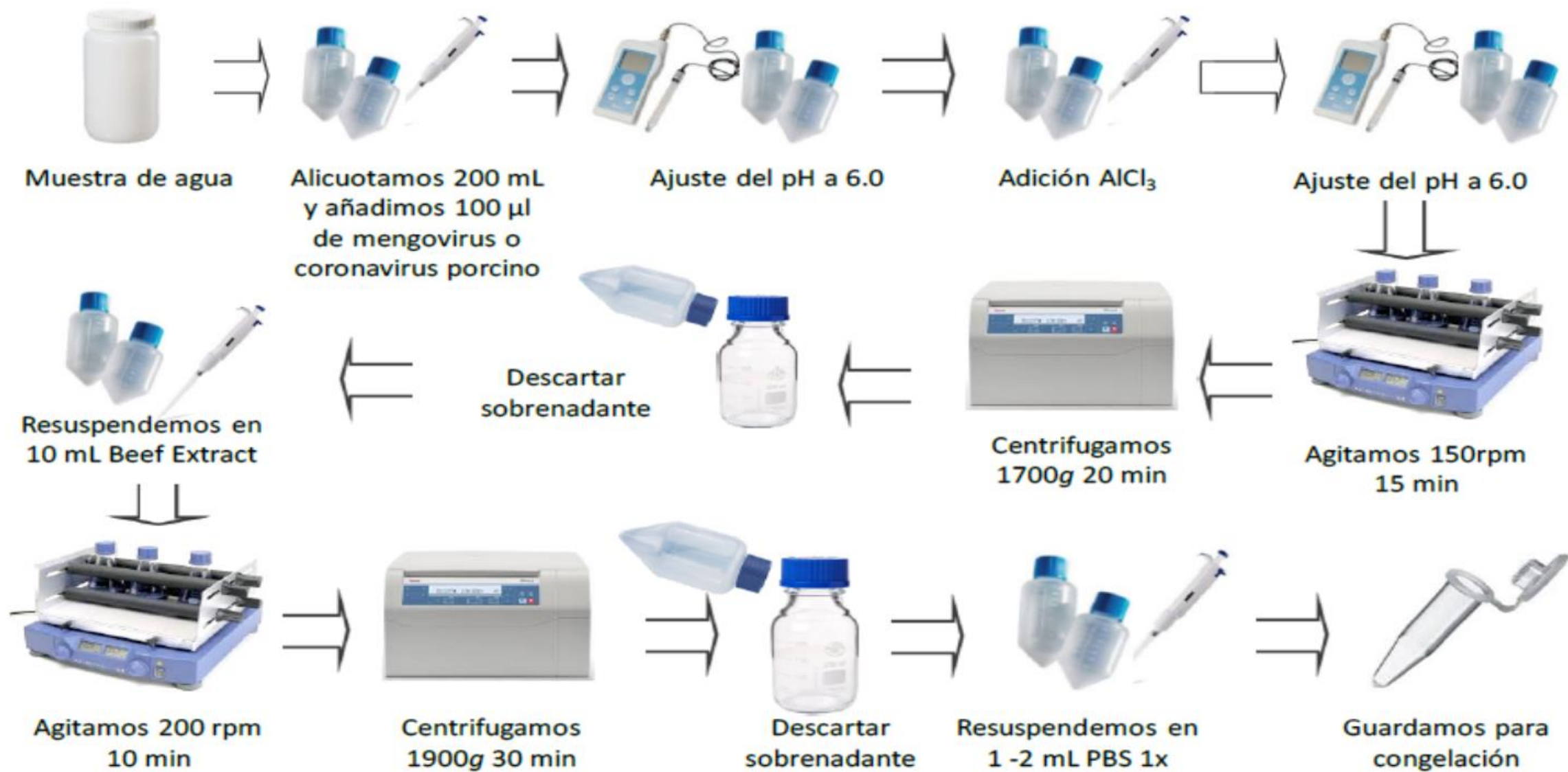
Más de 48 horas es necesario congelar



Extracción

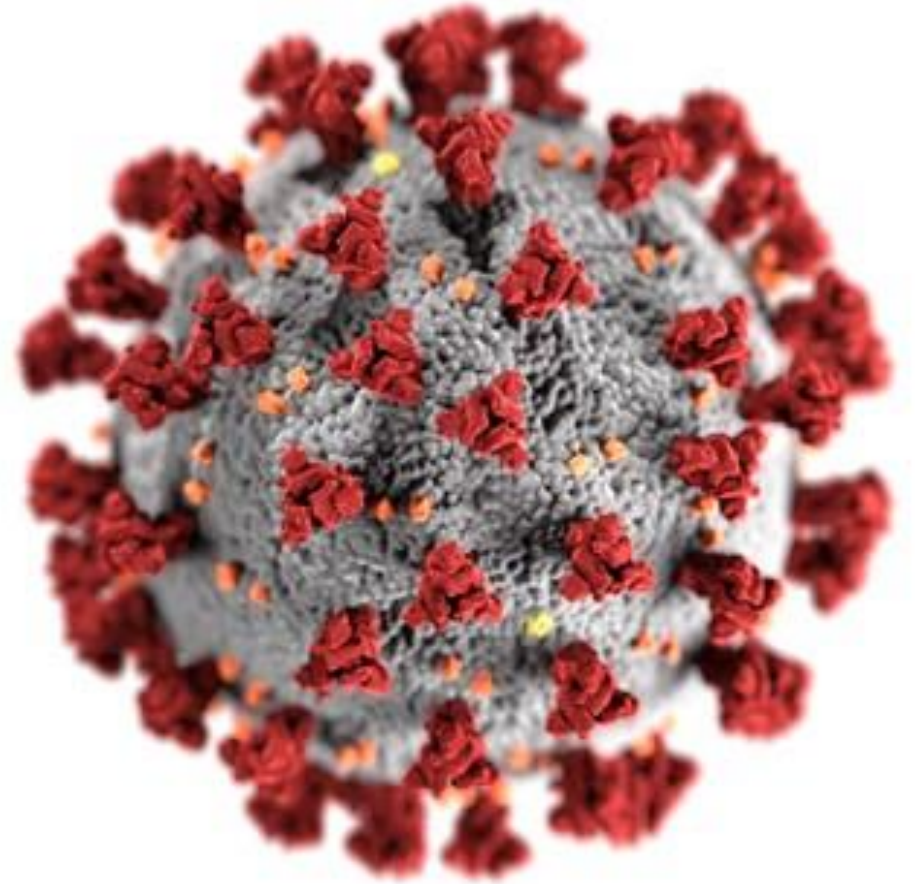


Desde la fase de concentración, hemos pasado de **500 mL** de muestra a **100 μ L**



Dianas Víricas

- ✓ 4 dianas para SARS-CoV-2:
IP4 – E - N1 - N2
- ✓ **Mengovirus** para el control de proceso (eficacia de las fases de concentración y extracción)

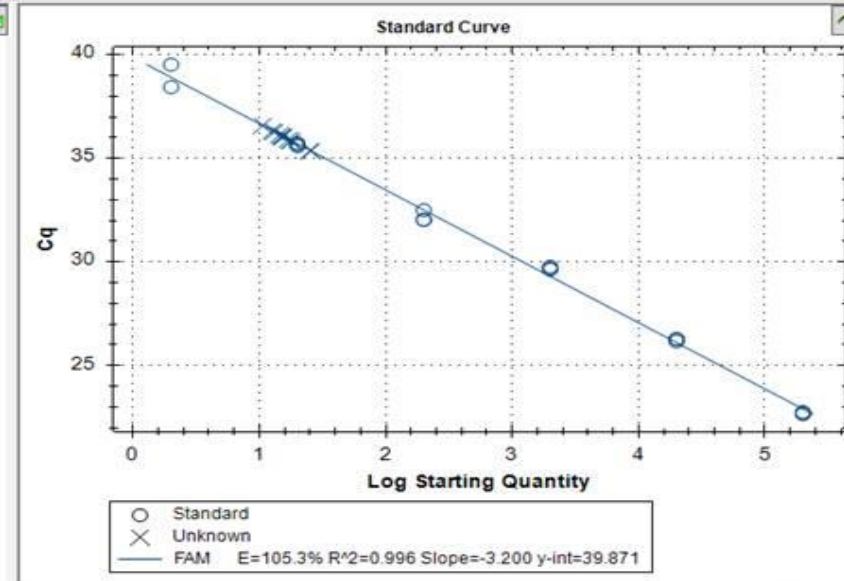
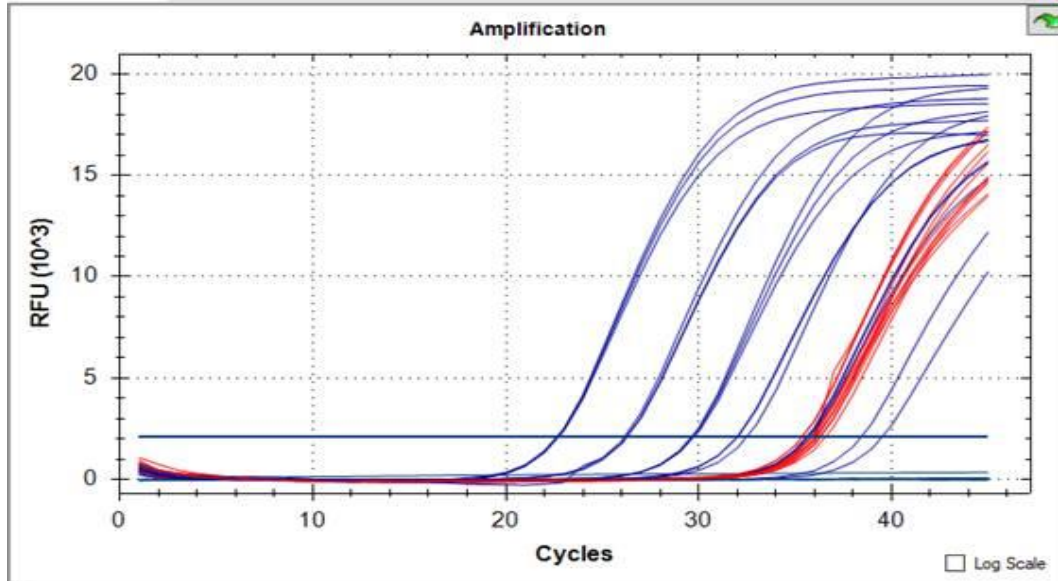


Cuantificación

- Los 100 μL se analizan en un termociclador
- Para cada virus hay una secuencia de cebadores y sondas
- Se mezclan con los reactivos y cebadores y sonda correspondientes para una serie de ciclos de temperatura y tiempo



Cuantificación



FAM Step Number: 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Std1	Std3	Std6	Unk	Unk	Std7	Std9	Std12	Unk	Unk	Unk	
B	Std1	Std4	Std6	Unk	Unk	Std7	Std10	Std12	Unk	Unk	Unk	
C	Std1	Std4	Neg	Unk	Unk	Std7	Std10	Neg	Unk	Unk	Unk	
D	Std2	Std4	Neg	Unk	Unk	Std8	Std10	Neg	Unk	Unk	Unk	
E	Std2	Std5	Neg	Unk		Std8	Std11	Neg	Unk	Unk	Unk	
F	Std2	Std5	NTC	Unk	Unk	Std8	Std11	NTC	Unk	Unk	Unk	
G	Std3	Std5	NTC	Unk	Unk	Std9	Std11	NTC	Unk	Unk	Unk	
H	Std3	Std6	NTC	Unk	Unk	Std9	Std12	NTC	Unk	Unk	Unk	

Well	Fluor	Target	Content	Sample	Cq	SQ
A03	FAM		Std-6	N1	22.76	2.000E+05
A04	FAM		Unkn	A1: Butarque	36.58	1.064E+01
A05	FAM		Unkn	B1: China	36.09	1.518E+01
B01	FAM		Std-1	N1	38.44	2.000E+00
B02	FAM		Std-4	N1	29.78	2.000E+03
B03	FAM		Std-6	N1	22.69	2.000E+05
B04	FAM		Unkn	A1: Butarque	36.07	1.536E+01
B05	FAM		Unkn	B2: China	35.92	1.712E+01
C01	FAM		Std-1	N1	N/A	2.000E+00
C02	FAM		Std-4	N1	29.69	2.000E+03
C03	FAM	Neg Ctl		Blanco	N/A	N/A
C04	FAM		Unkn	A1: Butarque	36.29	1.319E+01
C05	FAM		Unkn	B2: China	35.38	2.528E+01
D01	FAM		Std-2	N1	35.73	2.000E+01
D02	FAM		Std-4	N1	29.63	2.000E+03
D03	FAM	Neg Ctl		Blanco	N/A	N/A
D04	FAM		Unkn	A2: Butarque	35.86	1.797E+01
D05	FAM		Unkn	B2: China	35.86	1.791E+01



Incertidumbres

MUESTRA NO HOMOGÉNEA

VARIABILIDAD HORARIA

**LA MUESTRA SE DEGRADA
CON LA DISTANCIA/TIEMPO**



**CUANTIFICACIONES DIFERENTES EN
LOS DIFERENTES MÉTODOS**

**INCIDENCIA DE
LA DILUCIÓN**

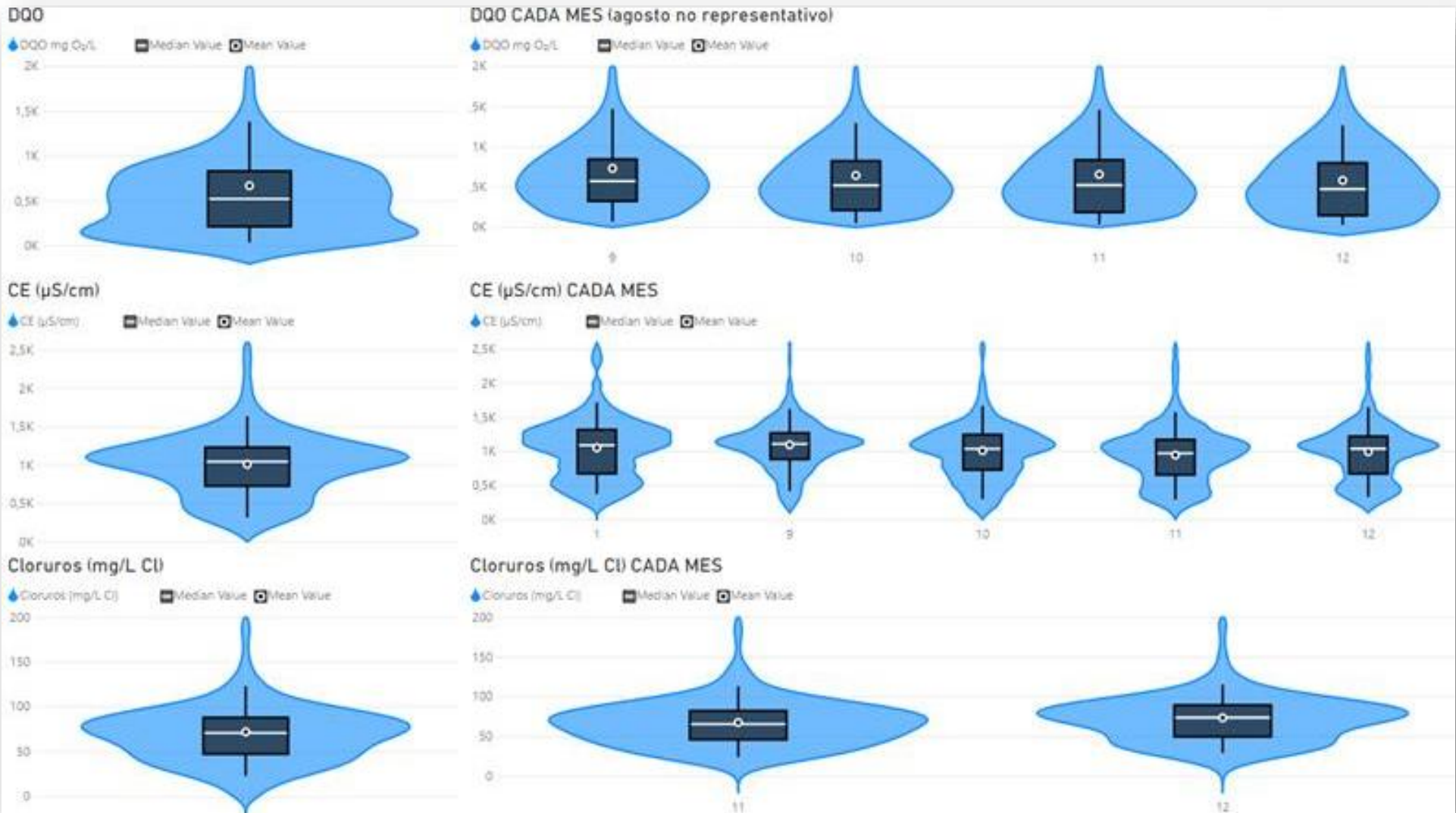
**INFLUENCIA OTROS
CONTAMINANTES**

**INFLUENCIA DE LA
TEMPERATURA**

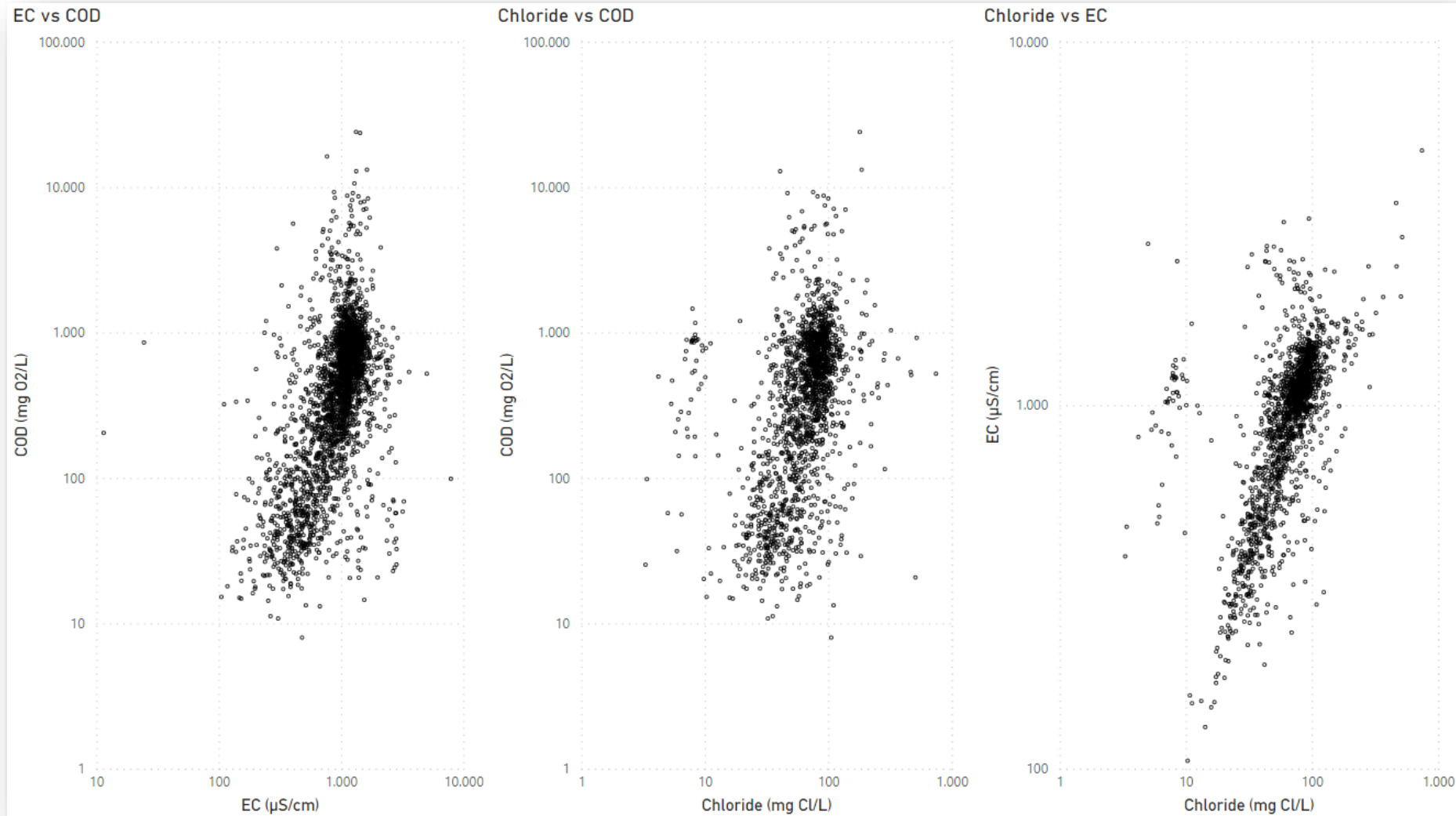
**LAS UNIDADES
GENÓMICAS TOTALES
NO TIENEN UTILIDAD
COMPARATIVA**



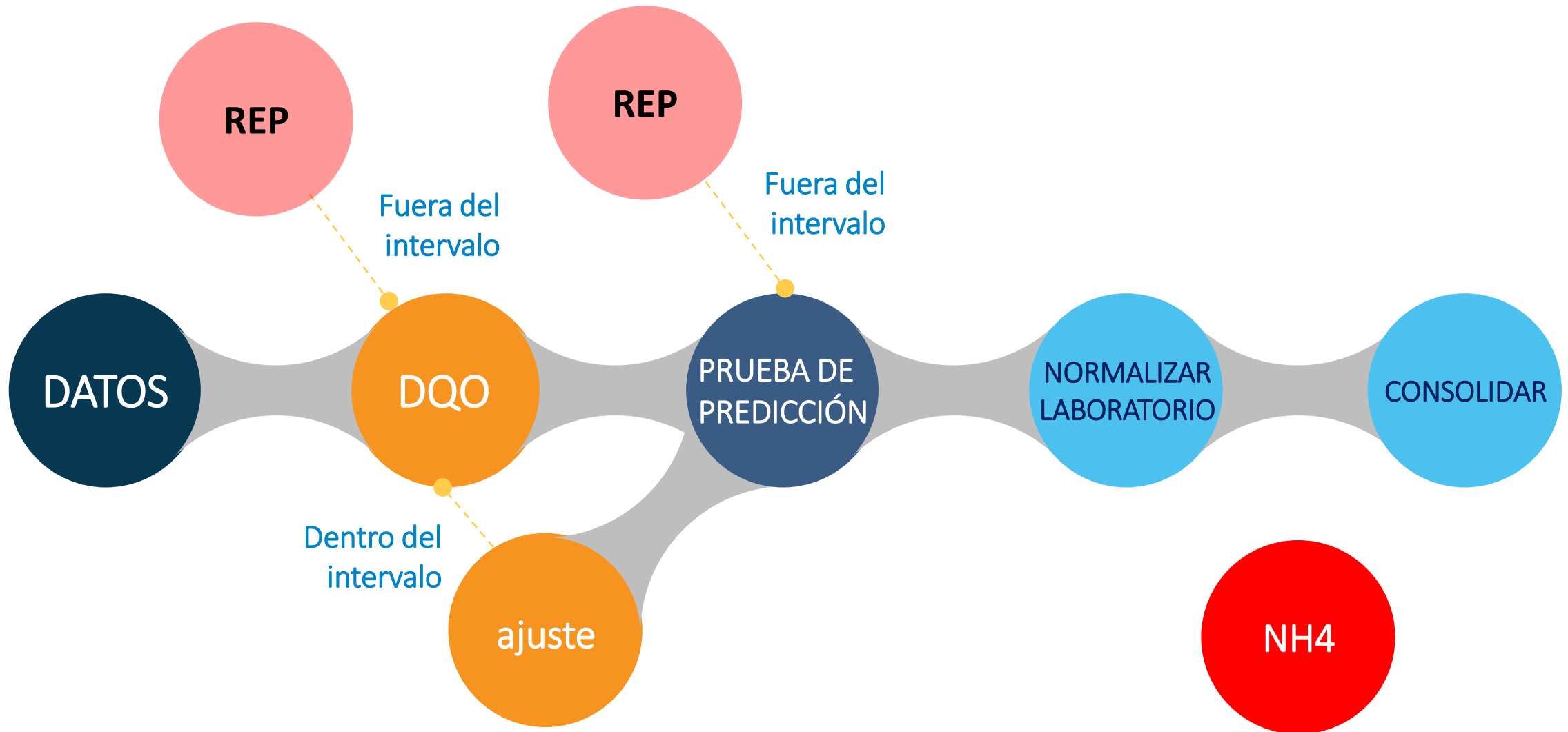
Cribado de datos



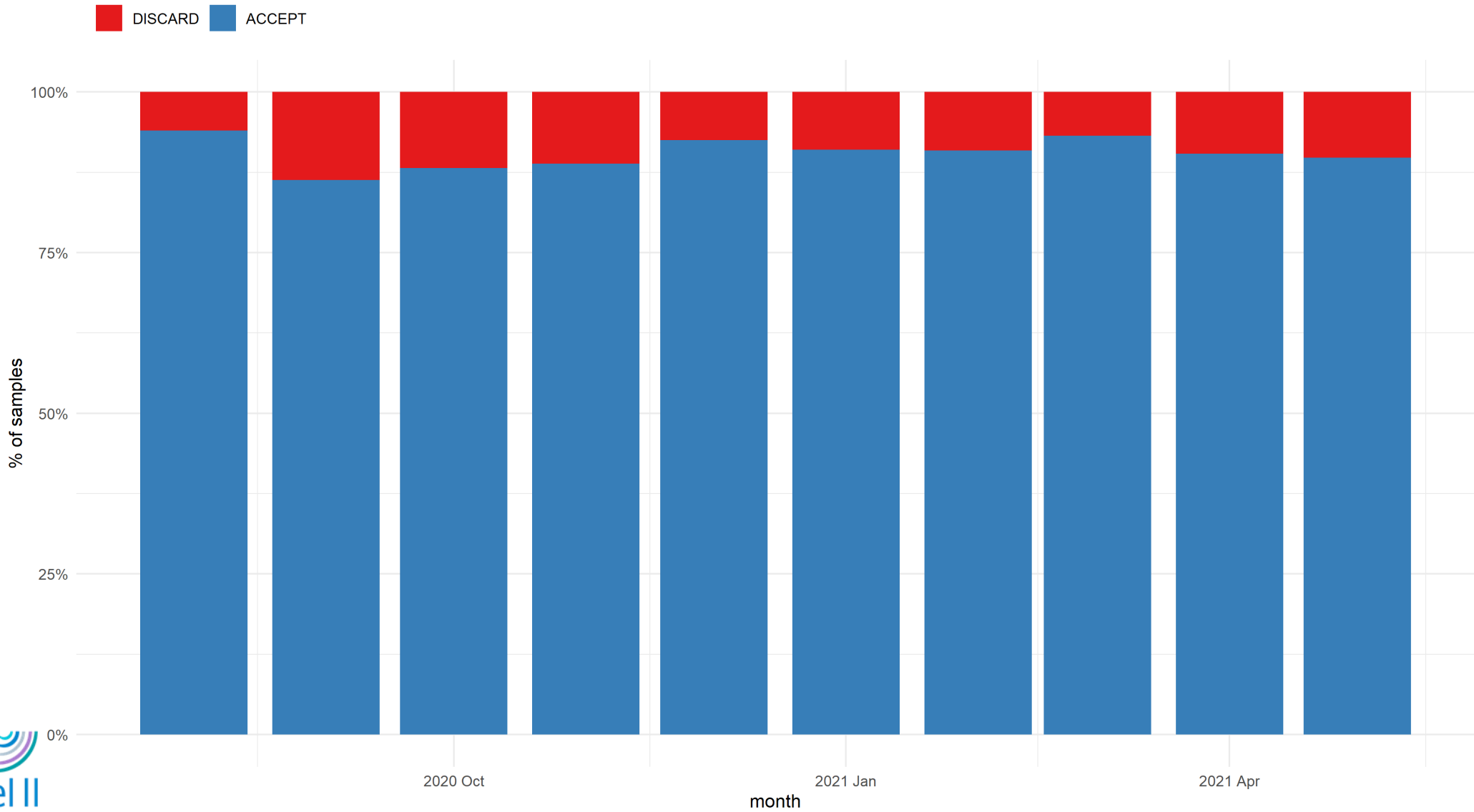
Cribado de datos



Cribado de datos









SE PUEDE DETECTAR

SE PUEDE CUANTIFICAR

**SE PUEDEN
COMPARAR TENDENCIAS**

**SE DETECTA ANTES
EN EL AGUA RESIDUAL**

**CURVA SIMILAR A LAS
SANITARIAS**



Líneas de tendencia



VIGÍA 3.0

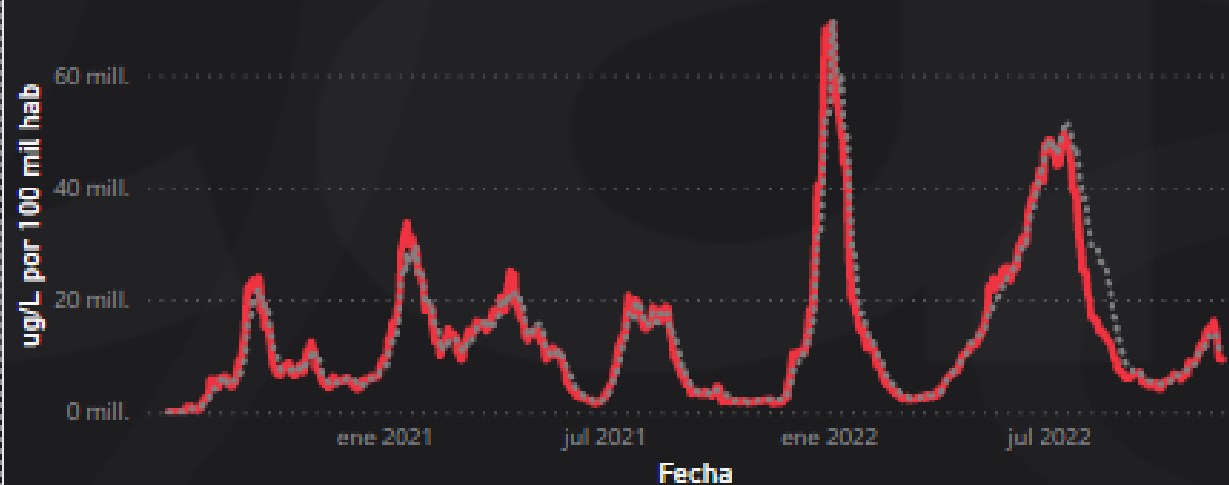
Canal de Isabel II

Sistema de visualización de presencia de SARS-CoV-2 en la Comunidad de Madrid

[Volver](#)

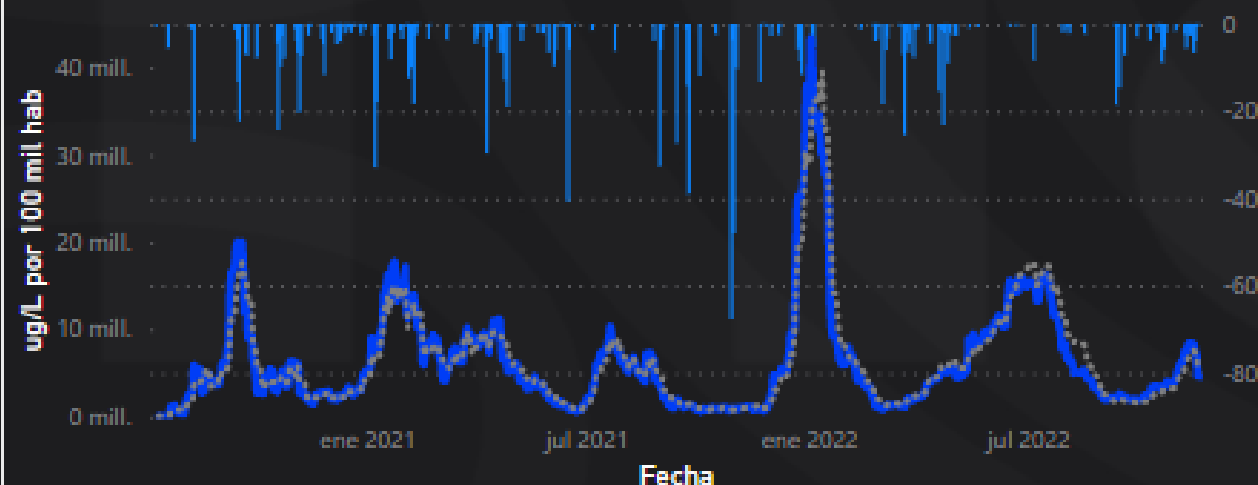
ug/L por 100 mil hab en la Comunidad de Madrid

● ug/L por 100 mil hab acumulado ● media móvil 2 previas por 100 mil hab acumulado

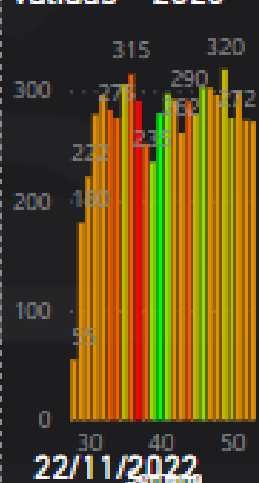


ug/L por 100 mil hab en el municipio de Madrid

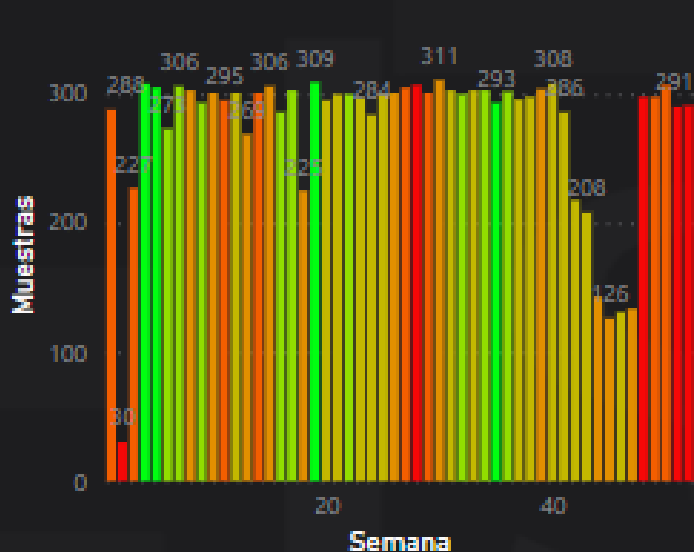
● Precipitación ● ug/L por 100 mil hab acumulado ● media móvil 2 previas por 100 mil hab acumulado



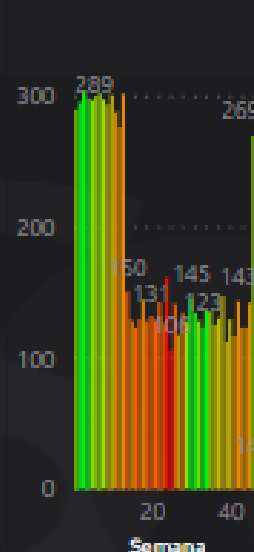
Muestras totales semanales válidas - 2020



Muestras totales semanales válidas - 2021

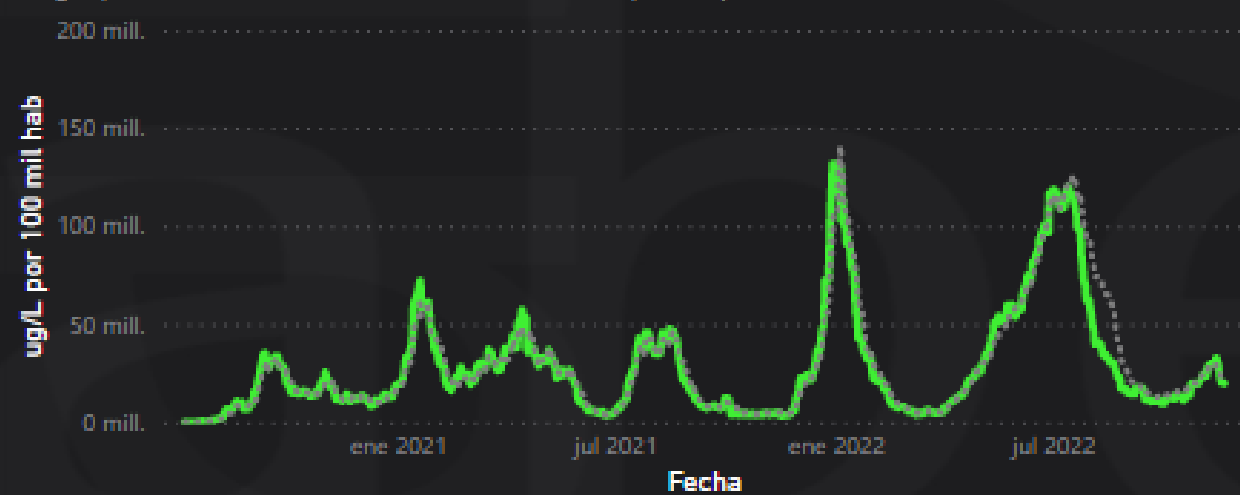


Muestras totales semanales válidas - 2022



ug/L por 100 mil hab en el resto de la CAM

● ug/L por 100 mil hab acumulado ● media móvil 2 previas por 100 mil hab acumulado



22/11/2022



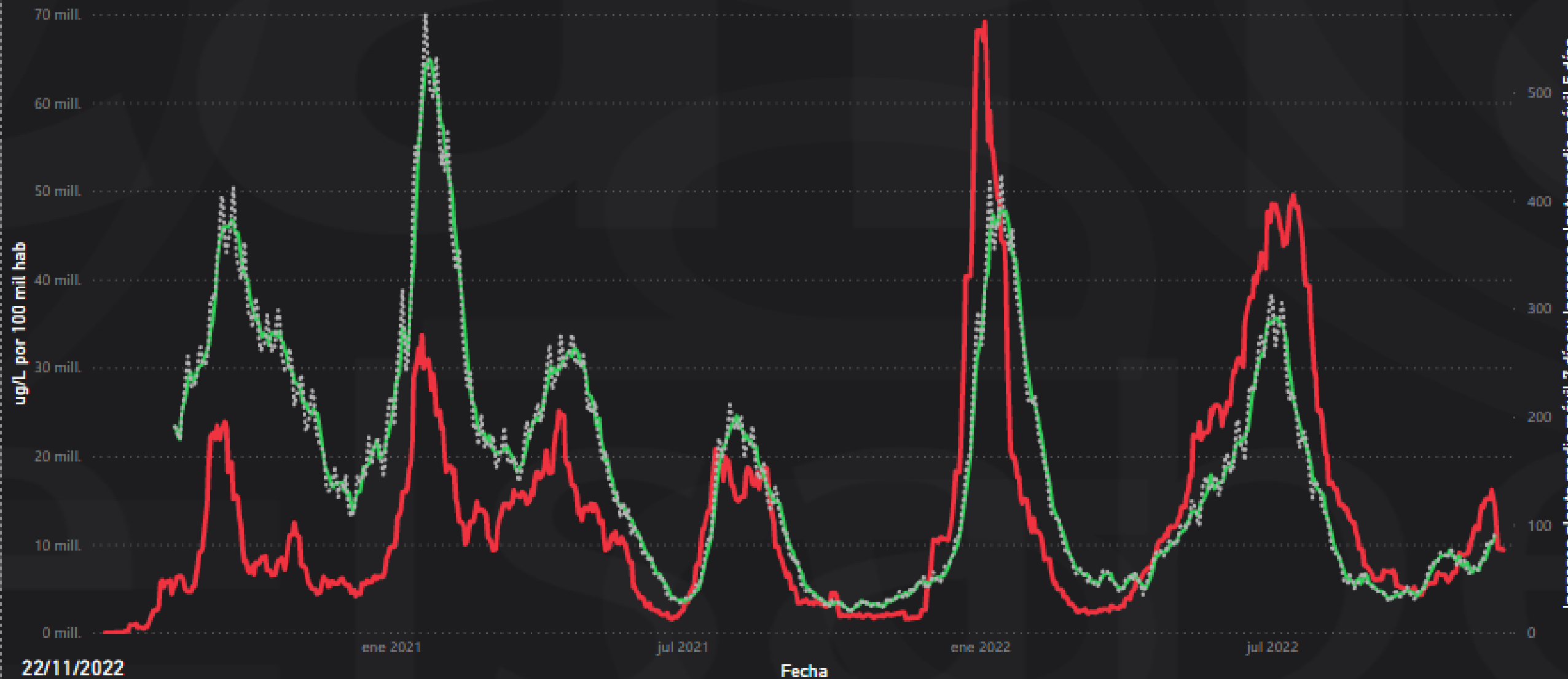
VIGÍA 3.0

Sistema de visualización de presencia de SARS-CoV-2 en la Comunidad de Madrid

[Volver](#)

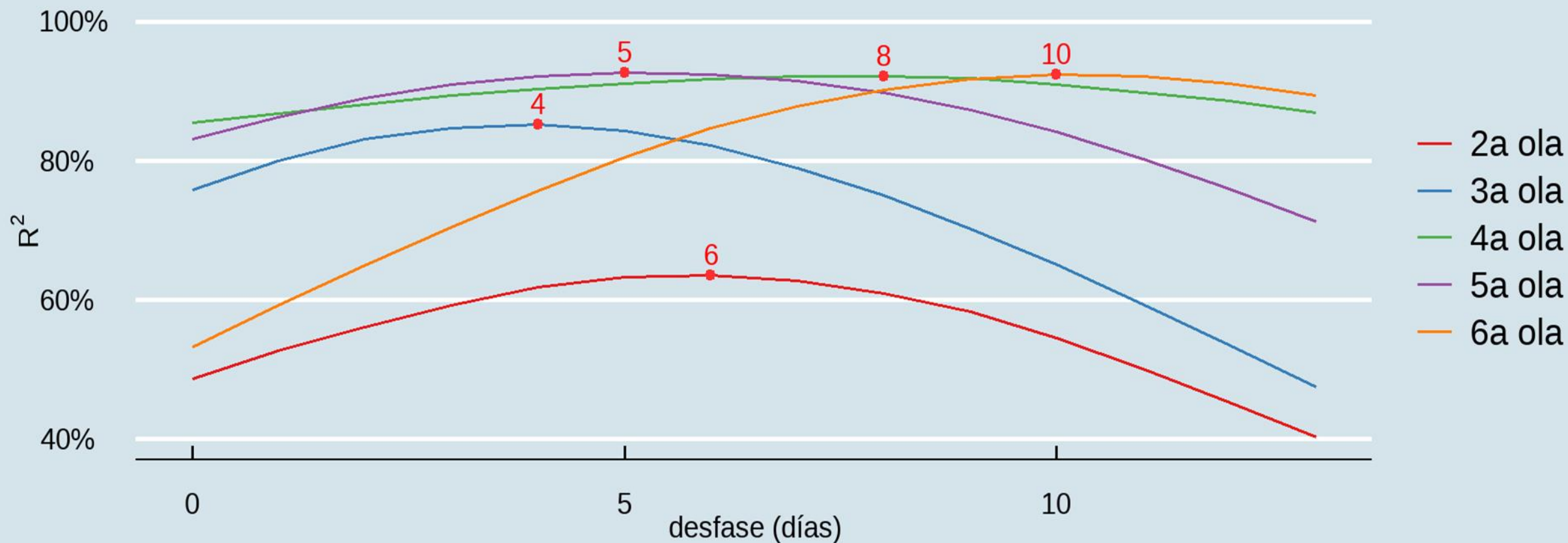
ug/L por 100 mil hab en la Comunidad de Madrid

● ug/L por 100 mil hab acumulado ● Ingresos planta media móvil 7 días ● Ingresos planta media móvil 5 días



Correlación ingresos - residuales

Coefficiente de determinación





VIGÍA 3.0

Última actualización: 22/11/2022 15:31

Canal
de Isabel II

Último análisis: 21/11/2022

Estado

Presencia

ID

Fecha

289

Pozos filtrados

Todas

Todas

Todas

Todas

Mapa de zonas de influencia

Search

mapbox

Seleccionar una cuenca para ver el histórico de resultados

mapbox
22/11/2022

© Mapbox © OpenStreetMap. Improve this map



Total de Ratio por
100 mil hab



VIGÍA 3.0

Última actualización: 22/11/2022 15:31

Canal de Isabel II

Último análisis: 16/11/2022

Estado

Todas

Presencia

Todas

ID

Todas

Fecha

Todas

1

Pozos filtrados

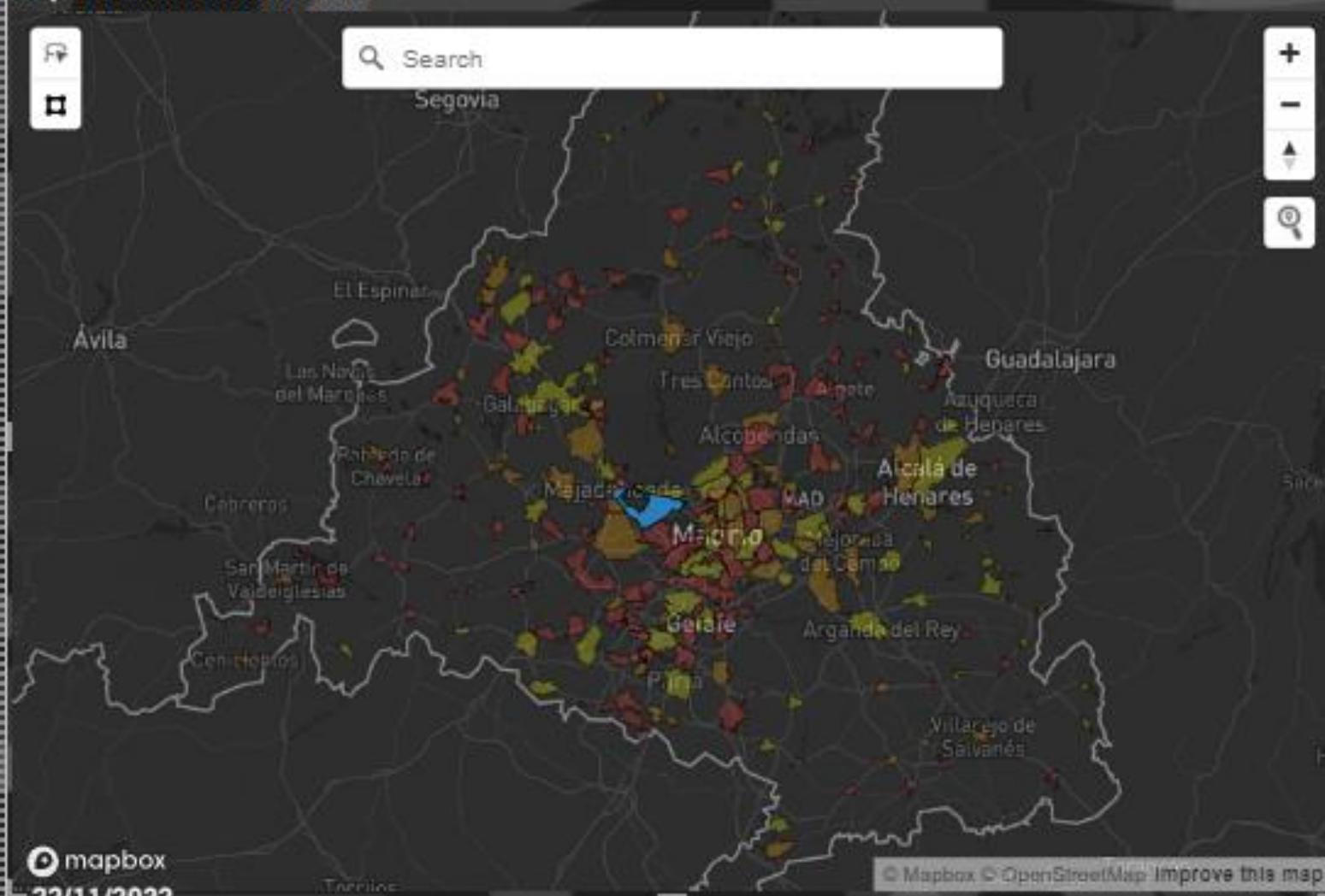


Mapa de zonas de influencia



Search

Segovia



Último valor (ug/L) por cada 100 mil hab: 5E+6

ug/L detectadas por 100 mil hab

valor de muestra por 100 mil hab media móvil 2 muestras

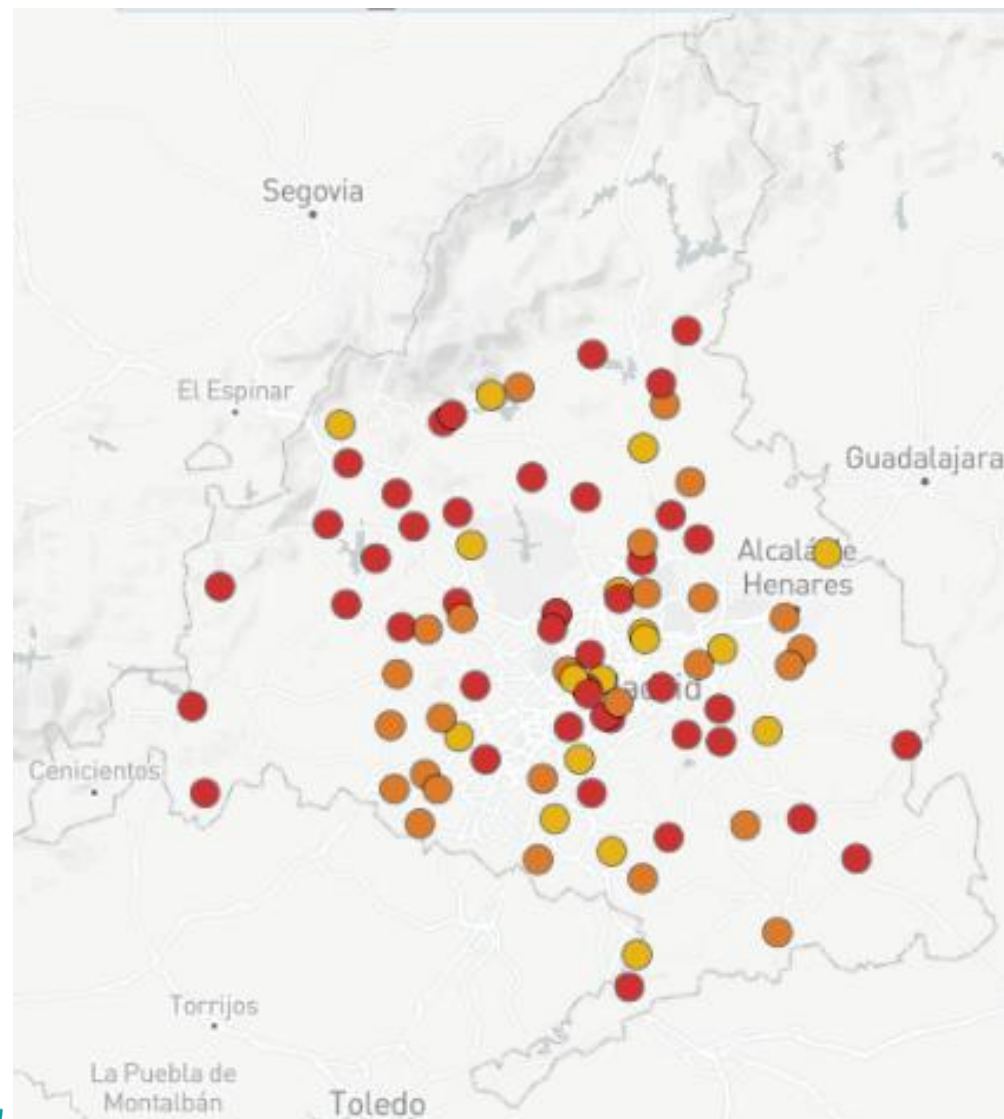
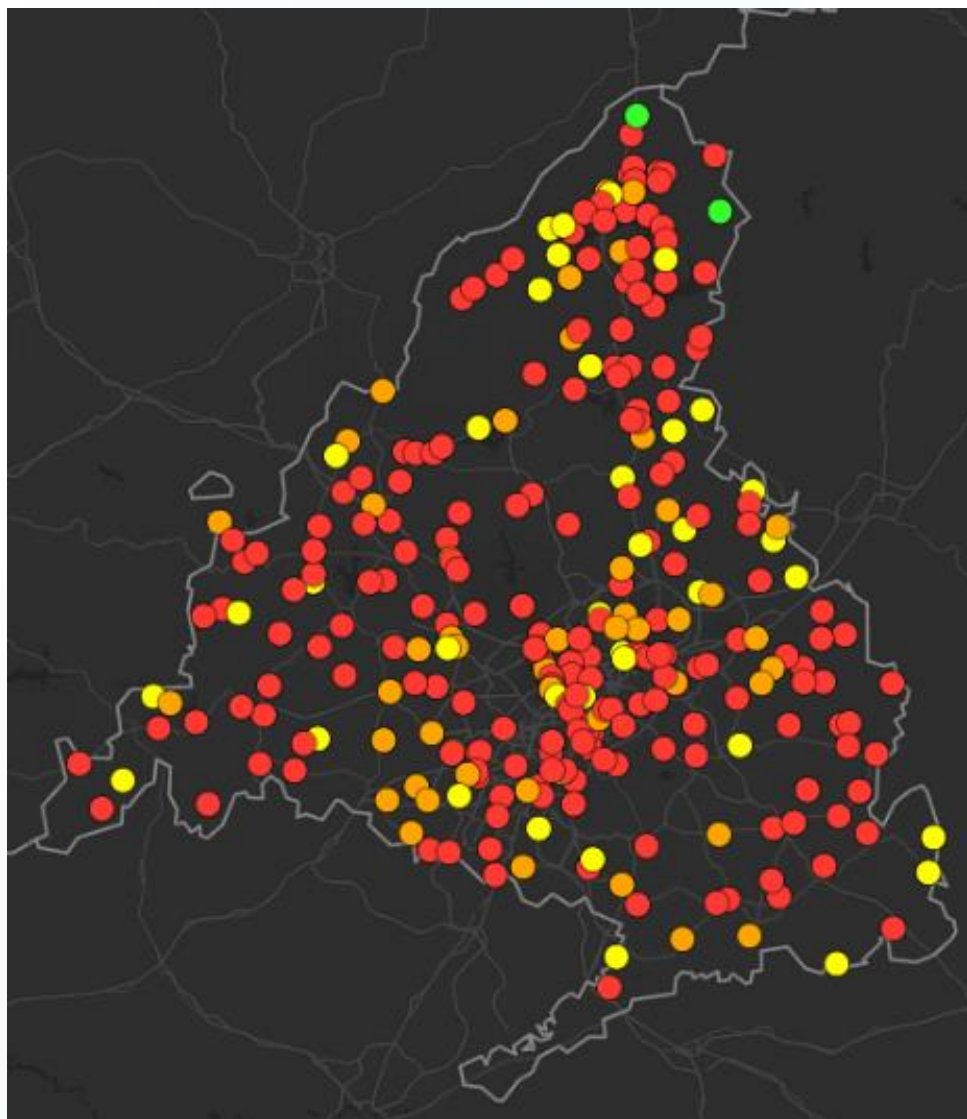


mapbox 22/11/2022

Mapbox OpenStreetMap Improve this map

Hosp
 UCI

 Total de Ratio por 100 mil hab





RED PERMANENTE

VIGÍA 3.0

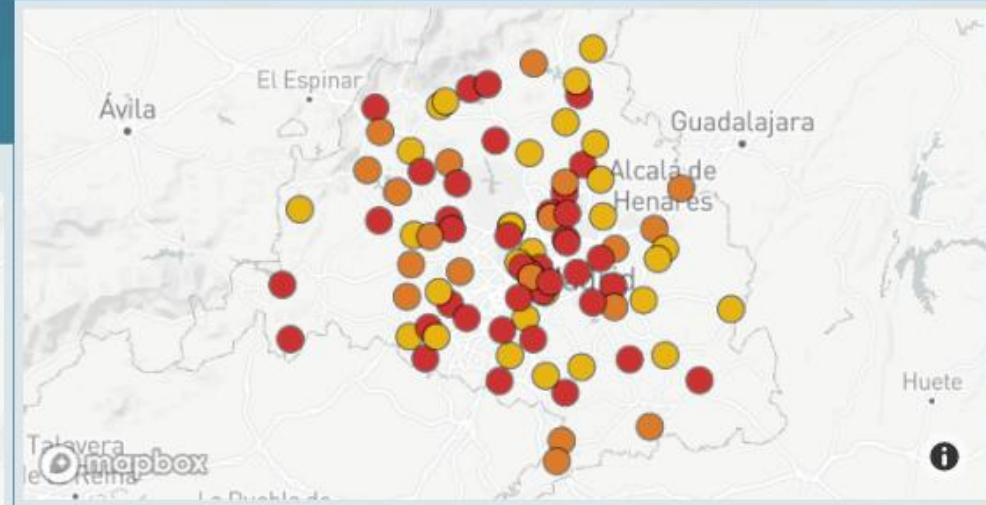
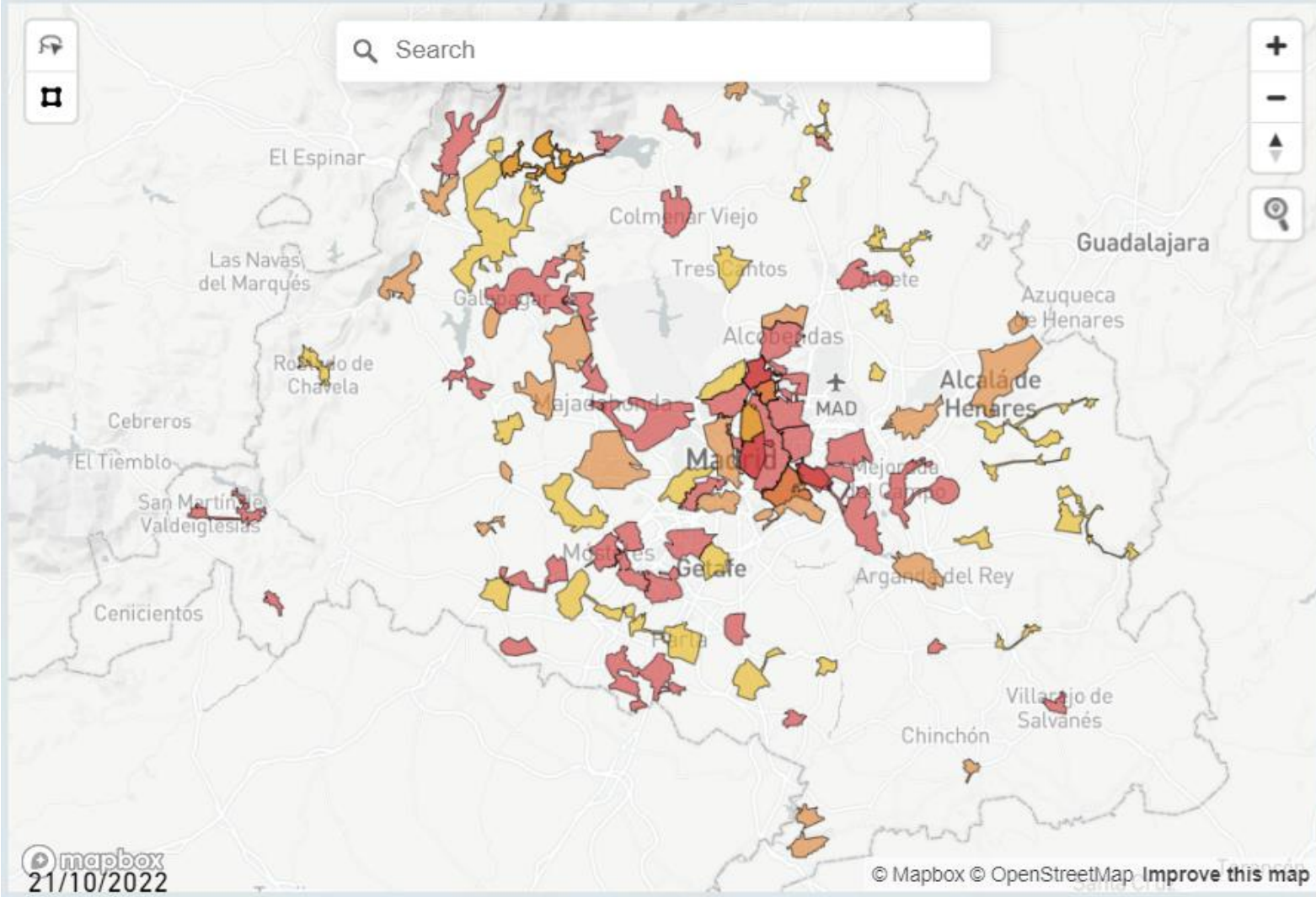
Última actualización: 20/10/2022 16:11

Canal de Isabel II

Último análisis: 19/10/2022

Estado <input type="button" value="v"/>	Presencia <input type="button" value="v"/>	ID <input type="button" value="v"/>	Fecha <input type="button" value="v"/>	87
Todas <input type="button" value="v"/>	Todas <input type="button" value="v"/>	Todas <input type="button" value="v"/>	Todas <input type="button" value="v"/>	Pozos filtrados

Mapa de zonas de influencia



Seleccionar una cuenca para ver el histórico de resultados



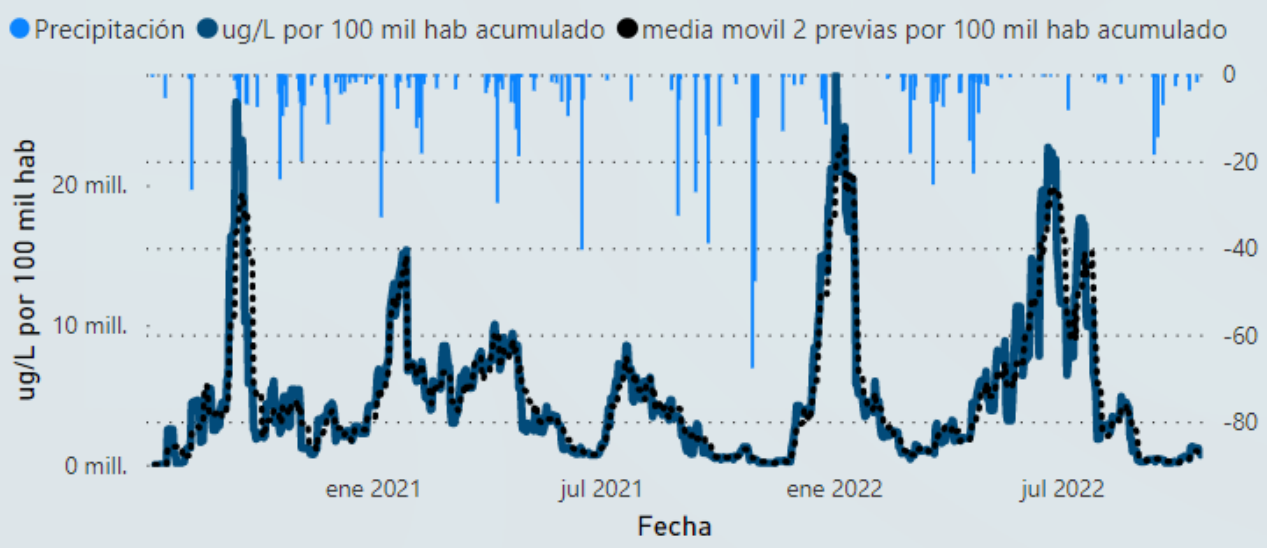
Sistema de visualización de presencia de SARS-CoV-2 en la Comunidad de Madrid

[Volver](#)

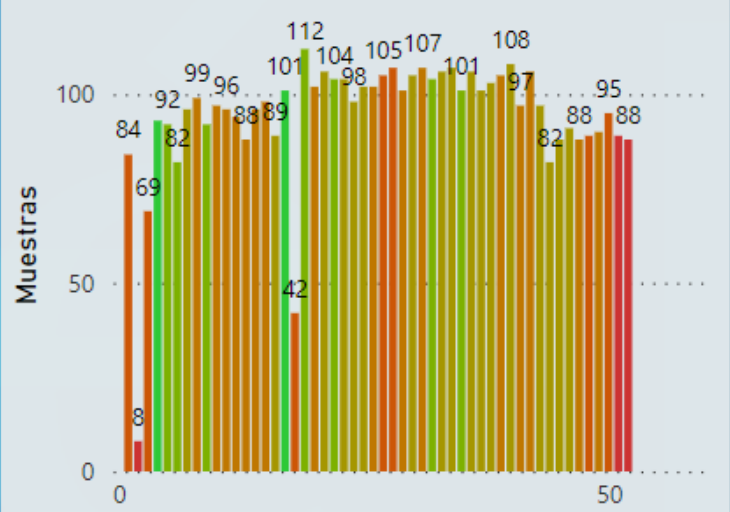
ug/L por 100 mil hab en la Comunidad de Madrid



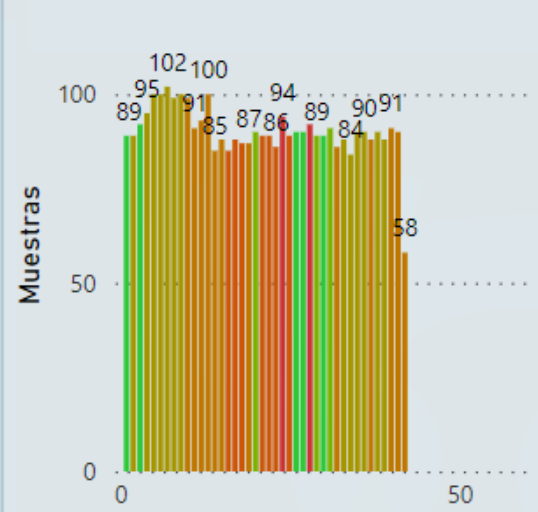
ug/L por 100 mil hab en el municipio de Madrid



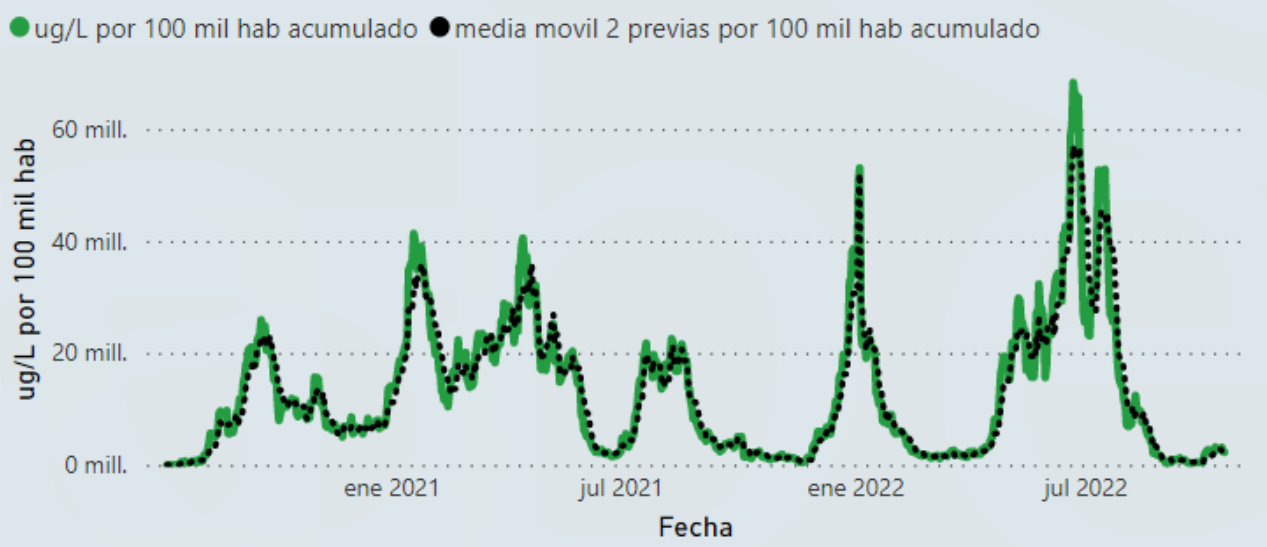
2021



2022



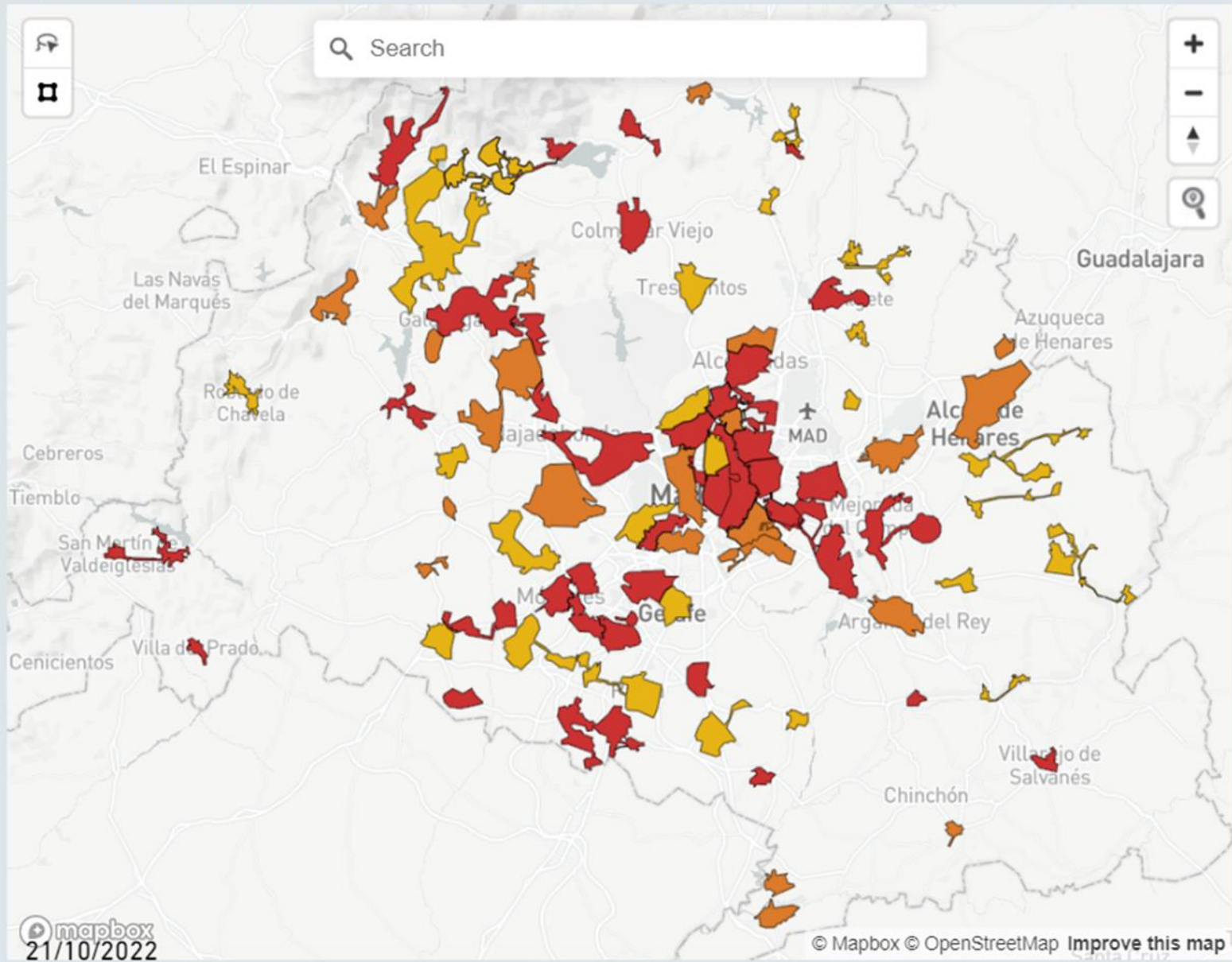
ug/L por 100 mil hab en el resto de la CAM





VIGÍA 3.0

Mapa de zonas de influencia

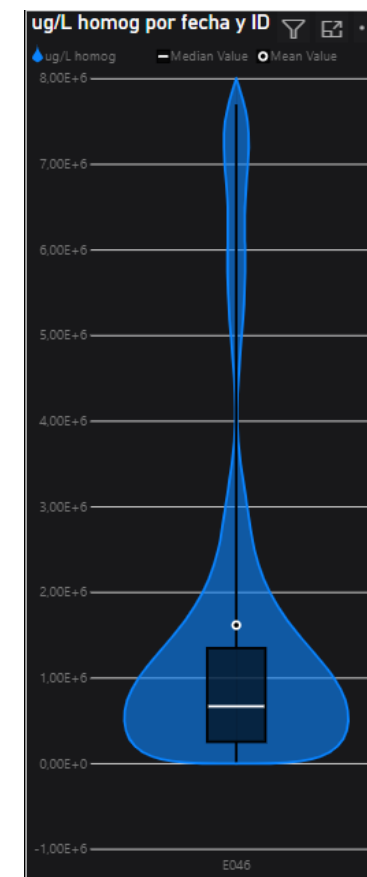
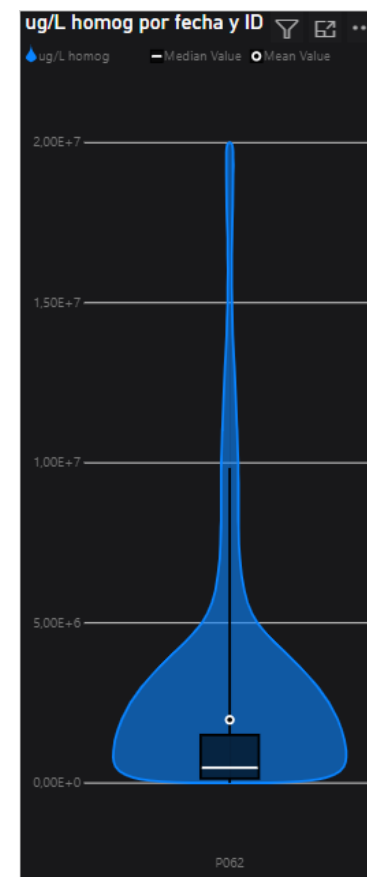
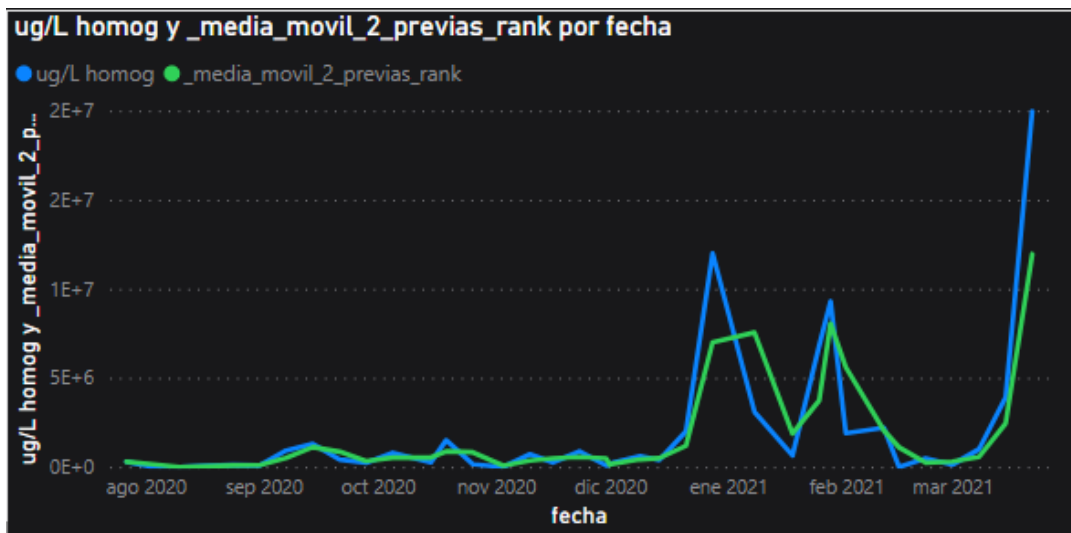


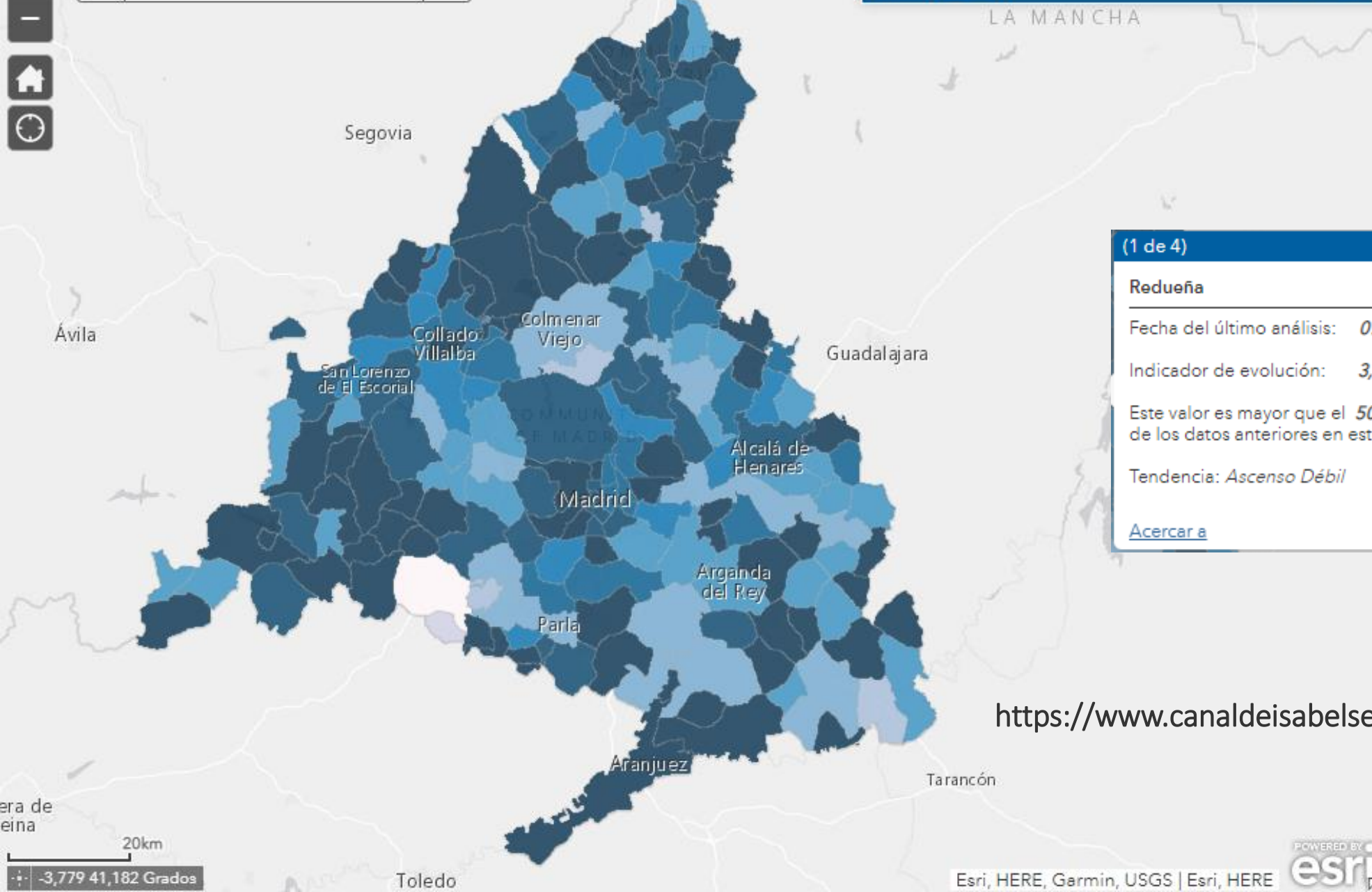
ALERTAS
10 con peor evolución

[Volver](#)

ID	Municipios/Distritos
E089	
E108	
E112	
P054	
E002	
P140	
P095	
P125	
P031	
P177	

Seleccionar una cuenca para ver el histórico de resultados





Información

⌵ ✕

(1 de 4) ▶ □ ✕

Redueña

Fecha del último análisis: **07/01/2022**

Indicador de evolución: **3,47**

Este valor es mayor que el **50%** de los datos anteriores en este punto.

Tendencia: *Ascenso Débil*

[Acercar a](#) ⋮

<https://www.canaldeisabelsegunda.es/mapa-vigia>

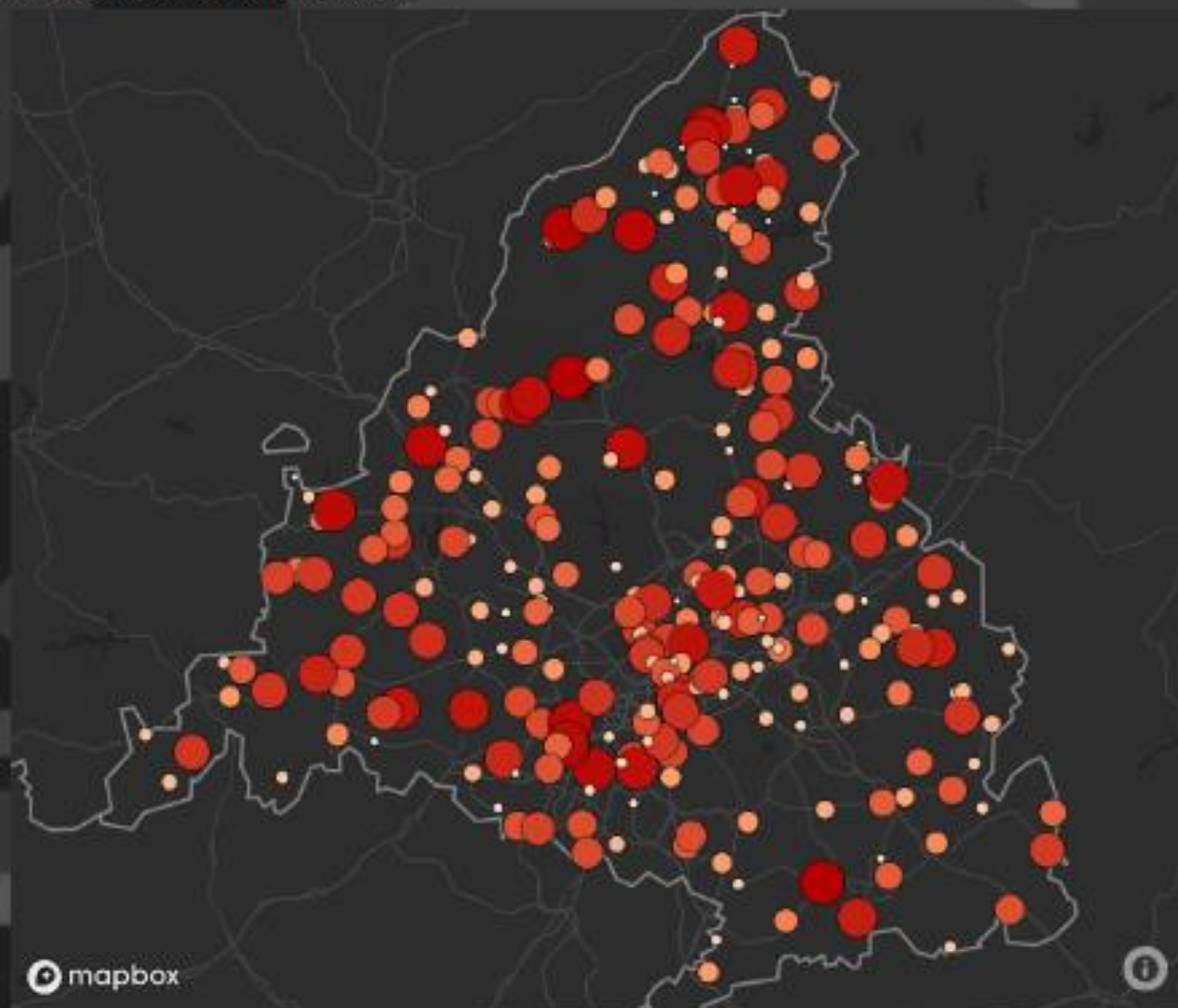


VIGÍA 3.0

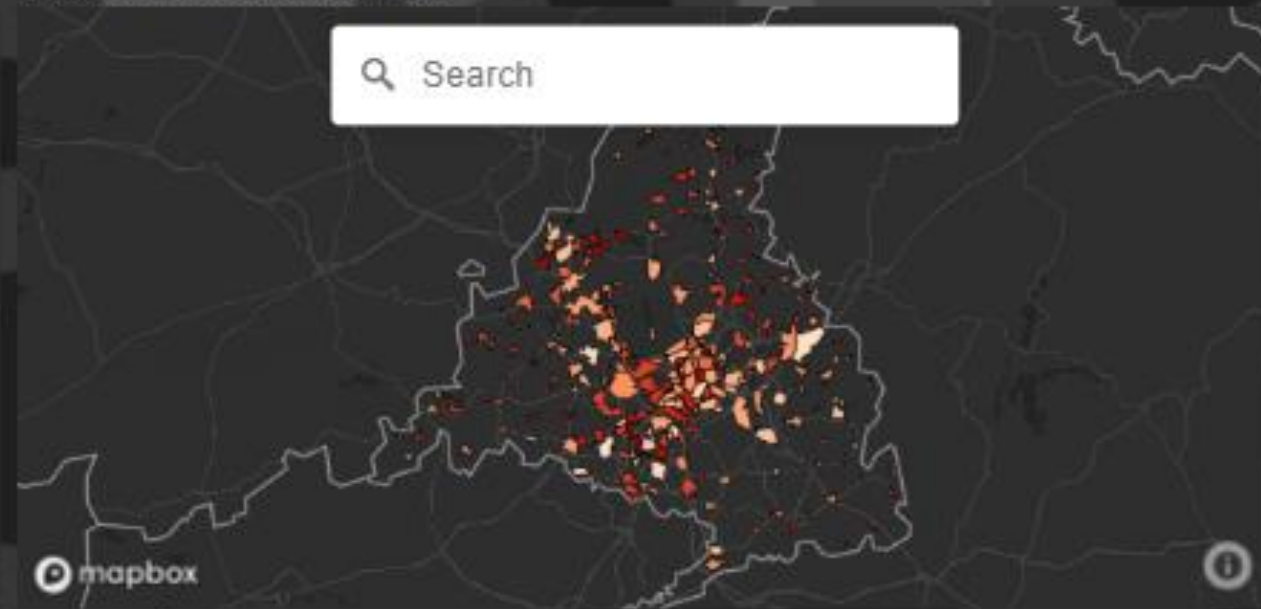
Sistema de visualización de presencia de SARS-CoV-2 en la Comunidad de Madrid

[← Volver](#)

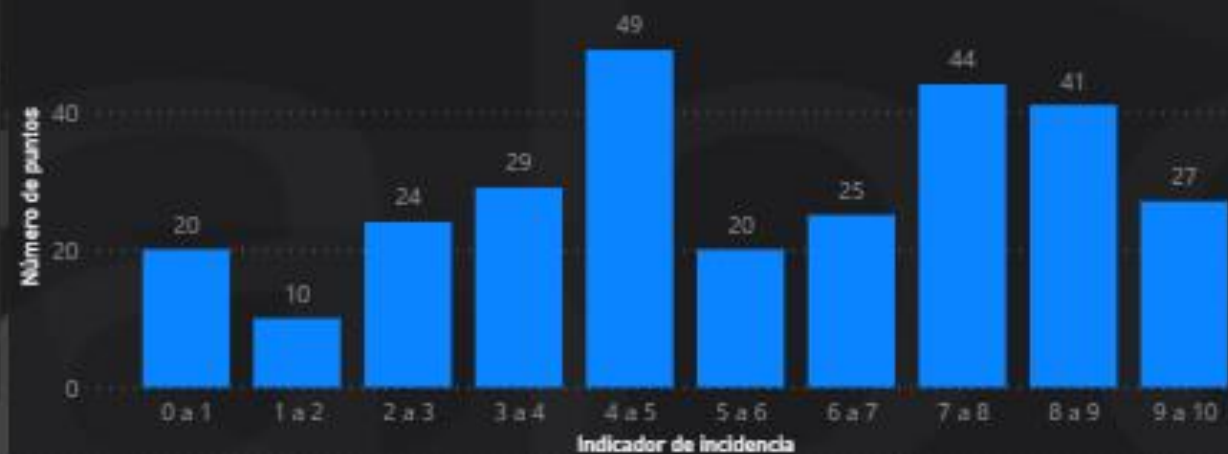
Mapa de pozos de muestreo

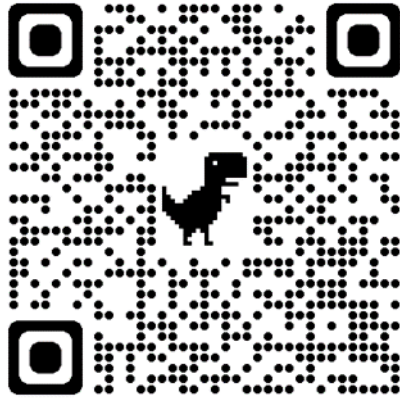


Mapa de zonas de influencia



Distribución del indicador de incidencia





Antonio Lastra, Jaime Botello, Alejandro Pinilla, Joseba Iñaki Urrutia, Jesús Canora, Juan Sánchez, Pascual Fernández, Francisco Javier Candel, Antonio Zapatero, Mónica Ortega, Jaime Flores, (2022) **SARS-CoV-2 detection in wastewater as an early warning indicator for COVID-19 pandemic**. Madrid region case study, Environmental Research, Volume 203,

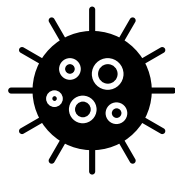


Lastra de la Rubia, A. (2022). **El sistema VIGÍA: control de pandemias a través del análisis del agua residual**. Revista Digital del Cedex, (200), 109-118

**EL AGUA RESIDUAL ES UN REFLEJO
DE LA POBLACIÓN QUE LA GENERA**



Dónde vamos...



Monitorización de enfermedades



Monitorización de contaminantes emergentes



Análisis de usos y costumbres de la población (biomarcadores)



Alerta temprana ante vertidos tóxicos



**GRACIAS A TODO UN EQUIPO
HUMANO**

Antonio Lastra de la Rubia
Dr. Ingeniero de Caminos, canales y puertos

**Gracias por
vuestra atención.**



II Ciclo de 20 MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO