

Informe del Comité Técnico Red Andaluza de Vigilancia de Aguas Residuales de la Provincia de Córdoba como indicador de alerta temprana de la propagación del COVID-19

Semana 15: 11 a 17 de abril de 2.022

Semana 16: 18 a 24 de abril de 2.022

Introducción

El objetivo principal de la red es estudiar la correlación entre el material genético detectado en aguas residuales y la incidencia acumulada (IA) de casos a los efectos de analizar si este indicador puede ser válido como:

1. Indicador de alerta temprana.
2. Indicador para medir efectividad de las medidas adoptadas para la contención de la propagación del virus.
3. Indicador de ayuda a la toma de decisiones sobre dónde realizar cribados masivos.
4. Indicador que correlacione el número de copias de material genético con la incidencia acumulada.

Con la entrada en vigor el 28 de marzo de 2022 de la nueva estrategia de vigilancia y control frente a Covid-19 tras la fase aguda de la pandemia se modifica el informe que se venía realizando hasta el momento. En el anterior informe se calculaban y representaban los casos covid y la incidencia acumulada a 14 días para estudiar la correlación entre el material genético detectado en aguas residuales y la incidencia acumulada de casos. La fuente de datos de la referida información era la aplicación informática Redalerta, en la que se consultan los datos de cada persona que tiene un diagnóstico confirmado de covid-19 según los métodos de diagnóstico reconocidos.

Con la nueva estrategia de vigilancia y control solo está indicada la realización de una PDIA (prueba diagnóstica de infección activa) en determinadas situaciones, por lo que solo podemos obtener información de los casos covid que cumplen con los criterios establecidos (ámbitos vulnerables, personas de 60 años o más, inmunodeprimidos, embarazadas...), dejamos de tener la información de los casos covid de la población de Córdoba para estudiar la correlación entre los dos indicadores.

Por consiguiente, a partir del 28 de marzo del 2022, los informes del Comité Técnico de la Red Andaluza de Vigilancia de Aguas Residuales de la Provincia de Córdoba solo se refieren a datos de material genético detectado en las aguas residuales.

En la provincia de Córdoba el estudio de SARS-CoV-2 en aguas residuales se concreta en los municipios de Lucena y Córdoba, si bien el análisis en aguas se está realizando, por el momento, solo en el municipio de Córdoba.





Consideraciones del estudio en el municipio de Córdoba:

En el municipio de Córdoba, la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A (Emacsa) toma muestras simples de aguas residuales (no compuestas), y son remitidas para su análisis al departamento de genética de la Universidad de Córdoba (Grupo de Genómica y Biotecnología Animal).

Datos de la técnica empleada en el análisis de las aguas residuales:

Se sigue el protocolo de Randazzo et al. 2020, por el que mediante RT-qPCR se cuantifican las copias de fragmentos de genes del virus presente en las muestras de aguas residuales que han sido previamente concentradas. A continuación se lleva a cabo la extracción de ARN vírico empleando el kit CVX™ Viral RNA Extraction Kit (Canvax) y se procede a la cuantificación del virus empleando tres dianas víricas (**ORF1; Proteína S, Proteína N**) que proporciona el kit TaqMan™ 2019-nCoV Assay v1 (Applied Biosystems).

El resultado para el SARS-CoV-2 se determina de la siguiente manera:

- **NEGATIVO**→ Las dianas determinadas (ORF1, S y N) son negativas.
- **POSITIVO**→ Hay detección robusta para una de las dianas (ORF1, S y N), o detección para dos de las dianas, aunque la determinación sea por debajo del límite de cuantificación.
- **PRESUNTO POSITIVO**→ Solo hay detección para una de las dianas, y esta no es muy robusta, siendo una diana positiva y las otras dos negativas.

El límite de cuantificación, que es la cantidad más pequeña del analito (ARN del virus) que se puede cuantificar por la técnica utilizada (RT-qPCR) de forma reproducible y confiable, es:

- Para la diana ORF 1: $3.67 \log_{10} \text{cg/L}$
- Para la diana S: $2.52 \log_{10} \text{cg/L}$
- Para la diana N: $3.50 \log_{10} \text{cg/L}$

La concentración vírica más baja del SARS-CoV-2 (copias genómicas equivalentes o ECG) que puede detectar el kit TaqPath™ COVID-19 son 10 ECG.

Criterios para evaluar la evolución de los datos obtenidos en las aguas residuales:

Los resultados obtenidos tras el análisis de las muestras son cuantificados por los laboratorios como copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro (cg/l). Los datos se transforman a escala logarítmica ($\log_{10}$ cg/l) debido a las magnitudes y rangos de los datos, las características de las poblaciones microbianas y la forma de propagación de las enfermedades infecciosas en la población.



Para evidenciar la evolución de los datos, se calcula la variación a partir de la diferencia de cuantificación en unidades genómicas de copias de ARN de cada cuenca de muestreo respecto a la semana anterior. Los resultados pueden mantenerse estables, aumentar o disminuir, en función de las siguientes categorías:

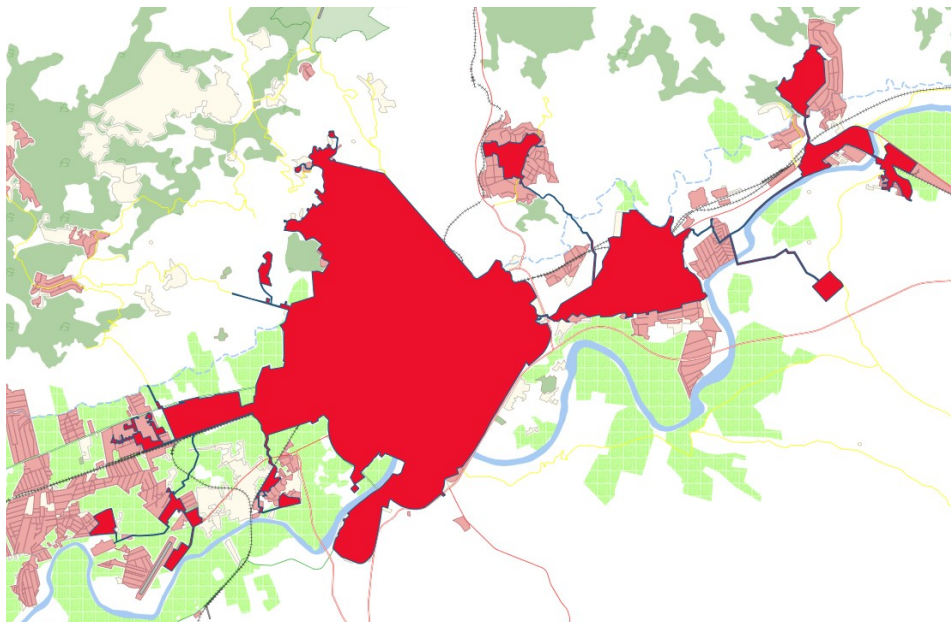
Variación	Unidades logarítmicas de diferencia
Aumento significativo	Más de +1
Aumento	Entre + 0,4 y +1
Estable	Entre - 0,4 y + 0,4
Disminución	Entre - 0,4 y -1
Disminución significativa	Menos de -1

Puntos de toma de muestras:

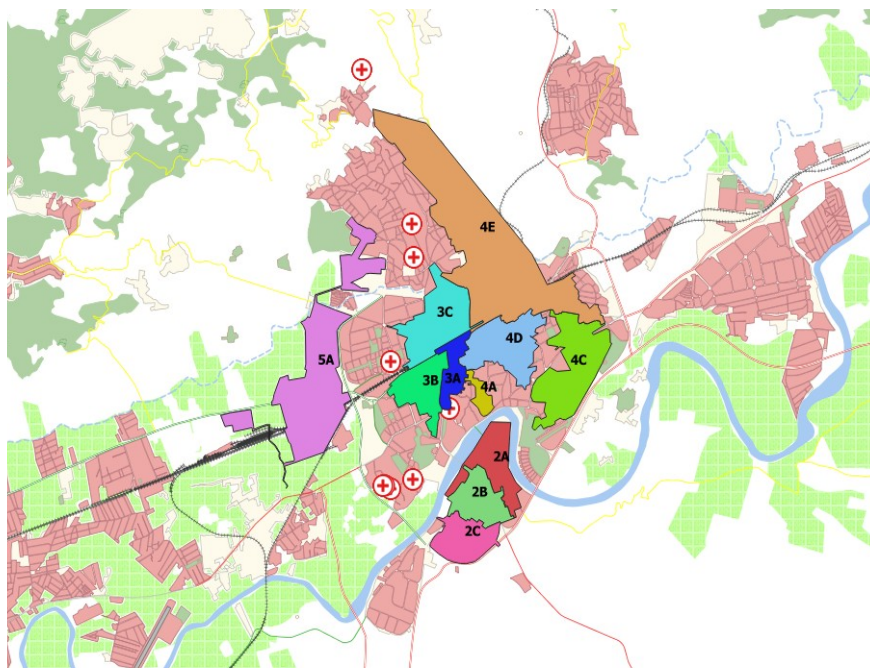
Siguiendo los criterios establecidos en *Acuerdo de 7 de julio de 2020, del Consejo de Gobierno, por el que se toma conocimiento del informe de la Consejería de Salud y Familias sobre la creación de la Red Andaluza de Vigilancia de Aguas Residuales como indicador de alerta temprana de la propagación del COVID-19 (Boja n.º 132, de 10 de julio de 2020)*, se han seleccionado doce puntos de muestreo, uno en la EDAR, y los once restantes en la ciudad de Córdoba que recogen las aguas de vertido de once zonas de la ciudad, así:

- Se han excluido las áreas de influencia de los hospitales y la mayoría de las zonas industriales.
- Se han incluido todas las zonas desfavorecidas de la ciudad de Córdoba, que corresponden con la barriada de las Palmeras (cuenca 5), Las Moreras (cuenca 3C) y Distrito Sur Córdoba (que se incluye en las cuencas 2B, 2C y parte de la 2A).
- Se han incluido once residencias de mayores. En las cuencas 2A, 2C, 3A, 3C, 4A, 4E y 5 se encuentra una residencia en cada una de ellas, en la cuenca 4D hay tres residencias y en las cuencas 2B, 3B y 4C no existen residencias. No se han podido incluir más debido a que coincidían con las áreas de influencia de los hospitales o por otros criterios de selección.
- Se ha tenido en cuenta la concentración de población y la incidencia de COVID.

En el **anexo I** se relaciona cada cuenca con los barrios, residencias de mayores, zonas desfavorecidas, centros de salud, unidades de gestión clínicas y población asociada a las mismas.



Gráfica 1: Representación de la cuenca de vertido de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) “La Golondrina”



Gráfica 2: Representación de las cuencas de vertido seleccionadas para la toma de muestras en aguas residuales, con identificación de los nombres de las cuencas y la localización geográfica (con una cruz roja) de los hospitales de la ciudad de Córdoba.



Días y horas de toma de muestras:

La hora de toma de muestras en los diferentes puntos se ha tenido en cuenta atendiendo al periodo de máxima carga y el tiempo y recorrido de las aguas residuales hasta ese punto de muestra. Las toma de muestra se realizan a la misma hora todas las semanas con una oscilación máxima de un cuarto de hora.

Se han tomado las muestras en dos días por la imposibilidad logística de tomar las doce muestras en un mismo día, no obstante se ha tenido en cuenta que cada cuenca se muestree el mismo día de la semana, martes o jueves.

Toma de muestras: MARTES	
Cuenca	Hora
2B	11:00
2C	11:15
2A	11:30
3C	12:00
EDAR	12:00
5	12:30

Toma de muestras: JUEVES	
Cuenca	Hora
4E	11:00
4D	11:15
4A	11:30
4C	12:00
3A	12:15
3B	12:30

Representación gráfica del número de copias de ARN en aguas residuales:

En estos mapas se representan geográficamente los resultados analíticos del estudio de ARN en aguas residuales en los puntos de muestreo que recogen las aguas residuales de las cuencas seleccionadas, tanto las que se muestrean los martes como los jueves.

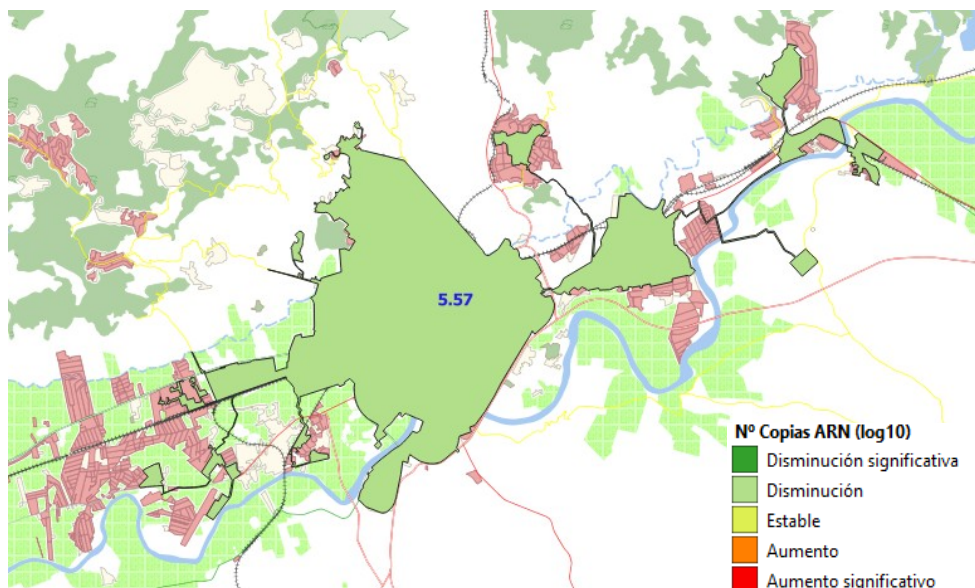
Se representa en color la variación en el número de copias, que se calcula a partir de la diferencia de cuantificación en unidades genómicas de copias de ARN respecto a la semana anterior. Los resultados pueden mantenerse estables, aumentar o disminuir, y se representan según el color correspondiente. Además se etiquetan las cuencas con el número de copias de ARN de la semana de estudio.

Se representan en dos mapas diferentes, en el primero de ellos se representa el resultado analítico de la cuenca que vierte a la EDAR “ La Golondrina”, corresponde con la mayor parte de la ciudad de Córdoba e incluye los hospitales (gráfica 2), y el segundo corresponde a las 11 cuencas de vertido en las que se ha dividido la ciudad y corresponde con las cuencas seleccionadas y representadas en la gráfica 2.



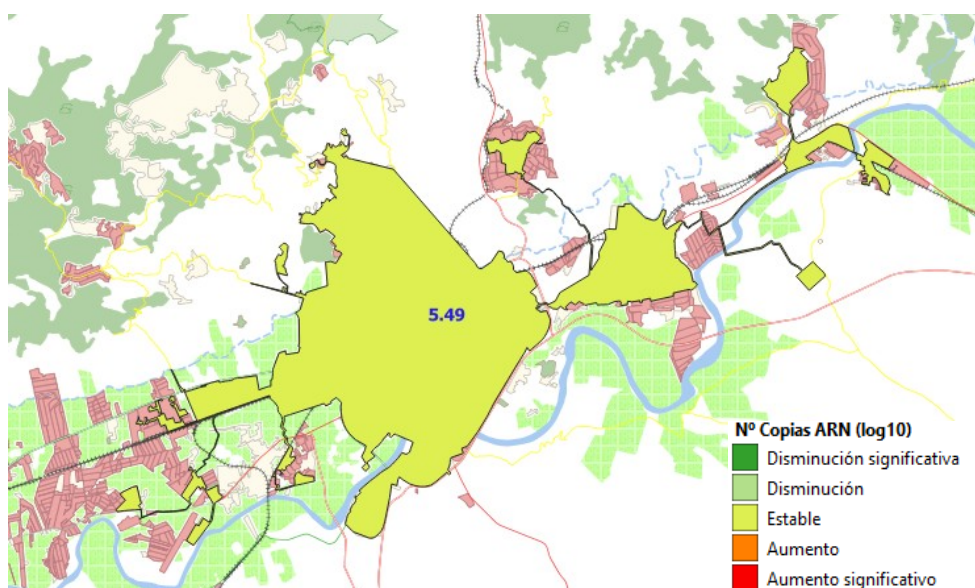
A - Mapas de la variación en el número de copias de la cuenca EDAR “La Golondrina”:

A.1 - Mapa de la semana 15 (días de toma de muestras 11/04/2022)



Gráfica 3: N.º de copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro de agua residuales, transformado a escala logarítmica ($\log_{10}$ cg/l) de esta semana y variación en el número de copias genómicas respecto a la semana anterior.

A.2 - Mapa de la semana 16 (días de toma de muestras 19/04/2022)

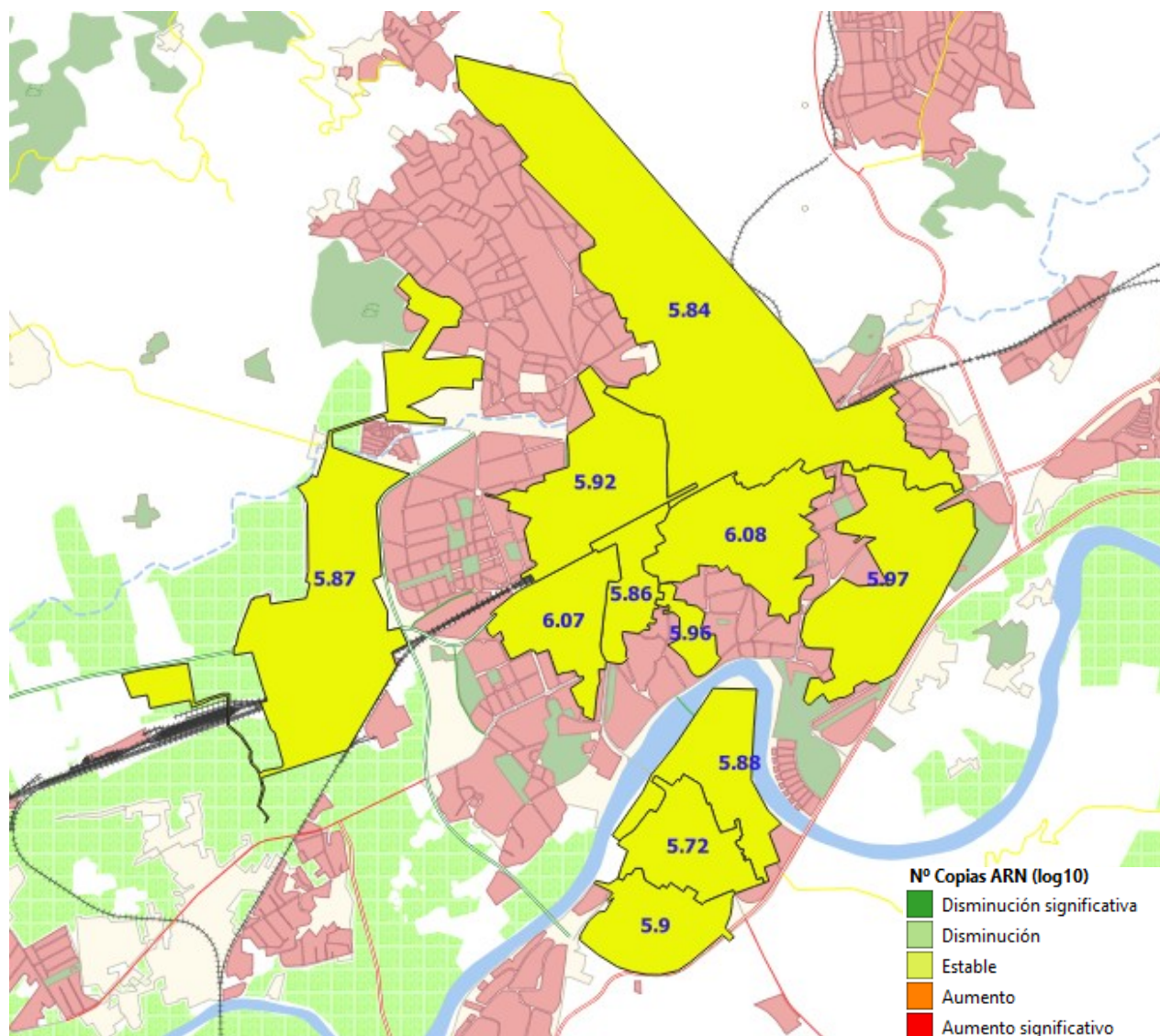


Gráfica 4: N.º de copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro de agua residuales, transformado a escala logarítmica ($\log_{10}$ cg/l) de esta semana y variación en el número de copias genómicas respecto a la semana anterior.



B - Mapas de la variación en el número de copias del resto de las cuencas de muestro de la ciudad de Córdoba:

B.1 - Mapa de la semana 15 (días de toma de muestras 11/03/2022 y 12/03/2022):

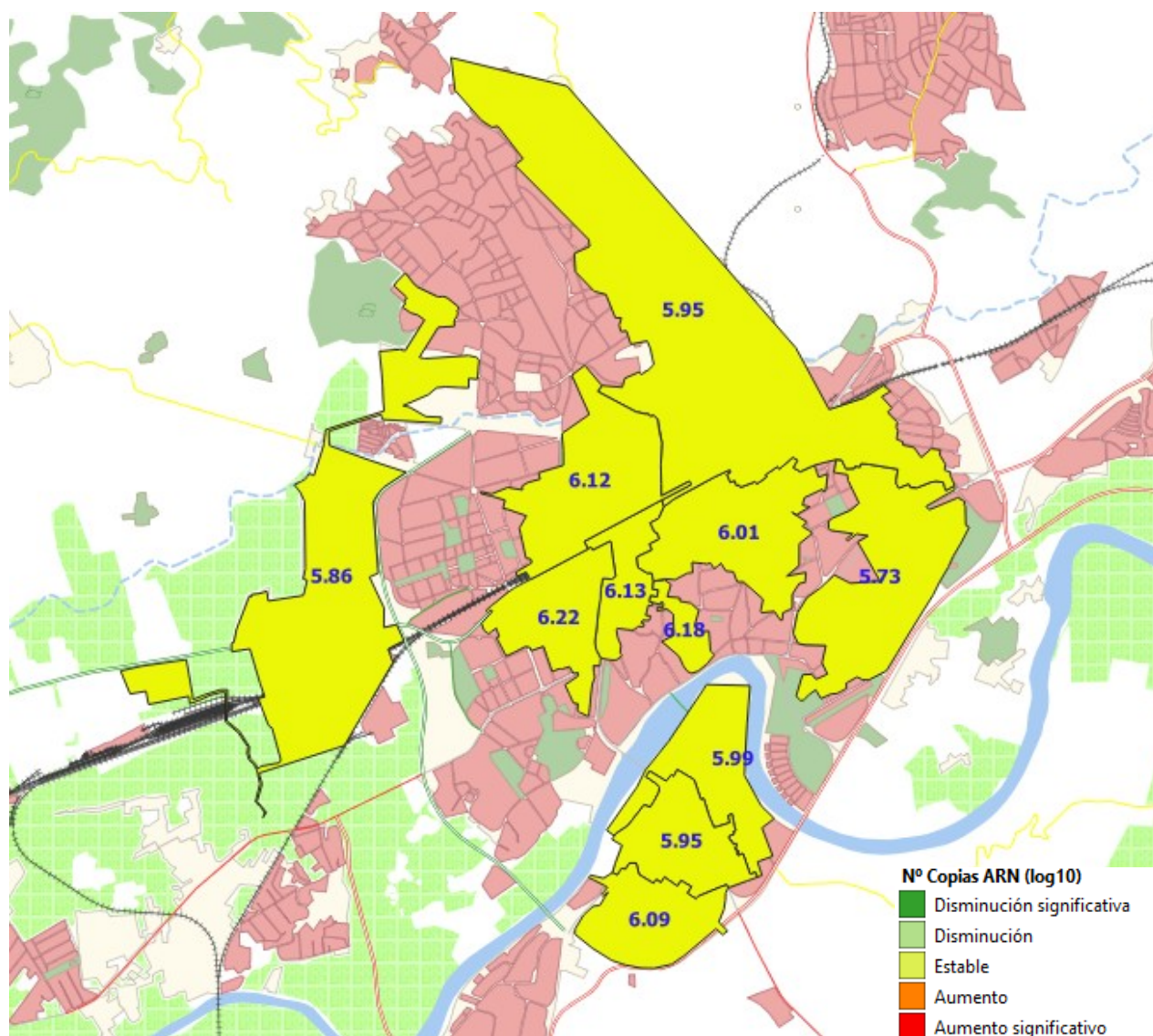


Gráfica 5: Número de copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro de agua residuales, transformado a escala logarítmica ($\log_{10}$ cg/l) de esta semana y variación en el número de copias genómicas respecto a la semana anterior.

En la semana 15 se observa todas las cuencas mantienen estables el número de copias de ARN en aguas residuales en las 11 cuencas del municipio, sin embargo en la cuenca EDAR La Golondrina se produce una disminución.



B.2 - Mapa de la semana 16 (días de toma de muestras 19/04/2022 y 21/04/2022):



Gráfica 6: Número de copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro de agua residuales, transformado a escala logarítmica ($\log_{10}$ cg/l) de esta semana y variación en el número de copias genómicas respecto a la semana anterior.

En la semana 16 se observa todas las cuencas mantienen estables el número de copias de ARN en aguas residuales.



Resumen de los datos:

En el **anexo II** se representan los datos del número de copias genómicas de SARS-CoV-2 por litro (cg/l) de cada cuenca desde el inicio del estudio hasta la fecha, los resultados analíticos de aguas residuales ($\log_{10}$ cg/l) se muestran como barras.

Además, a continuación se resumen los datos principales de los últimos cinco muestreos realizados por cuenca de vertido.

EDAR		Población	Copias ARN ($\log_{10}$ cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	308.770	5,49	-0,08	Estable
Sem. 15	11/04/2022	308.770	5,57	-0,48	Disminución
Sem. 14	05/04/2022	308.770	6,05	-0,12	Estable
Sem. 13	29/03/2022	308.770	6,17	0,27	Estable
Sem. 12	22/03/2022	308.770	5,90	-0,20	Estable

2 A		Población	Copias ARN ($\log_{10}$ cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	10.766	5,99	0,11	Estable
Sem. 15	11/04/2022	10.766	5,88	-0,27	Estable
Sem. 14	05/04/2022	10.766	6,15	0,14	Estable
Sem. 13	29/03/2022	10.766	6,01	0,15	Estable
Sem. 12	22/03/2022	10.766	5,86	-0,20	Estable

2 B		Población	Copias ARN ($\log_{10}$ cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	15.088	5,95	0,23	Estable
Sem. 15	11/04/2022	15.088	5,72	-0,18	Estable
Sem. 14	05/04/2022	15.088	5,90	-0,20	Estable
Sem. 13	29/03/2022	15.088	6,10	0,06	Estable
Sem. 12	22/03/2022	15.088	6,04	0,14	Estable



2 C		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	10.280	6,09	0,19	Estable
Sem. 15	11/04/2022	10.280	5,90	-0,08	Estable
Sem. 14	05/04/2022	10.280	5,98	-0,22	Estable
Sem. 13	29/03/2022	10.280	6,20	0,03	Estable
Sem. 12	22/03/2022	10.280	6,17	0,23	Estable

3 A		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	5.819	6,13	0,27	Estable
Sem. 15	12/04/2022	5.819	5,86	0,14	Estable
Sem. 14	07/04/2022	5.819	5,72	-0,20	Estable
Sem. 13	31/03/2022	5.819	5,92	0,08	Estable
Sem. 12	24/03/2022	5.819	5,84	-0,09	Estable

3 B		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	19.774	6,22	0,15	Estable
Sem. 15	12/04/2022	19.774	6,07	-0,07	Estable
Sem. 14	07/04/2022	19.774	6,14	0,13	Estable
Sem. 13	31/03/2022	19.774	6,01	0,01	Estable
Sem. 12	24/03/2022	19.774	6,00	0,03	Estable

3 C		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	22.311	6,12	0,20	Estable
Sem. 15	11/04/2022	22.311	5,92	-0,11	Estable
Sem. 14	05/04/2022	22.311	6,03	0,03	Estable
Sem. 13	29/03/2022	22.311	6	-0,06	Estable
Sem. 12	22/03/2022	22.311	6,06	0,08	Estable



4 A		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	2.862	6,18	0,22	Estable
Sem. 15	12/04/2022	2.862	5,96	0,04	Estable
Sem. 14	07/04/2022	2.862	5,92	-0,34	Estable
Sem. 13	31/03/2022	2.862	6,26	0,10	Estable
Sem. 12	24/03/2022	2.862	6,16	0,15	Estable

4 C		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	35.252	5,73	-0,24	Estable
Sem. 15	12/04/2022	35.252	5,97	-0,02	Estable
Sem. 14	07/04/2022	35.252	5,99	0,01	Estable
Sem. 13	31/03/2022	35.252	5,98	0,05	Estable
Sem. 12	24/03/2022	35.252	5,93	-0,27	Estable

4 D		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	26.107	6,01	-0,07	Estable
Sem. 15	12/04/2022	26.107	6,08	0,06	Estable
Sem. 14	07/04/2022	26.107	6,02	-0,11	Estable
Sem. 13	31/03/2022	26.107	6,13	0,16	Estable
Sem. 12	24/03/2022	26.107	5,97	0,10	Estable

4 E		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	21/04/2022	37.625	5,95	0,11	Estable
Sem. 15	12/04/2022	37.625	5,84	-0,05	Estable
Sem. 14	07/04/2022	37.625	5,89	-0,03	Estable
Sem. 13	31/03/2022	37.625	5,92	-0,16	Estable
Sem. 12	24/03/2022	37.625	6,08	-0,06	Estable



5 A		Población	Copias ARN (log10 cg/l)	Promedio variación (Ulog)	Variación copias ARN
Sem. 16	19/04/2022	15.210	5,86	-0,01	Estable
Sem. 15	11/04/2022	15.210	5,87	0,23	Estable
Sem. 14	05/04/2022	15.210	5,64	-0,27	Estable
Sem. 13	29/03/2022	15.210	5,91	0,08	Estable
Sem. 12	22/03/2022	15.210	5,83	0,12	Estable

Discusión:

Variables que pueden afectar al estudio del covid-19 en las aguas residuales:

El estudio de la vigilancia de las aguas residuales de la ciudad de Córdoba se lleva realizando con esta metodología de trabajo desde el 12/01/2021.

En los resultados del número de copias de ARN en aguas residuales pueden verse afectados por diversas variables, entre ellas destacamos:

Excreción del virus: Según documentación publicada en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, la duración media del virus en la heces es de 22 días, sin embargo no todos los pacientes covid-19 positivos excretan ARN en las heces, y la cantidad de virus y la duración varía de unos individuos a otros.

Precipitaciones: Aunque es un factor importante de dilución, en las muestras que se han tomado los días de lluvia no se ha observado una disminución acusada del número de copias de ARN, si bien, no han sido lluvias abundantes.

Temperatura del agua residual: A mayor temperatura, mayor degradación del material genético. Está estrechamente relacionada con la temperatura ambiente que durante el periodo de estudio se ha mantenido más o menos estable con algunos días de temperaturas primaverales. También a mayor temperatura ambiente se hace un mayor uso de agua de bebida y de aseo personal por lo que aumenta el volumen de agua en la red de saneamiento y por tanto un mayor dilución del material genético del SARS-CoV-2.

Tamaño de la cuenca: A mayor tamaño de la cuenca hay mayor degradación potencial del material genético debido al recorrido en la red de saneamiento. Las cuencas más amplias son la 4E, 5A y la EDAR, y las más pequeñas la 3A y 4A, pero no se ha encontrado diferencias significativas.

Características de la red de saneamientos, infiltraciones en la red, composición de las aguas residuales y sólidos en suspensión: Son factores que no podemos cuantificar y por lo tanto desconocemos en qué medida pueden explicar la variabilidad de datos que hemos obtenido.

Movilidad: Los desplazamientos y los hábitos conductuales de la población influyen en los niveles detectados de copias de material genético en las aguas residuales.



Vertidos procedentes de industrias: Estos vertidos pueden alterar las características físico-químicas de las aguas residuales que llegan a las cuencas y degradar el material genético, solo la cuenca 5A y la EDAR podrían verse afectadas, ya que no existen polígonos industriales las áreas de influencia del resto de cuencas.

Vertidos de productos químicos procedentes de los hogares y otros establecimientos: Los tratamientos de desinfección que se producen tras brotes en residencias de mayores, colegios y empresas, así como de forma general el aumento de la limpieza y desinfección debida a la pandemia que se viene realizando en los establecimientos de restauración, instalaciones deportivas y hogares... favorecen la degradación del material genético del virus. Si la toma de muestras coincide con el vertido de altas concentraciones de desinfectantes puede alterar completamente el resultado.

Tipo de muestreo, momento óptimo para la toma de muestras y logística para entregar las muestras al laboratorio: Las muestras son siempre simples y la hora de tomas de muestra de una semana a otra oscila como máximo 15 minutos de la hora establecida en cada punto de muestreo.

Métodos analíticos y nuevas variantes del SARS-CoV-2: No se ha cambiado de laboratorio ni de protocolo (Randazzo et al. 2020). Se pueden producir incidencias puntuales relativas a la técnica analítica que afecten a los niveles detectados en las aguas residuales.

ANEXO I

Datos principales asociados a las cuencas de vertido

Cuenca	Barrios		Población	Residencias de mayores	Zonas desfavorecidas	Centro de salud	U.G.C.
2A	Campo de la Verdad	Fray Albino (parte)	10766	Hogar residencia San Pablo-Cáritas	Distrito Sur Córdoba (parte)		Sector Sur (parte)
2B	Sector Sur	Fray Albino (mayor parte)	15088	—	Distrito Sur Córdoba	Sector Sur Santa Victoria	Guadalquivir (parte) Sector Sur (parte)
2C	Polígono Guadalquivir		10280	Vitalia Guadalquivir	Distrito Sur Córdoba	Polígono Guadalquivir	Guadalquivir
3A	Centro comercial (parte)	La Trinidad, San Juan y Todos los Santos (parte)	5819	Santísima Trinidad			Poniente (parte) Córdoba Centro (parte) Lucano (parte)
3B	Cercadilla - Medina Azahara Huerta de la Marquesa (parte) Polígono Poniente (parte)	Vista Alegre (parte) Ciudad Jardín (parte) Centro Comercial (parte)	19774	—		Poniente	Poniente (parte) Aeropuerto (parte)
3C	Las Moreras Huerta San Rafael Huerta de la Reina Las Margaritas (parte)	Asomadilla (parte) Camping (parte) Arruzafilla (parte)	22311	Residencia de mayores Castilla	Las Moreras	Santa Rosa Huerta de la Reina	Carlos Castilla del Pino (parte) Huerta de la Reina (parte) Santa Rosa (parte)
4A	San Miguel Capuchinos (parte) El Salvador y La Compañía (parte)	San Francisco Rivera (parte) Catedral (parte) Centro Comercial (parte)	2862	Santa María		Lucano	Córdoba Centro (parte) Lucano (parte)

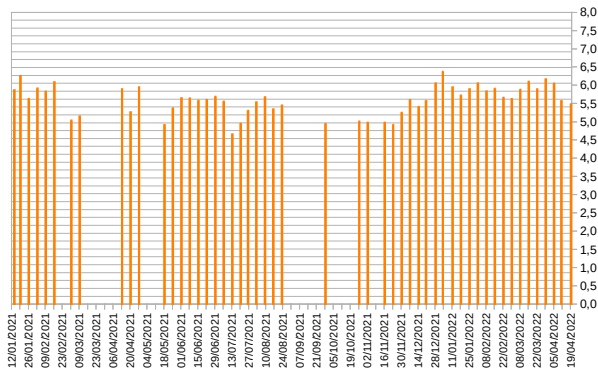
Cuenca	Barrios		Población	Residencias de mayores	Zonas desfavorecidas	Centro de salud	U.G.C.
4C	Cañero Parque Fidiana Santuario Levante (parte) Sagunto (parte)	Viñuela Rescatado (parte) Polígono de la Fuensanta (parte) Arcángel (parte) El Arenal (parte)	35252	—		La Fuensanta	Levante Sur (parte) Fuensanta (parte)
4D	Molinos Alta Ollerías Centro Comercial (parte) San Miguel Capuchinos (parte) Santa Marina (parte) San Andrés-San Pablo (parte)	Zumbacón – Gavilán (parte) Fuensantilla – Edisol (parte) Cerro de la Golondrina (parte) La Magdalena (parte) Ribera (parte) San Lorenzo	26107	Hermandad Nuestra Señora de los Dolores Residencia de mayores Jesús Nazareno Residencia San Andrés		Córdoba Centro	Córdoba Centro (parte) Lucano (parte) Levante Sur (parte)
4E	Naranjo Valdeolleros Santa Rosa Brillante (parte) Asomadilla (parte) Chinales (parte) Fátima (parte)	Sagunto (parte) Fuensantilla – Edisol (parte) Zumbacón – Gavilán (parte) San Cayetano (parte) Camping (parte) Huerta San Rafael (parte) Levante (parte)	37625	Residencia ORPEA Córdoba Sierra		Levante Norte El Naranjo	Santa Rosa (parte) Levante Norte (parte)
5	Palmeras Miralbaida Electromecánica Parque Azahara	Huerta San Isabel Oeste (parte) Camino Turuñuelos (parte) Patriarca (parte)	15210	Residencia María Auxiliadora	Las Palmeras	Occidente Azahara	Carlos Castilla del Pino Occidente

ANEXO II

NÚMERO DE COPIAS DE ARN DE SARS-COV-2 DETECTADO EN AGUAS RESIDUALES, SEGÚN EL DÍA DE MUESTREO

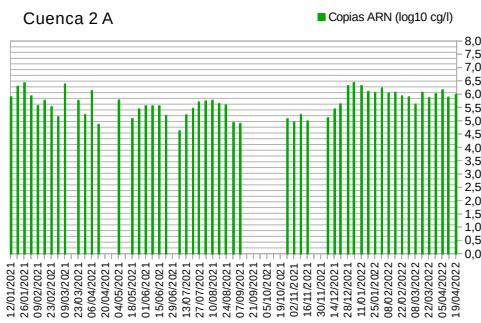
Cuencas de vertido de la Estación Depuradora de Aguas Residuales "La Golondrina":

EDAR

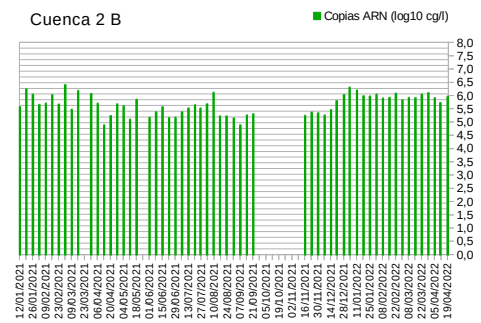


Cuencas de vertido que se muestrean los martes de cada semana:

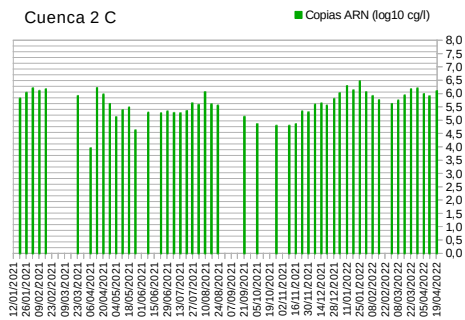
Cuenca 2 A



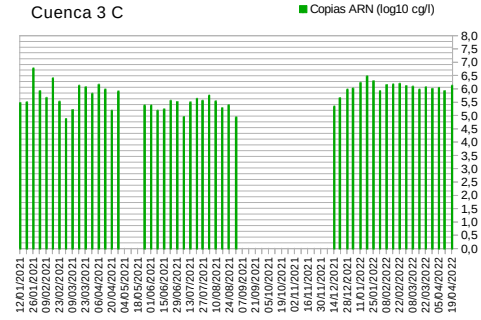
Cuenca 2 B



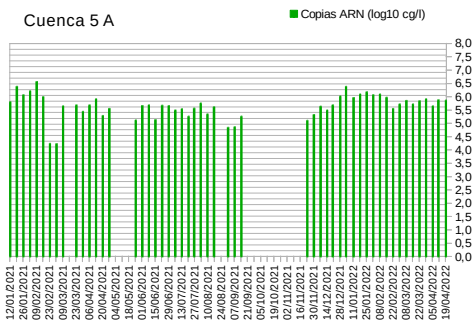
Cuenca 2 C



Cuenca 3 C



Cuenca 5 A



Cuencas de vertido que se muestrean los jueves de cada semana:

