

Diseño y puesta en marcha de un Observatorio de Resiliencia y de Salud Medioambiental Escolar

Resiliencia de los centros educativos en favor
de la salud medioambiental y para la
reducción del riesgo de transmisión de la
COVID-19

**ANALISIS DE LA SALUD MEDIOAMBIENTAL ESCOLAR. UN ENFOQUE BASADO
EN INDICADORES LOCALES.**

INDICE:

	Pág.
1. Salud Medioambiental Escolar y Resiliencia a la COVID-19.....	1
1.1 Sars-CoV2: una fuerte relación con la salud de los ecosistemas.	1
1.1.1 Mecanismos de transmisión de la COVID-19.....	2
1.1.2 Materia particulada y aerosoles.....	2
1.1.3 Sars-CoV2 como contaminante biológico en el aire interior.....	3
1.1.4 Gotas y aerosoles en espacios cerrados.....	4
1.1.5 Viabilidad en las superficies y aerosoles.	6
1.1.6 La eficacia de la transmisión depende de factores medioambientales.....	6
1.2 Vulnerabilidad, Sostenibilidad y Resiliencia.....	9
1.2.1 Resiliencia en los centros educativos a la COVID-19.....	10
1.2.2 Resiliencia comunitaria o social (el barrio)	10
1.2.3 Salud Medioambiental Escolar.....	12
1.3 Oportunidad: Buenas prácticas en Salud Medioambiental Escolar.....	14
1.4 Programa de Salud Medioambiental Escolar ‘Aire Limpio’	16
2. Impacto de la pandemia en educación.....	17
2.1 Evolución temporal de la COVID-19 en la Región de Murcia.....	17
2.2 Evolución temporal de la COVID-19 en los centros educativos.....	21
2.3 Impacto de la apertura de los centros educativos en la pandemia.....	26
2.4 Análisis preliminar del impacto de la intervención ‘Aire Limpio’	27
3. Aspectos relacionados con la vulnerabilidad y resiliencia frente a la COVID-19 en los centros educativos de la CARM	31
3.1 Factores del entorno o comunidad	31
3.1.1 Incidencia y tendencia COVID-19.....	31
3.1.2 Indicadores socioeconómicos y demográficos locales.....	32
3.1.3 Factores climáticos y su relación con la incidencia de COVID-19..	39
3.1.4 Otros factores comunitarios	40
3.2 Factores de los centros educativos	41
3.2.1 Aspectos generales	43
3.2.2 Adhesión a programa educativos.....	44
4. Metodología para desarrollar una escala de resiliencia escolar.....	47
4.1 Indicadores de salud medioambiental escolar “modificables”	47
4.2 Indicadores de vulnerabilidad ‘no modificables’	48
4.2.1 Georreferenciación de los centros educativos de la Región de Murcia	48
4.2.2 Definición de vecindario de centro educativo (área de influencia)	49
4.2.3 Selección de indicadores locales socioeconómicos y demográficos	52
4.2.3.1 Población.....	53
4.2.3.2 Porcentaje de población joven y mayor.....	54

4.2.3.3 Densidad de población.....	54
4.2.3.4 Renta neta media por hogar y renta neta media por persona.....	55
4.2.3.5 Desigualdad de la renta. Índice de Gini.....	56
4.2.3.6 Edad media.....	57
4.2.3.7 Tamaño del hogar.....	58
4.2.3 Selección de indicadores climáticos.....	60
4.2.3.1 Temperatura media diaria.....	61
4.2.3.2 Humedad relativa media diaria.....	62
4.2.3.3 Horas diarias de sol.....	62
5. Construcción del índice de resiliencia escolar.....	63
5.1 Índice de resiliencia de los centros educativos de la Región de Murcia... ..	66
6. Conclusiones y limitaciones	71
Referencias	73

Este informe ha sido financiado por la Consejería de Salud de la Región de Murcia, DG de Planificación, Investigación, Farmacia y Atención al Ciudadano.

Se ha realizado a instancias del 'PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN OBSERVATORIO DE RESILIENCIA Y DE SALUD MEDIOAMBIENTAL ESCOLAR', coordinado por el grupo de investigación de Salud Medioambiental Pediátrica, *Environment and Human Health (EH2) Lab* del IMIB-Arrixaca, y tiene como objetivo presentar el desarrollo metodológico que se ha llevado a cabo para la elaboración de un observatorio de resiliencia y de Salud Medioambiental Escolar, que contribuya a mejorar la salud medioambiental escolar y los niveles de resiliencia frente a la COVID-19 de los centros educativos de la Región de Murcia.

PRESENTACIÓN

El desarrollo metodológico está basado en la hipótesis de que el nivel de resiliencia de un centro educativo debe inferirse mediante una combinación de factores externos e internos. Mientras que algunos de estos factores no son modificables – ya que vendrán determinados bien por la estructura sociodemográfica del vecindario o por la estructura del centro escolar – otros si que pueden ser modificados relacionados con los indicadores de la salud medioambiental escolar. Conocer el nivel de resiliencia de un centro debe ayudar a los gestores a poner en marcha nuevas medidas que ayuden a mejorar su grado de resiliencia o a extremar el cuidado en aplicar otras.

El contenido de este informe se ha estructurado en cinco secciones:

En la primera sección se hace una recopilación de las evidencias científicas más relevantes que relacionan la salud medioambiental escolar y la resiliencia a la COVID-19. Este análisis ha permitido configurar los indicadores de salud medioambiental escolar que son modificables y dependientes de cada centro cuya puesta en marcha podrían aumentar la resiliencia a la COVID-19.

La segunda sección se centra en analizar el impacto de la pandemia en la educación con un enfoque temporal cuyo principal objetivo es obtener evidencias sobre el impacto de la apertura de los centros en la pandemia. Aunque el presente informe solo recoge información para un periodo de análisis relativamente corto (hasta el 22 de diciembre de 2020) y que dicho periodo no es suficientemente amplio para obtener conclusiones estadísticamente significativas, las evidencias observadas en la información cuantitativa apuntan en la dirección de que los centros escolares son un lugar seguro para los escolares. Con seguridad que en futuros análisis al disponer de mejor información podrán obtenerse resultados más concluyentes.

En la tercera sección se analizan diversos factores sociodemográficos relacionados con la vulnerabilidad frente a COVID-19 de los centros educativos, presentando una profunda

reflexión sobre los factores relevantes que pueden definir el impacto de la pandemia en los centros.

La cuarta sección presenta la metodología que a nuestro criterio debe seguirse para desarrollar una escala de resiliencia en los centros. Esta metodología incluye dos dimensiones: una basada en indicadores de vulnerabilidad no modificables y otra en los indicadores de salud medioambiental escolar sobre los recursos y capacidades de adaptación modificables de cada centro.

La quinta y última sección presenta resultados provisionales basados en la primera dimensión sobre el nivel de vulnerabilidad de los centros. Como output final en este informe se ofrece un índice de resiliencia categorizado en cuatro niveles: concienciado, comprometido, eficiente y resiliente. Donde el nivel 'resiliente' corresponde a los centros con mayor nivel de resiliencia mientras que el nivel 'concienciado' corresponde a los centros con menor nivel de resiliencia.

Juan Antonio Ortega García IP del proyecto

Responsable de PEHSU Murcia, profesor Asociado de Pediatría,
Universidad de Murcia e IP del grupo de investigación de Salud
Medioambiental Pediátrica

Fernando Antonio López Hernández
Manuel Ruiz Marín

Catedráticos del área de Métodos Cuantitativos para la Economía y la
Empresa de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Diciembre 2020

1. Salud Medioambiental Escolar y Resiliencia a la COVID-19¹

La pandemia sanitaria mundial por Sars-CoV2 tiene una fuerte relación con la salud de nuestros ecosistemas. Los factores de la estructura física de los colegios que contribuyen de forma general a mejorar la salud y los resultados de aprendizaje en la escuela son los siguientes: buena calidad del aire interior-exterior, confort térmico en un entorno silencioso, sin humedades, mantenimiento adecuado y limpieza. La Escuela es el trabajo esencial para la infancia. Asegurar el retorno seguro y presencial, enfocando hacia la salud medioambiental, basado en la ciencia y centrado en los niños parece una buena opción.

Al mismo tiempo que se apela a la responsabilidad de la población se mantiene con frecuencia un modelo de gestión de la crisis sanitaria centrado exclusivamente en la incidencia y con medidas demasiado paternalistas. Centrado en medidas restrictivas en las que el individuo, cliente o empresa es receptor pasivo. La responsabilidad recae en gran medida en las autoridades sanitarias. En verdad con este modelo de gestión de la crisis sanitaria no se les exigen grandes cambios a los ciudadanos, ni mucho menos búsqueda de oportunidades para contribuir al proceso de aprendizaje colectivo. Trabajar la motivación y participación, también es hablar de acceso a la información, transparencia y democracia.

Este informe pretende aportar herramientas que ayuden a tomar mejores decisiones centradas en la participación, autoayuda y resiliencia comunitaria y de los individuos.

1.1 Sars-CoV2: Una fuerte relación con la salud de nuestros ecosistemas

Ahora nos enfrentamos a la COVID-19, una pandemia sanitaria mundial con una fuerte relación con la salud de nuestros ecosistemas². Todos los seres vivos y ecosistemas de la Tierra estamos interconectados. Los tiempos de COVID-19 son de rápido aprendizaje. El cambio climático y los determinantes ambientales aumentar el contacto y la transmisión de enfermedades infecciosas de animales a humanos como el coronavirus. Como agente patógeno ha causado mucho dolor en la especie humana, pero el impacto visible y positivo del virus ha sido la rápida mejoría de la calidad del aire y la disminución de las emisiones con efecto invernadero en las ciudades.

¹ Parte de este texto han sido extraídas de distintas fuentes citadas en la bibliografía.

² Biodiversidad y Salud. ¿Cómo nos protege la naturaleza?, Asociación Española de Pediatría. 5/06/2020 https://youtu.be/_7uC5IVgMHk

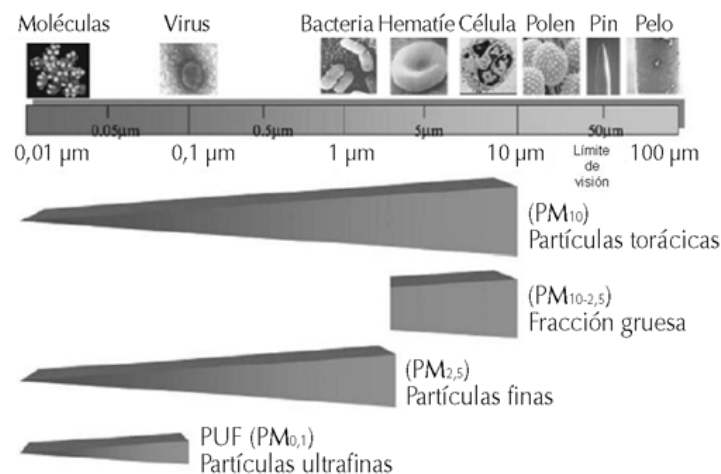
1.1.1 Mecanismos de transmisión de la COVID-19

Los mecanismos de transmisión de la COVID-19 entre humanos se consideran similares a la descrita para otros virus que contaminan el aire a través de la inhalación de secreciones de partículas o aerosoles del aire exhalado de personas infectadas y de las manos o los fómites o superficies contaminadas con estas secreciones seguido del contacto con la mucosa de la boca, nariz u ojos.

1.1.2 Materia particulada y aerosoles

Materia particulada (PM): las partículas gruesas se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm . La exposición prolongada o repetitiva a las PM10 puede provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de la persona, no obstante, son menos perjudiciales que las PM2,5 (partículas finas) que al tener un menor tamaño logran alcanzar e incluso atravesar los alvéolos pulmonares. El tamaño de PM aparece en la Figura 1.1.

Figura 1.1: tamaño de la materia particulada



Fuente: <https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf>

Aerosoles: En ingeniería ambiental, se denomina aerosol a un coloide de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas. El término aerosol se refiere tanto a las partículas como al gas en el que las partículas están suspendidas. El análisis de aerosoles de respiración consiste en el muestreo y análisis de partículas emitido en el tracto respiratorio y aire espirado.

Los aerosoles humanos que más viajan flotan y dispersan son los que tienen un tamaño menor de 5 μm (< PM5).

1.1.3 Sars-CoV2 como contaminante biológico en el aire interior

A la hora de establecer las fuentes principales de contaminación del aire interior es importante aclarar que, nos referimos a todos aquellos ambientes no industriales, es decir, edificios residenciales, de oficinas, edificios públicos como hospitales, colegios, restaurantes, bares, locales de ocio, teatros, etc. en los que no se realiza ninguna actividad ni producción industrial. Con respecto a los contaminantes del aire interior, podemos decir que, aunque algunos de ellos proceden de la contaminación atmosférica exterior, lo cierto es que, la mayoría se liberan dentro del propio edificio. De hecho, se estima que el aire interior está de media entre 2 y 5 veces más contaminado que el aire exterior.

Es un hecho, los niños y adolescentes españoles pasan cada vez más tiempo en espacios cerrados (en casa, guarderías, colegios, locales de ocio, gimnasios...).

En la Tabla 1.1 se muestran los principales contaminantes que se encuentran en el interior de casas o colegios, efectos y las principales fuentes de emisión. Los contaminantes se pueden agrupar en químicos (materia particulada, dióxidos de nitrógeno, humo ambiental del tabaco y ozono) y alergénico-biológicos (virus, epitelio de gato y perro, ácaros del polvo, cucarachas, mohos...)³.

Tabla 1.1: Principales contaminantes de aire interior

TABLA III. Principales contaminantes del aire interior.		
Contaminante	Efectos destacados	Fuente de exposición principal
Ácaros del polvo	Alergia (rinitis/asma)	Colchón, peluches, alfombras...
Hongos/moho	Tóxicos y alergénicos	Manchas de humedad, goteras...
Monóxido de carbono	Variable, de cefalea a muerte	Calentadores, braseros...
Óxidos de azufre	Conjuntivitis, rinitis, faringitis (vías altas)	Combustión de calderas, <i>fuel oil</i> ...
Óxidos de nitrógeno	Tos seca, bronquitis,... (vías aéreas bajas)	Cocinas de gas
Ozono	Irritante de las vías áreas altas y bajas, tos seca disminución de la función pulmonar, morbilidad del asma	Ionizadores, fotocopiadora...
Amoniaco	Dermatitis, rinitis...	Productos de limpieza
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	Depende de la dosis y del producto. Efectos cutáneos mucosos y otros no específicos (cefalea, náuseas...)	Mantenimiento, limpieza, adhesivos, solventes... (Benceno, Tolueno, Tricloroetileno)
Formaldehído (COV)	Conjuntivitis, rinitis, faringitis, exacerbación de asma, carcinoma nasofaríngeo en adultos	Madera de conglomerado, humo de tabaco
Pesticidas	Trastornos neurológicos	Control de plagas
Plomo	Anemia, tóxico para el sistema nervioso y renal	Pinturas con plomo (importadas clandestinamente)
Radón	Cáncer de pulmón	Materiales de construcción (basamento granítico y fosforesos)
Materia particulada	Variable, desde rinitis, bronquitis, agravar el asma, atravesar la membrana alveolo-capilar las más pequeñas	Tabaco, estufas, cocinas, polvo,...
Amianto	Mesotelioma y cáncer de pulmón	Posibilidad en domicilios con más de 40 años

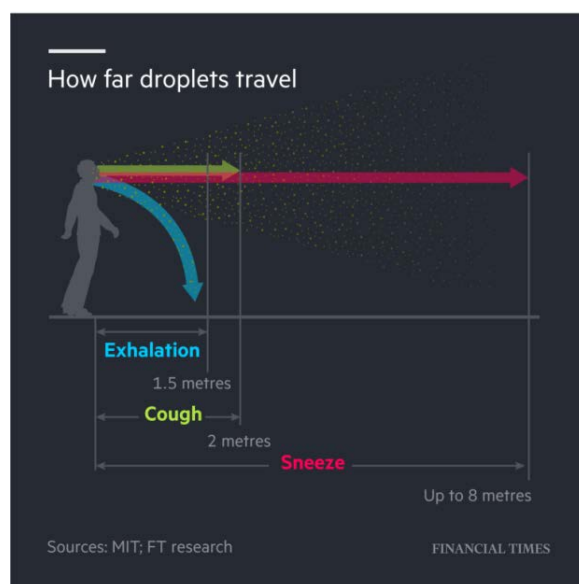
Fuente: <https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf>

³ Salud Medioambiental: lo que los clínicos necesitan saber. Tratado de Pediatría Extrahospitalaria, 2ª ed. Del Pozo Machuca, ed. Sepeap, 2011. <http://pehsu.org/wp-content/uploads/152Corregido.pdf>

1.1.4 Gotas y aerosoles en espacios cerrados

El Covid-19 es un contaminante biológico medioambiental del aire, que se concentra y deposita durante horas en los espacios cerrados. Cada vez hay más evidencias de que el coronavirus Sars-CoV2 puede permanecer en el aire durante más tiempo y a distancias más largas de lo que se pensaba originalmente.⁴ Además del contacto cercano con personas infectadas y superficies contaminadas, existe la posibilidad de que la propagación de Sars-CoV2 también pueda ocurrir a través de partículas en el aire en ambientes interiores, en algunas circunstancias más allá del rango de 2 metros.

Figura 1.2: tamaño de la materia particulada



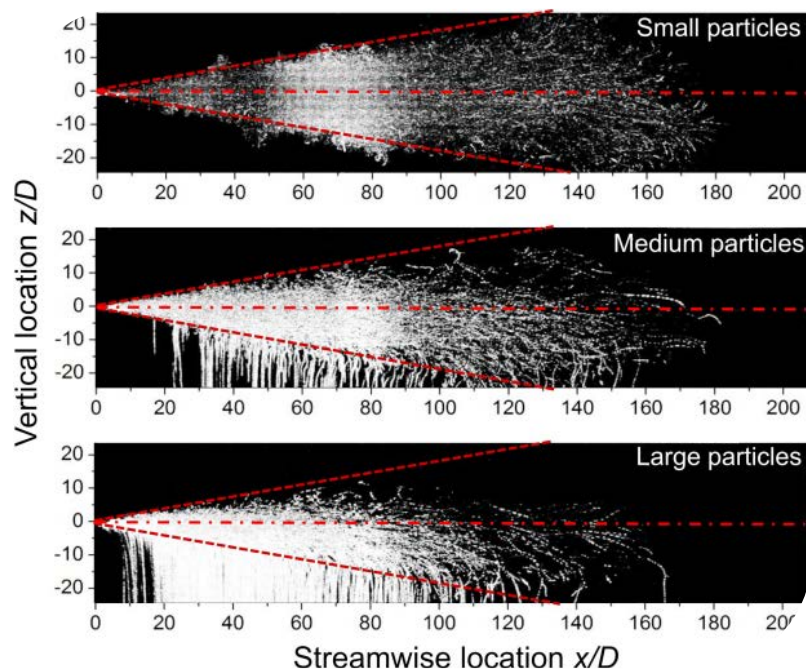
Fuente: <https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf>

Las partículas con virus emitidas desde el tracto respiratorio de un individuo infectado de mayor tamaño pueden aterrizar en una superficie cercana, otra persona podría tocar ese objeto y luego tocar su nariz, boca o ojos, lo que facilita que el virus infecte a esa segunda persona. La transmisión a través de gotas también puede ocurrir por contacto cercano (menos 1-2 metros) de una persona con síntomas respiratorios (por ejemplo, tos o estornudos), debido al riesgo que la mucosa de boca, nariz o conjuntiva están expuestas. Por otro lado, también incluso simplemente hablando, las personas infectadas puedan emitir partículas con virus en una gama variable de tamaños, algunas de ellas lo suficientemente pequeñas como aerosoles

⁴ U.S. Environmental Protection Agency Indoor Air and COVID-19 Key References and Publications <https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-and-covid-19-key-references-and-publications>

aerotransportables ($<PM5$) que pueden permanecer suspendidos⁵ en el aire el tiempo suficiente para ser inhaladas por otras personas⁶.

Figura 1.3: Difusión de partículas



Fuente: <https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf>

El aliento de la respiración en reposo es en la parte superior del aparato respiratorio un flujo casi laminar, el cual se transforma al ser exhalado por la nariz o por la boca en un flujo turbulento a bajas velocidades. Este flujo esparce pocas gotitas de saliva (aproximadamente 1 gotita por centímetro cúbico) cuyo tamaño promedio es de 1 micrón, pero pueden crecer por coagulación higroscópica, de modo que las gotitas de menos de 5 micrones se evaporan rápidamente⁷. Las gotitas mayores son transportadas a distancias cortas dentro de la zona de respiración personal. Como contraste, el estornudo es un rápido y explosivo flujo turbulento y multifacético cuya dinámica es bastante complicada: tiene la capacidad de esparcir hasta millones de gotitas típicamente precipitándose al suelo a 2 metros de distancia, aunque las

⁵Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 N Engl J Med 2020; 382:1564-1567 <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>

⁶National Institutes of Health. Talking could transmit SARS-CoV-2 <https://youtu.be/axmRI6P6xyw>

⁷J.M. Macher, J. Douwes, B. Prezant y T. Reponen, Bioaerosols. Chapter 12. Aerosols Handbook, Measurement, Dosimetry and Health Effects. Second Edition. Edited by L.S. Ruzer and N.H. Harley. CRC Press. Taylor y Francis Group, Boca Raton, London, New York 2013

gotitas más pequeñas y los núcleos de gotitas permanecen flotando por tiempos largos y pueden desplazarse por difusión hasta 6-8 metros de la fuente del estornudo (pueden incluso subir por convección). El toser es también un flujo explosivo y turbulento que puede esparcir miles de gotitas⁸.

1.1.5 Viabilidad en las superficies y aerosoles

Virus viables de Sars-CoV2 se han detectado en aerosoles (tamaño < PM5) hasta 3 horas después de la aerosolización, 4 horas en cobre, hasta 24 horas en el cartón y donde más tiempo ha sido descrito hasta 2-3 días en plástico y acero inoxidable.⁹ En condiciones normales de la vida real, se considera que los aerosoles permanecen unos 30 minutos con capacidad infectiva viable.

1.1.6 La eficacia de la transmisión depende de factores medioambientales

Numerosos factores medioambientales parecen reunir elementos de protección.

Distancia social y uso de la mascarilla. Higiene de manos.

Son las medidas medioambientales básicas que han permitido mitigar el impacto de la pandemia. Dependen fundamentalmente de la responsabilidad y participación individual.

- La distancia social o distancia física entre personas de unos 2 metros supone una disminución del riesgo importante. Esta distancia es deseable en todas las actividades humanas.
- En el entorno escolar:
 - Conscientes de las limitaciones físicas, y además los estudios señalan que los niños pequeños (<10 o 12 años) sugieren que se infectan menos, cuadros más leves y parecen tener menor capacidad de transmitir la infección niño-adulto y niño-niño, mantener entre 1-2 m entre los alumnos facilitando el uso de la mascarilla podría ser una salida sensata. Es importante garantizar la distancia con el profesor y de los profesores especialmente con otros adultos en la escuela (sala de reuniones, comisiones...).

⁸ L. Bourouiba, E. Dehandschoewercker, J. W. M. Bush. Violent expiratory events: on coughing and sneezing. J. Fluid Mech (2014), vol 745, pp 537-563. <https://doi.org/10.1017/jfm.2014.88>

⁹ V. Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. Preprint. medRxiv. 2020;2020.03.09.20033217. Published 2020 Mar 13.

- La mascarilla es útil. En los menores de 6-7 años es difícil mantenerla. Pero sería deseable a partir de esa edad especialmente en el aula.
- En los niños pequeños será difícil tanto el uso de mascarilla como mantener la distancia. Parece sensato facilitar las actividades al aire libre, asumiendo que el contacto a estas edades es de riesgo muy bajo si se implementan medidas de higiene y lavado de manos.

Ambiente caluroso y húmedo

- Disminuye la vulnerabilidad del huésped.
 - De forma general, el frío y el ambiente reseco dificulta el trabajo batiente de los cilios de las células del epitelio respiratorio para eliminar patógenos. Durante los meses de frío disminuye la secreción de moco del epitelio respiratorio, y esto aumentaría la vulnerabilidad del huésped.
- Afecta a las 'gotitas' o partículas transmisoras.
 - El frío que entra al espacio interior provoca un descenso de la humedad lo que incrementa la resuspensión de las partículas o gotitas con virus.
 - Los sistemas de calefacción en espacios interiores también disminuyen la humedad y promueven la evaporación de las microgotas. Cuanto más intensa es la calefacción más evaporación y suspensión en el aire provocan. Y al contrario cuando la humedad relativa está por encima del 80% contribuye a eliminar la persistencia del virus.¹⁰

El incremento de la radiación solar y radiación ultravioleta

- Aumenta los niveles de vitamina D y capacidad de resistencia a las infecciones virales
- Eliminar los virus de la familia coronavirus

La ventilación

Es un factor de protección clave para disminuir la capacidad infectiva en los espacios interiores en los que se ha observado que covid-19 puede permanecer más tiempo y alcanzar

¹⁰ G. Correia, L. Rodrigues, M. Gameiro da Silva, T. Gonçalves, Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission, Medical Hypotheses, 141,2020, <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781>.

distancias mayores a través de los aerosoles que exhalan las personas infectadas. Los sistemas de ventilación se han reportado como una forma de transmisión / propagación de otras enfermedades infecciosas como el sarampión, tuberculosis, varicela, gripe, viruela y el SARS. El confinamiento en espacios interiores poco ventilados como el observado en el crucero *Diamond Princess* permitió alcanzar elevadas R_0 de transmisión del virus de hasta 11.¹¹ En los aviones el aire es de rápida renovación (cada 2-3 minutos), fluye de arriba a abajo y es una mezcla del aire exterior y aire con filtros HEPA, contribuyendo a disminuir la contaminación del aire por virus.¹²

Otros factores relacionados con el ambiente

Tabaco

Factor medioambiental de vulnerabilidad que empeora el pronóstico de forma significativa.

Contaminación atmosférica urbana

La contaminación atmosférica urbana incrementa el riesgo de otras infecciones respiratorias. Datos preliminares sugieren una mayor extensión y gravedad de la epidemia en los entornos contaminados.

Ambiente marino

El efecto dilución, la humedad elevada y el agua salada del mar (aerosoles salinos) podría disminuir la virulencia de coronavirus. Quizás esto pueda influir en la menor incidencia en las regiones costeras de algunos países. Los aerosoles marinos tienen un tamaño variable desde ~ 0.05 a $10 \mu\text{m}$ están constituidos principalmente por cloruro sódico, pero también tienen metales y otras sales diversas, e incluso restos de materia orgánica. No absorben la luz y son muy higroscópicos.

¹¹ Mizumoto K, Chowell G. Transmission potential of the novel coronavirus (COVID-19) onboard the diamond Princess Cruises Ship, 2020. *Infect Dis Model* [Internet]. 2020; 5 :264–70. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.02.003>.

¹² S. Mazumdar, Q. Chen A one-dimensional analytical model for airborne contaminant transport in airliner cabins *Indoor Air*, 19 (1) (2009), pp. 3-13

Las piscinas públicas al aire libre

No hay evidencia de que SARS-CoV2 pueda propagarse directamente a los humanos desde el agua en piscinas, jacuzzis o spas, o áreas de juego con agua. La operación, el mantenimiento y la desinfección adecuados (cloro) de piscinas, jacuzzis o spas, y parques infantiles de agua debe eliminar el virus COVID-19. El efecto protector de la radiación ultravioleta y muy probablemente de los aerosoles de cloro que flotan en el entorno de la piscina ayudan a disminuir el riesgo.

1.2 Vulnerabilidad, Sostenibilidad y Resiliencia

Vivimos en un mundo en riesgo. El riesgo cero no existe para ningún *homo sapiens* vivo. En las últimas décadas las comunidades han aumentado su nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales. La vulnerabilidad supone la existencia de un evento(s) estresor(es), así como de la capacidad de respuesta. Esta última estará mediada por la presencia de factores de protección y el riesgo acumulado. La **resiliencia**, como capacidad de adaptación y transformación del sistema, es una herramienta que posibilita avanzar hacia sociedades más justas y sostenibles. Cuando hablamos de resiliencia nos referimos a la **capacidad que tenemos las personas y comunidades para ‘salir adelante’**.

La vulnerabilidad y la resiliencia nunca son cualidades generales, permanentes y completas de las personas ni de los grupos ya que pueden variar según sea el tipo de adversidad, según las circunstancias que rodeen a los individuos. De ahí que vulnerabilidad y resiliencia tengan un carácter específico y local. tanto la resiliencia como la vulnerabilidad se encuentran inmersas en un dinámico proceso de significación en relación con otros conceptos afines. En este proceso de construcción de sus significados se ha generado una cadena significativa entre resiliencia/vulnerabilidad /riesgo/daño/capacidad de respuesta/capacidad de adaptación.

La pobreza, en la medida que debilita física, material y psicológicamente a quienes la padecen reduce la capacidad de respuesta y adaptación precisamente de quienes suelen ser los más afectados por la pandemia de Sars-CoV2. La pobreza económica, se acompaña de otros tipos de pobreza como la pobreza cultural (falta de educación), pobreza moral (corrupción e impunidad) y la política o de representación (autoritarismo, paternalismo...).

1.2.1 Resiliencia en los centros educativos a la COVID-19

Los ámbitos de intervención de la educación de la resiliencia son, fundamentalmente, el sociocomunitario y el escolar. En ambos la comunidad tiene un rol relevante desde un enfoque sistémico de la intervención.

1.2.2 Resiliencia comunitaria o social (el barrio)

Trabajar en pro de la resiliencia comunitaria permite enfrentar no solo problemas en curso, sino aplicar estrategias preventivas para encarar desafíos futuros anticipándose a dichos problemas a partir de las experiencias vividas, a fin de establecer programas de intervención y organización social que disminuyan el stress recurrente que se presenta en situaciones que se activan periódicamente, como ocurre en la pandemia de Sars-CoV2 y la diferentes olas pandémicas donde hay lecciones ya aprendidas que conviene rescatar.

Desde una óptica comunitaria, la resiliencia se puede evaluar en términos de recursos, desarrollo económico, capital social, información y comunicación y competencia de la comunidad (Ojeda, 2007). La Resiliencia comunitaria se refiere a la capacidad del sistema social y de las instituciones para enfrentar las adversidades y reorganizarse posteriormente de manera que mejoren sus funciones, su estructura y su identidad (Arciniega, 2013).

Existen múltiples definiciones de resiliencia comunitaria (Alzugaray, 2019), algunos autores la definen como la existencia, desarrollo y compromiso de los recursos comunitarios por los miembros de la comunidad para enfrentar un ambiente adverso (Magis, 2010). Sin embargo, otros autores proponen definiciones más amplias que abarcan tanto la capacidad de prevención como la de recuperación una vez que la adversidad ha tenido lugar (p. ej., Arciniega, 2013; Plough et al., 2013; Twiggs, 2007). La resiliencia comunitaria identifica los recursos y capacidades de adaptación que una comunidad puede utilizar para superar los problemas que puedan derivarse del cambio en lugar de centrarse en los posibles puntos débiles. Por último, un elemento fundamental del enfoque es que, en lugar de depender de las intervenciones externas para superar las vulnerabilidades, se basa en las capacidades (recursos, flexibilidad) ya establecidas dentro de una comunidad (Maguire y Cartwright, 2008).

El *Centre for Community Enterprise* (CCE, 2000) vincula las dimensiones con los elementos que constituyen una comunidad, sus recursos y procesos. Estas dimensiones se descomponen en factores específicos o indicadores que nos permiten evaluar el nivel de resistencia y pueden ser investigados y analizados para proporcionar un retrato de ésta en una

comunidad. En los capítulos siguientes detallamos algunos factores relacionados con la resiliencia comunitaria.

Resiliencia escolar a la COVID-19

En las interrelaciones del niño con los otros, el escolar está recibiendo un tipo de educación informal. Recientes investigaciones desde la neurociencia aportan datos relevantes sobre la influencia educativa de las experiencias vitales desde la primera infancia. Las estrategias de promoción y educación de la resiliencia no son totalmente generalizables, sino que, más bien, deben adaptarse según las circunstancias y particularidades de los estudiantes sobre las que los implementemos. En cualquier caso, todo proyecto de intervención debe atenerse a los siguientes criterios:

- Evaluación del contexto, en relación con las barreras que dificultan a los niños y sus familias, acceder a las oportunidades que necesitan para hacer realidad sus derechos de una educación de calidad y con equidad.
- Diseñar soluciones accesibles para todos.
- Evaluar las soluciones en cuanto a posibilidades y riesgos.
- Adaptar y ampliar el espectro de soluciones.
- Hacer partícipes a los escolares y sus familias, en el proceso.

La promoción de la resiliencia académica es una prometedora línea de innovación e investigación educativa, que ofrece apoyos y garantías para superar dificultades y sobreponerse a ellas de manera exitosa.

En base a los estudios científicos hasta ahora muestran que en los niños la enfermedad es más leve y sugieren, con limitaciones cada vez más discutidas por la aparición de las nuevas variantes del virus, que se infectan menos y son menos transmisores de la enfermedad (especialmente los menores de 10-12 años). La Escuela es el trabajo esencial para la infancia. Asegurar el retorno seguro y presencial, basado en la ciencia, con un enfoque hacia la naturaleza, mejorando la calidad del aire interior en los espacios interiores (aulas y autobuses) y centrado en los niños se ha propuesto como la mejor opción por instituciones y científicos.

Para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, la OMS y la UE instan a acelerar los progresos para crear entornos más saludables y fortalecer la salud a través de la activa participación de la sociedad, desarrollando programas de Salud Medioambiental Escolar para dar continuidad a la educación y sensibilizar en los vínculos existentes entre la naturaleza, cultura, educación, salud y los estilos de vida sostenibles. Todos los ecosistemas y hábitats están integrados e interconectados. La pandemia de Sars-CoV2 tiene una fuerte relación con la salud de los ecosistemas y numerosos factores medioambientales influyen en la propagación de la pandemia. La actual pandemia constituye una oportunidad para generar cultura de resiliencia educativa sobre la relación entre Naturaleza, actividades al aire libre o enfocadas hacia lo natural y la prevención de la COVID-19.

1.2.3 Salud Medioambiental Escolar

El ambiente escolar junto con el doméstico constituye los hábitats donde los niños crecen, aprenden, juegan y conviven. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea (UE) y la propia Asociación Española de Pediatría enfatizan la necesidad de conseguir ambientes sanos y seguros en los entornos escolares. Estas organizaciones, instan al desarrollo de estrategias, programas y estructuras de conocimiento basadas en las buenas prácticas, que respondan a esta creciente conciencia social de la relación entre salud y medio ambiente. La implantación de programas estables de Salud Medioambiental Escolar enfocados a incrementar la resiliencia comunitaria frente a Sars-CoV2, generando una cultura y educación enfocada hacia lo natural, que contribuya a la promoción de la salud y protección del medioambiente en el medio escolar. Para que de esta manera los centros docentes sean lugares más seguros y saludables y puedan constituirse en escuelas promotoras de una salud global, reconociendo no solo el derecho a la salud y a un medio ambiente cuidado de las personas, sino al de conseguir las habilidades para alcanzar el estado pleno de bienestar físico, mental y social en armonía con la naturaleza.

Principales riesgos medioambientales en los centros educativos

La Tabla 1.2 muestra los riesgos más importantes de las aulas. El desarrollo de una Guía de Acción de Salud Ambiental Escolar de cada uno de los puntos que aparecen en esta tabla será clave en el desarrollo de la Salud Ambiental Escolar (Ortega et al., 2008) y se enlaza con los objetivos de Programas Educativos de la Consejería de Educación de la CARM.

Tabla 1.2: Aspectos básicos de una Guía de Acción Medioambiental Escolar

grupos	Tipo de riesgo
Provisión de Necesidades Básicas	Ubicación segura (alejado de ramblas y avenidas, autopistas, industrias peligrosas...) Materiales seguros de construcción Temperatura adecuada Agua, Alimentos saludables Luz natural Ventilación Clases apropiadas, no apiñadas Pacios de recreo seguros Instalaciones sanitarias Asistencia médica de emergencia Entornos seguros /caminando o en bici al cole
Protección frente a los contaminantes y riesgos biológicos	Hongos Agua escasa e insegura Escasa seguridad alimentaria Enfermedades transmitidas por vectores Animales venenosos Ratas e insectos peligrosos Otros animales (perros, ...)
Protección frente a los contaminantes sociales y estilos de vida	Violencia escolar y social Contaminación publicitaria (tabaco, alcohol...) Sedentarismo Glotonería...
Protección frente a los contaminantes físicos	Ruido Calor y frío extremos Radiación (radón, ultravioleta y líneas de alta tensión)
Protección frente a los contaminantes químicos	Tabaco y alcohol Contaminantes del aire exterior (Tráfico y transporte, ...) Contaminantes del aire interior (compuestos volátiles, metales pesados, productos de laboratorio, esporas...) Contaminantes en el agua Pesticidas Amianto o asbestos Pinturas Productos de limpieza Residuos y productos peligrosos Partículas diésel en los autobuses escolares

La Salud Medioambiental Escolar constituye uno de los desafíos más importantes para esta década y vendría a ser algo así como 'la salud laboral de la infancia' (el trabajo esencial

de los niños es la escuela). Este enfoque contribuye a mejorar la calidad de los colegios, el rendimiento académico, aumenta la formación del profesorado y dotará de contenidos a nuevos perfiles profesionales como la enfermería ambiental (escolar) centrando el eje más importante de su actividad en la prevención y en la salud ambiental.

1.3 Oportunidad: Buenas prácticas en Salud Medioambiental Escolar

La Región de Murcia cuenta con una de las Unidades de Salud Medioambiental (Pediátrica) de relevancia y referencia regional, nacional e internacional reconocida como Buena Práctica en programas de calidad del aire interior en Salud Medioambiental Escolar por OMS-Europa (2007). La Unidad de Salud Medioambiental desarrolla desde el año 2012 herramientas de cribado de Salud Medioambiental Escolar (Ortega-García y Ferris i Tortajada, 2012) (http://pehsu.org/wp/?page_id=784). Actualmente colabora con el Comité de Salud Medioambiental Pediátrica de la Asociación Española de Pediatría y el *Ichan School of Medicine* de *Mount Sinai* New York en el desarrollo de herramientas de innovación social para el mejorar el diagnóstico de la salud medioambiental escolar en un aplicativo App de autoevaluación de la sostenibilidad y resiliencia. Versión Beta de salud-móvil disponible aquí <https://proyectosaludmovil.typeform.com/to/GziGv6>. Este instrumento de innovación social permite identificar los factores modificables y dependientes de cada centro educativo que permitan establecer mejoras sobre la resiliencia o capacidad de adaptación para la prevención de la COVID-19. En la Tabla 1.3 aparecen estos factores agrupados.

Tabla 1.3: Preguntas sobre aspectos o factores modificables de resiliencia de la App de PEHSU Murcia
Participa este curso escolar en programas relacionados con la salud y/o el medioambiente:
En el presente curso escolar ¿Hay aulas prefabricadas o barracones en el centro educativo?
Número aproximado de árboles que hay en el patio del colegio
% sobre la superficie total del recinto escolar representa las zonas exteriores
Espacios aproximados de sombra (árboles, pérgolas...) (cuantitativo)
De forma global, la iluminación natural en las aulas...
En el centro educativo, el confort térmico es...
Enumere las aulas sin ventanas
El centro educativo ¿tiene un plan interno para el manejo de la calidad del aire interior?
De forma general, ¿Cuánto tiempo al día durante la jornada escolar tienen las ventanas abiertas para ventilar las aulas del centro educativo? (en el mes que realiza la encuesta de este curso).
Considera la ventilación natural de las aulas globalmente:

En alguna ocasión ¿En el centro educativo se ha medido la concentración del CO2 en el aire interior?
En horario escolar las ventanas de aulas ¿están abiertas de forma CONTINUADA (total o parcial)?
En el comedor, ¿la ventilación natural óptima (abrimos el total de puertas y ventanas)?
Distancia del colegio a una calle con mucho tráfico (autovía, tránsito de vehículos, ...)
En caso de que el centro educativo se encuentre cerca de una calle con mucho tráfico o tenga ruido molesto de fondo de automóviles o motos, ¿existen medidas de protección frente al ruido? Por ejemplo, apantallamiento, setos, árboles, doble acristalamiento...
Hasta qué punto es molesta la contaminación atmosférica desde cualquier aula del centro si dejamos las ventanas abiertas (1=ninguna molestia – 10= molestia insoportable).
El bocadillo los niños/as de infantil y primaria. ¿Dónde se lo comen?
Las fuentes de agua de bebida. ¿Están cerradas o selladas?
¿Tiene en marcha un programa que incluye actividades académicas o de clase al aire libre de forma regular? (que no sean la educación física)
¿Dispone de libros o materiales educativos sobre metodología de educación al aire libre?
Responsable COVID del centro ¿ha recibido formación en prevención de Sars-CoV2?
Los profesores ¿han recibido formación reglada en prevención de la transmisión Sars-CoV2?
El AMPA, ¿Organiza sesiones de formación para padres y madres sobre la COVID-19?
En el último trimestre, ¿Ha habido algún parte por incumplimiento de las normas de higiene de profesores o alumnos?
Implicación social. ¿Tiene el centro educativo un listado de voluntarios del AMPA o de la comunidad (con nombre y apellidos) para colaborar en ayudar a hacer más resiliente el colegio a la COVID-19?
¿Existe cartelería que transmita hábitos saludables a los niños (prevención del tabaquismo y otras drogas, ejercicio físico, medidas de protección solar...)?
En el último mes ha habido algún caso de COVID en el centro educativo
¿Existe servicio de autobús escolar para que los niños vayan al centro educativo?
¿Promueve algún programa de caminando o en bici al centro educativo?
En las horas de entrada o salida al centro, señale si hay aglomeraciones en las entradas y salidas
¿Hay voluntarios o policía local que colaboren para asegurar la entrada y salida ordenada del cole que evite las aglomeraciones?
Pensando en el centro educativo señale de la lista de problemas relacionados con el medio ambiente hasta 5 aspectos que considera más importante para la salud ambiental en su centro:
Después de realizar este cuestionario, SEGÚN TÚ OPINIÓN, ¿Cuál sería el estado de resiliencia escolar de tu centro educativos? Resiliencia se refiere a la capacidad de la comunidad escolar para hacer frente a las adversidades de la COVID-19 y reorganizarse para mejorar.

1.4 Programa de Salud Medioambiental Escolar 'Aire Limpio'

Es un programa de innovación social que contribuye a dar un enfoque hacia la salud medioambiental escolar. Numerosas actividades de divulgación en redes sociales de la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica, de la Asociación Española de Pediatría, Comité de Salud Medioambiental y Confederación Estatal CEAPA han contribuido a la divulgación y promoción de medidas de control y prevención de la transmisión de Sars-CoV2 en los centros educativos con un enfoque hacia la salud medioambiental. Combinando cultura, salud medioambiental, estructuras y procedimientos escolares para mejorar la calidad del aire interior con baja huella de carbono, para ganar salud, sostenibilidad y una mayor resiliencia a la COVID-19.

La convocatoria establece en su objeto: pretende desarrollar un modelo de centro educativo más resiliente frente a Sars-CoV2, mediante acciones innovadoras, sostenibles y enfocadas hacia lo natural o basadas en la Naturaleza en materia de salud y medioambiente, con la finalidad de: a) estimular un afrontamiento positivo, de cooperación y de ayuda mutua; b) mejorar la estructura o medio físico de los centros educativos y el proceso educativo, respecto a alguno o varios de los aspectos básicos de salud medioambiental escolar; y c) reducir la transmisión de Sars-Cov2 en los centros educativos.

Desde septiembre se ha trabajado en colaboración con la Dirección General de Programas Educativos con la Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica. Actualmente hay 112 centros que usan una metodología de Aire Limpio, 108 de ellos han recibido una financiación expresa de la Consejería de Educación. Aunque es muy probable que el efecto sea más amplio en la comunidad educativa donde parece ha calado un mensaje muy activo. Este programa dota con unos recursos a cada centro educativo, facilitando la autogestión vinculada a un proyecto de acción con incremento de las inversiones que estimulan la economía local (comerciantes, carpinteros, jardineros, utensilios, sensores de CO2,...).

A fecha de entregar el informe más de 200 docentes están inscritos para recibir el curso de capacitación en salud medioambiental escolar.

<http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/45/Convocatoria%20Aire%20Limpio%20C.I%20277268%2030-9-20.pdf>

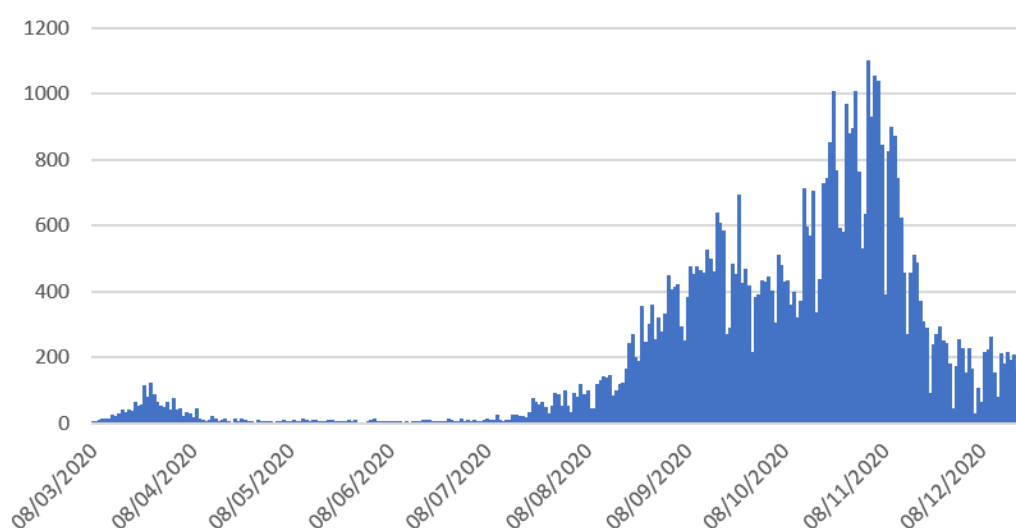
2. Impacto de la pandemia en educación

En esta sección se analiza la evolución temporal de la pandemia por COVID-19 y su impacto en los centros educativos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

2.1 Evolución temporal de la COVID-19 en la Región de Murcia

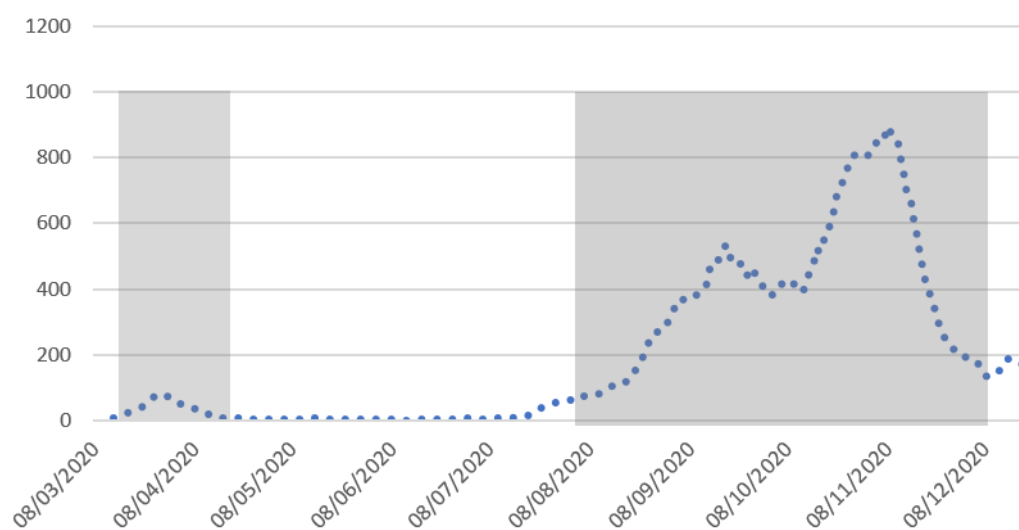
En esta sección se analiza la evolución temporal de los casos confirmados por COVID-19 en la Región de Murcia en el periodo de tiempo comprendido entre el 8 de marzo de 2020 y el 22 de diciembre de 2020, sumando un total de 260 días. Estos datos han sido obtenidos del portal regional de Murcia Salud. La Figura 2.1 ilustra la evolución diaria de los casos confirmados de COVID-19 en la CARM.

Figura 2.1: Casos confirmados diarios de COVID-19 en la CARM.



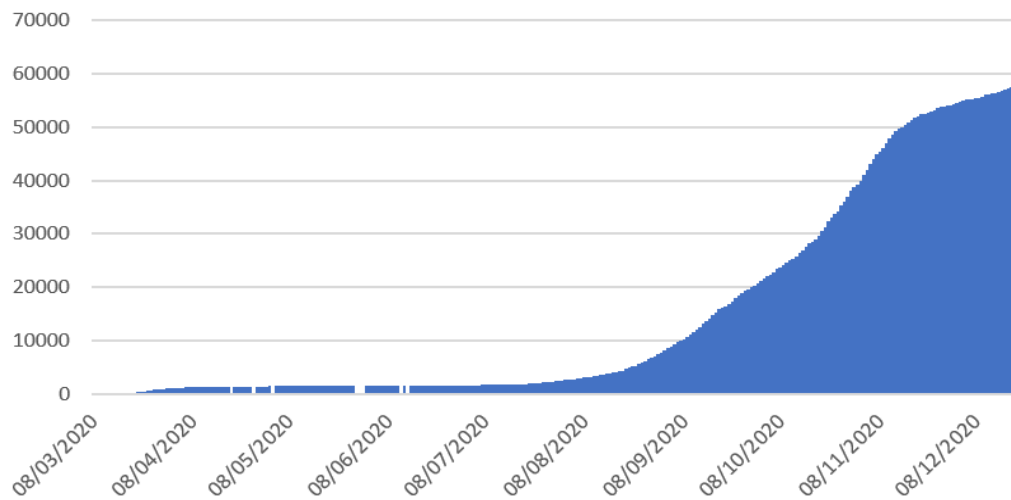
Con el fin de tener una mejor aproximación de la evolución de los casos confirmados de COVID-19 la Figura 2.2 nos muestra la tendencia de la serie por medias móviles de amplitud 7 días produciendo una serie más suavizada que la de los datos diarios.

Figura 2.2: Tendencia por medias móviles de amplitud 7 días de la serie de casos confirmados por COVID-19 en la CARM.



Tal y como puede observarse en la Figura 2.2, la incidencia de COVID-19 en la CARM está compuesta por dos olas, que aparecen sombreadas en dicho gráfico. La primera de ellas fue muy leve y se mantuvo en niveles muy bajos hasta mediados de julio de 2020 donde dio comienzo la segunda ola. Esta segunda ola ha sido bimodal, es decir, ha tenido dos picos uno el 18 de septiembre de 2020 y el segundo de mayor intensidad (de hecho, la mayor incidencia hasta la fecha) el 7 de noviembre de 2020. Este shock producido en los casos confirmados por COVID-19 se logró rebajar en los días sucesivos y se mantuvo en una incidencia diaria rondando los 200 casos durante el periodo navideño.

El análisis del total acumulado de casos confirmados queda ilustrado en la Figura 2.3. Puede observarse que el incremento significativo de los casos confirmados se produce a partir de la segunda quincena de agosto, correspondiéndose con el inicio de la primera parte de la segunda ola.

Figura 2.3: Total acumulado de casos confirmados por COVID-19 en la CARM.

Otro indicador importante para determinar el riesgo en la CARM por COVID-19 son las incidencias acumuladas cada 7 y 14 días por 100.000 habitantes. Éstas se pueden encontrar en las Figuras 2.4 y 2.5 respectivamente. La incidencia acumulada a 7 días informa de la evolución de los casos confirmados a corto plazo mientras que la incidencia acumulada a 14 días informa de la evolución a más largo plazo y es un factor importante en la determinación del riesgo de rebrote. Tal y como puede observar tanto la incidencia acumulada a 7 días como a 14 días han superado el umbral de riesgo extremo, situados en 125 y 250 casos confirmados por 100.000 habitantes respectivamente durante a segunda ola (línea roja).

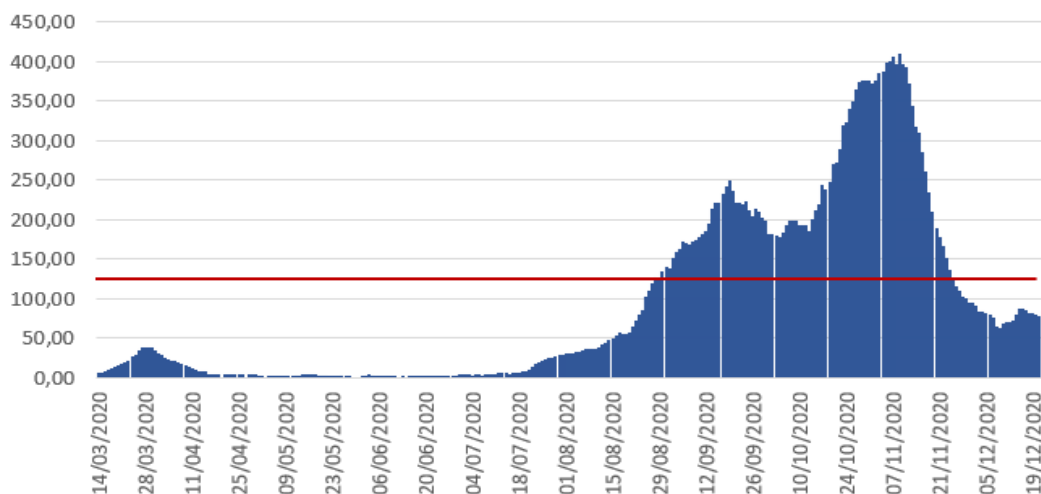
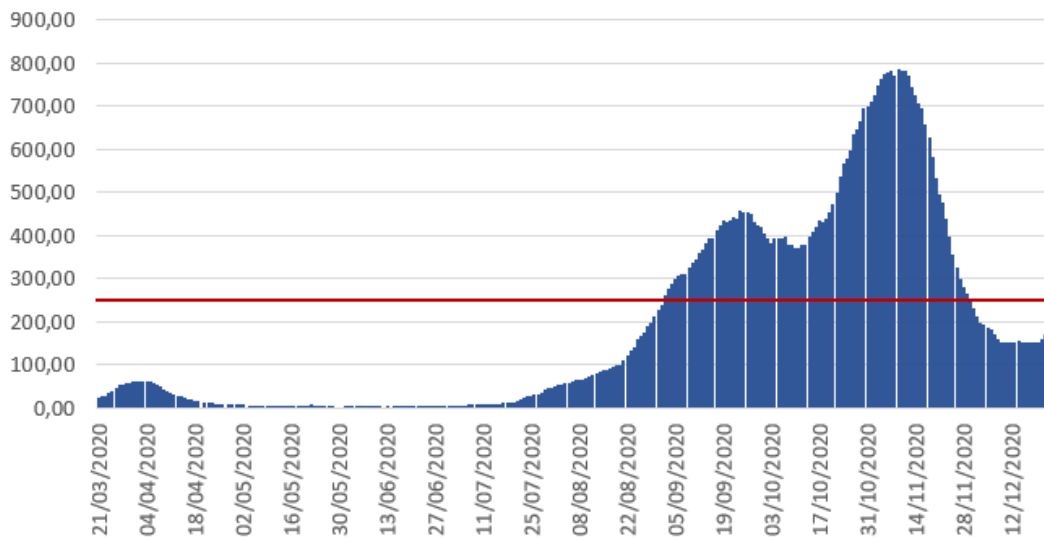
Figura 2.4: Incidencia acumulada de casos confirmados a 7 días cada 100.000 habitantes

Figura 2.5: Incidencia acumulada de casos confirmados por COVID-19 a 14 días cada 100.000 habitantes en la CARM.



Para el cálculo del riesgo de rebrote o índice de crecimiento potencial (EPG) además de la incidencia acumulada a 14 días (IA14), necesitamos calcular la velocidad de reproducción media de los últimos 7 días, que se calcula como:

$$v_t = \frac{\rho_{t-6} + \rho_{t-5} + \rho_{t-4} + \rho_{t-3} + \rho_{t-2} + \rho_{t-1} + \rho_t}{7}$$

donde

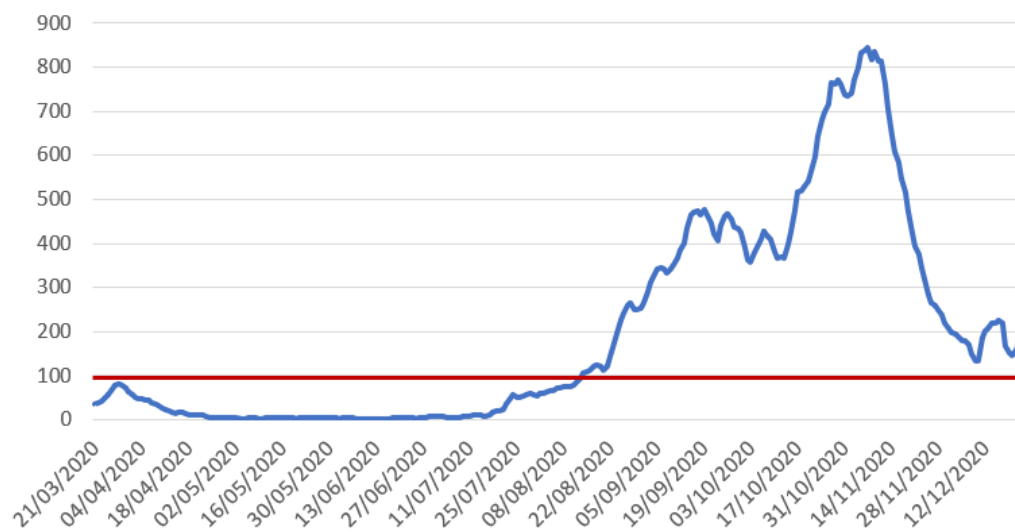
$$\rho_t = \frac{n(t-2) + n(t-1) + n(t)}{n(t-5) + n(t-4) + n(t-3)}$$

con $n(t)$ el número de casos confirmados por COVID en el instante t .

Finalmente se calcula el índice de riesgo de rebrote como el producto de la velocidad de reproducción por el índice acumulado de casos confirmados a 14 días:

$$EPG_t = v_t * IA14_t$$

Se considera riesgo alto de rebrote valores del índice de riesgo EPG por encima de 100.

Figura 2.6: Índice de crecimiento potencial a siete días por COVID-19.

La línea roja marca el nivel de riesgo alto de rebrote.

La Figura 2.6 ilustra la evolución del índice de riesgo de rebrote por COVID-19 en la CARM. Tal y como puede observarse este índice se encuentra en riesgo alto desde el 10/08/2020, fecha de inicio aproximado de la segunda ola.

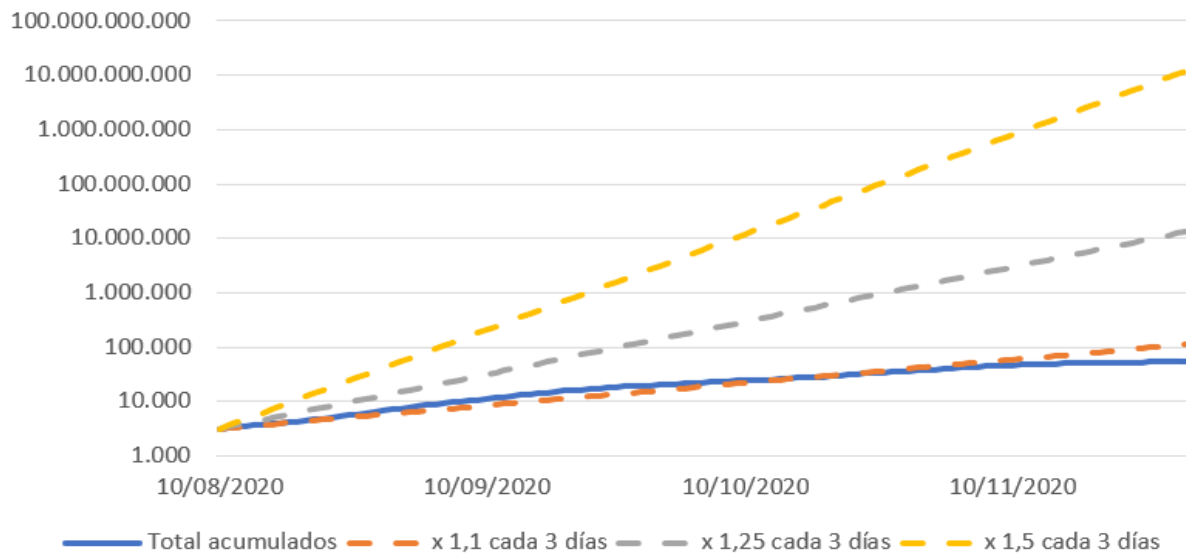
Un análisis más detallado del comportamiento de los casos confirmados durante la segunda ola lo podemos observar en las Figuras 2.7 y 2.8 respectivamente. Estas gráficas representan el crecimiento de la serie de total de casos acumulados en comparación con modelos de crecimiento exponencial con un aumento del 10%, 25% y 50% de casos confirmados a los 3 y los 7 días. El modelo teórico de crecimiento exponencial que hemos usado en el análisis es el siguiente:

$$y_t = y_0 F^{t/d}$$

donde y_t representa el total de casos confirmados en el día t , y_0 es la condición inicial del modelo que hace referencia al número total de casos confirmados del que se parte, F es el factor de crecimiento y d es el número de días para conseguir el aumento indicado por F . A modo de ejemplo tendremos que una parametrización del estilo $y_t = y_0 2^{t/7}$ indicará que el total acumulado de casos diarios se duplicará cada 7 días. En nuestro análisis hemos considerado tres factores $F = 1,1; 1,25$ y $1,5$ (que se corresponden con aumentos del 10, 25 y 50 % respectivamente), dos periodos de consecución del aumento proporcionado por F que se corresponden con los valores del parámetro d igual a 3 días y 7 días. Finalmente, como condición inicial hemos considerado el número de casos confirmados acumulados a fecha

10/08/2020, $y_0 = 3196$. Para una mejor apreciación de las gráficas estas se han realizado en escala logarítmica.

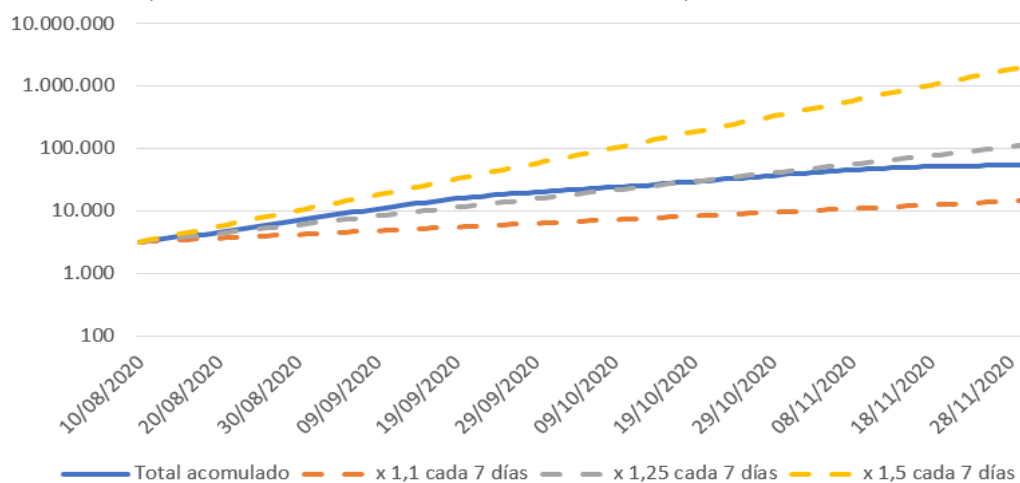
Figura 2.7: Comparación con las curvas de crecimiento exponencial en 3 días.



Gráfica en escala logarítmica. Condición inicial número de casos confirmados acumulados a fecha 10/08/2020.

La Figura 2.7 muestra como el crecimiento del número acumulado de casos confirmados durante la mayor parte de la segunda ola se mantuvo por encima del 10% cada tres días. Una mirada a más largo plazo se puede observar en la Figura 2.8 donde puede observarse que el crecimiento era superior al 25% en una semana.

Figura 2.8: Comparación con las curvas de crecimiento exponencial en 7 días.

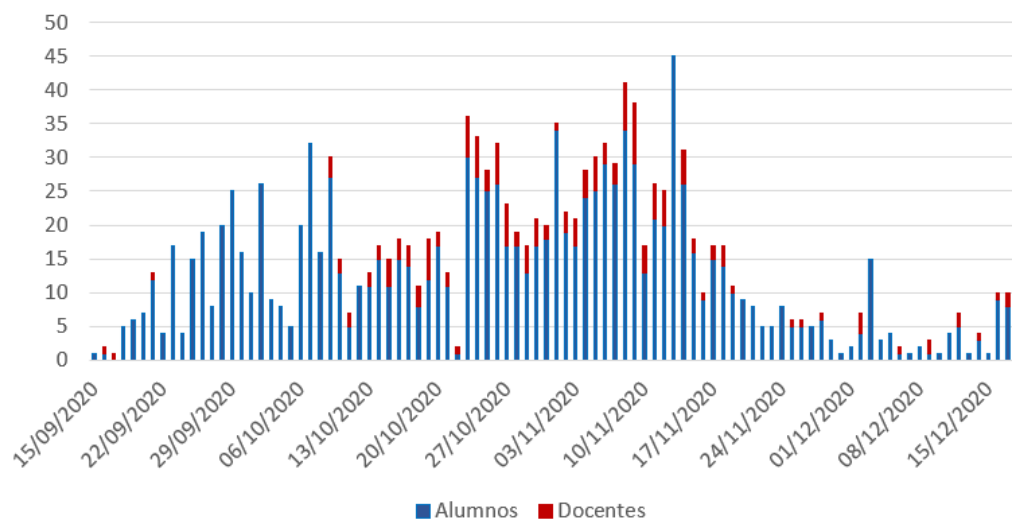


Gráfica en escala logarítmica. Condición inicial número de casos confirmados acumulados a fecha 10/08/2020.

2.2 Evolución temporal de la COVID-19 en los centros educativos

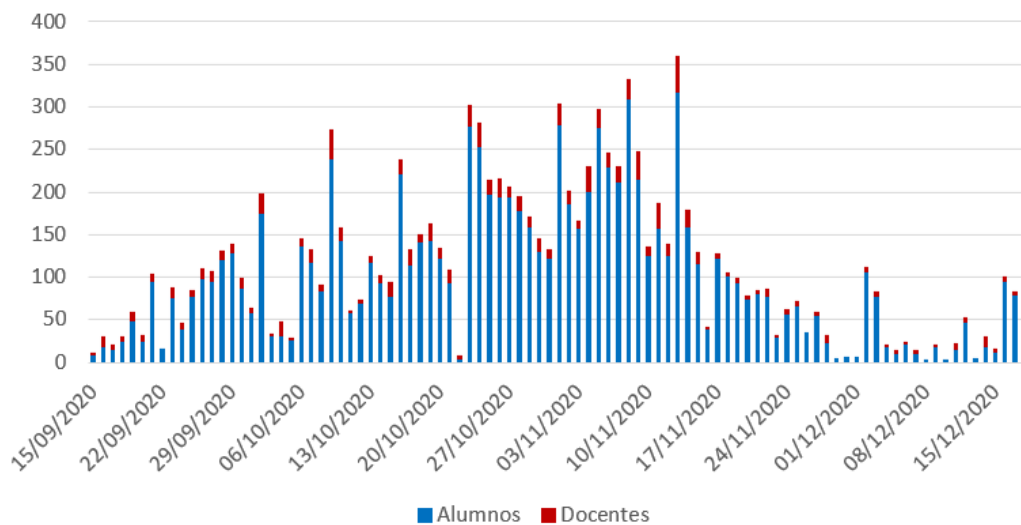
En esta sección se estudia la evolución de los casos confirmados, así como del número de personas en cuarentena por COVID-19 en los centros educativos de la CARM en el periodo correspondiente al primer trimestre del curso, que comprende desde el 15 de septiembre al 18 de diciembre de 2020, un total de 95 días.

Figura 2.9: Evolución de casos confirmados por COVID-19 en los centros escolares.



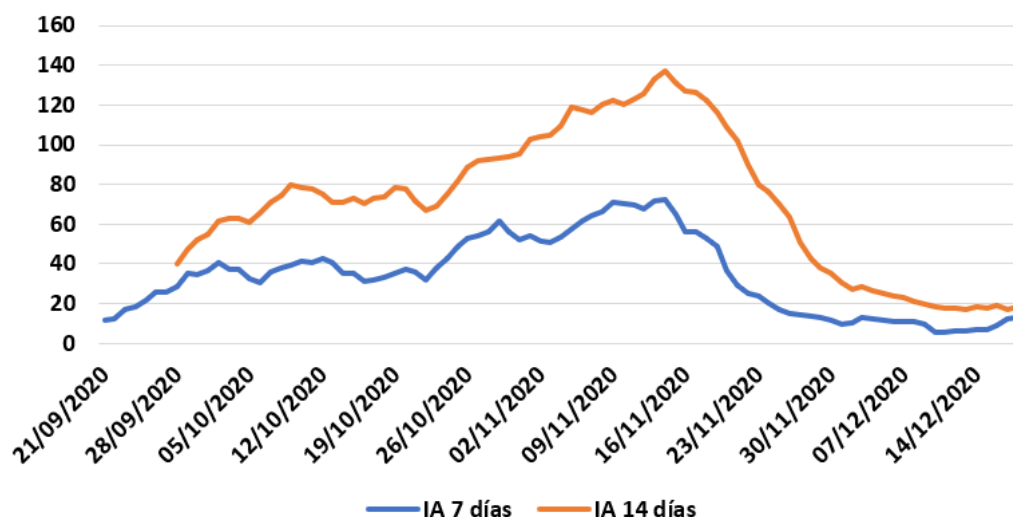
En la Figura 2.9 podemos observar que la incidencia de casos confirmados por COVID-19 en los centros educativos ha sido baja a lo largo del primer trimestre del curso 2020-2021. Sin embargo, el número de personas en centros educativos que ha tenido que estar en cuarentena por contacto con estrecho con un positivo por COVID-19 es mucho mayor, tal y como ilustra la Figura 2.10. Esto se puede deber a que los contactos de las personas de centros educativos con personas diagnosticadas positivo por COVID-19 se realizan en su mayoría fuera del centro educativo, y por tanto se puede considerar el centro educativo como un lugar seguro.

Figura 2.10: Evolución de casos en cuarentena por COVID-19 en los centros escolares.



En cuanto a la incidencia acumulada a 7 y 14 días, la Figura 2.11 muestra como siempre se ha mantenido en umbrales de riesgo medio, que se corresponden con los intervalos [25, 75] y [50, 150] para la incidencia acumulada a 7 y 14 días respectivamente. Lo que de nuevo muestra que los centros educativos son un lugar seguro en tiempos de COVID, en comparación con el riesgo extremo que ha padecido la CARM durante la segunda ola.

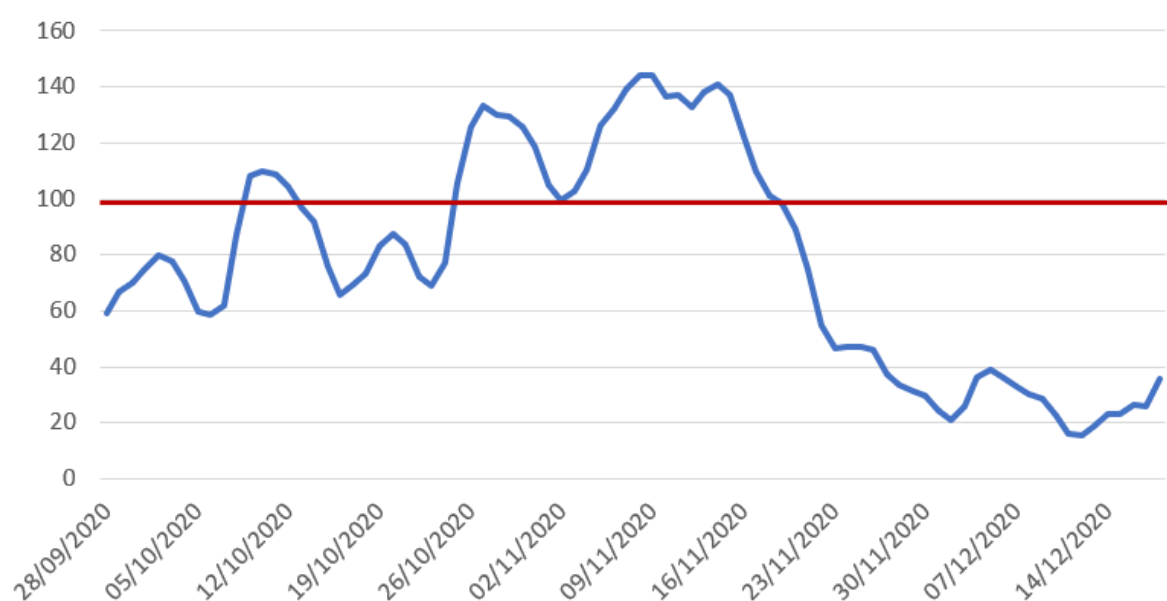
Figura 2.11: Incidencia acumulada cada 7 y 14 días cada 100.000 individuos en centros educativos por COVID-19 de la CARM.



La evolución del índice de riesgo de rebrote, EPG, durante el primer trimestre del curso escolar aparece en la Figura 2.12. La evolución de este índice indica que ha habido dos

momentos de riesgo alto de rebrote en centros escolares ($EPG > 100$). El primero se produce en la segunda quincena de octubre, pero es de corta duración, incluso se podría decir que fue puntual. El segundo momento de riesgo alto de rebrote, que es más persistente en el tiempo, se produce de manera más intensa en los periodos correspondientes a los dos picos que existen en la segunda ola de casos confirmados, concretamente en la última semana de octubre y en la segunda semana de noviembre.

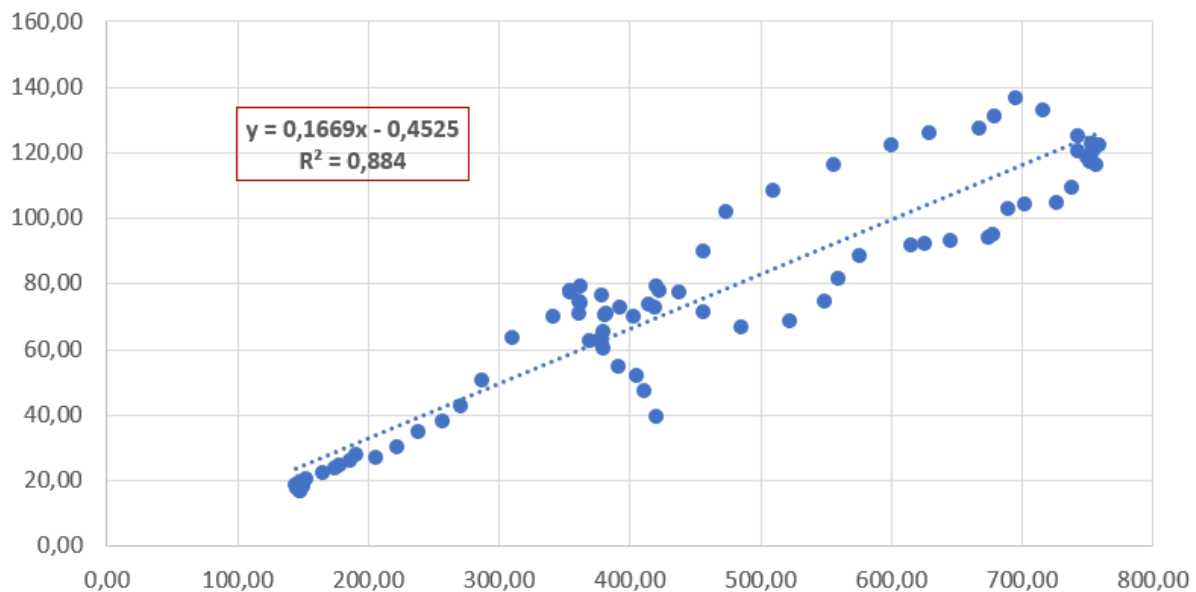
Figura 2.12: Índice de crecimiento potencial a siete días por COVID-19 en los centros educativos de la CARM.



La línea roja marca el nivel de riesgo alto de rebrote.

La Figura 2.13 muestra la relación entre la incidencia acumulada de casos confirmados por COVID-19 a 14 días en la Región de Murcia (descontado los casos en centros educativos) y en los centros educativos.

Figura 2.13. Relación entre incidencia acumulada a 14 días de casos confirmados en la CARM (descontado la incidencia en los centros educativos) y los centros educativos.



Se puede observar una correlación positiva, es decir un aumento en la incidencia acumulada fuera de los centros educativos, implica un aumento en la incidencia acumulada en los centros educativos. Más concretamente, en términos medios, tal y como queda sustentado por la recta de regresión calculada, que posee un grado de bondad de ajuste elevado (con coeficiente de determinación $R^2=0.88$), un aumento en media de 10 puntos en la incidencia acumulada fuera de los centros educativos produciría un aumento de 1,6 puntos en media en la incidencia acumulada en los centros educativos.

2.3 Impacto de la apertura de los centros educativos en la pandemia

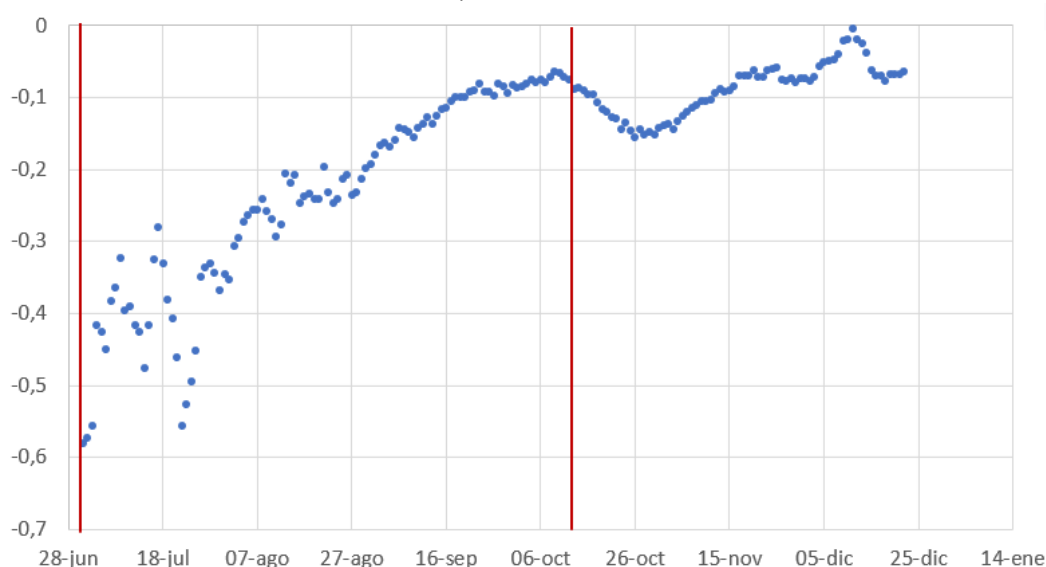
Un análisis más detallado de la evolución temporal de la incidencia de COVID-19 de los individuos de la CARM entre 3 y 16 años, es decir en edad escolar con carácter de obligatoriedad, y los individuos de más de 16 años desde el 1 de julio al 22 de diciembre de 2020, nos muestra un proceso de convergencia en las incidencias acumuladas a 14 días (IA14), presentando dos velocidades, una muchos más rápida en la primera mitad del periodo y otra más desacelerada y estable en la segunda mitad.

La Figura 2.14 muestra esta convergencia entre las IA14 entre los individuos con edades comprendidas entre los 3 y los 16 años y aquellos de más de 16 años. Más concretamente la

Figura 2.14 muestra el logaritmo del cociente de la IA14 para los individuos con edades comprendidas entre los 3 y los 16 años entre la IA14 de los individuos de más de 16 años.

La primera línea vertical roja marca el 1 de julio de 2020 (principio del periodo analizado) mientras que la segunda línea vertical roja muestra el fechado, que se corresponde con el 14 de octubre de 2020, que ha determinado el contraste *Cumsum* aplicado a la determinación del fechado de cambio en la tendencia de la serie. En esta fecha la pendiente cambia de ser 0.0043 a ser 0.0014, tres veces menor, mostrando una consolidación de la convergencia de la IA14 entre los grupos de edad considerados.

Figura 2.14: Logaritmo del cociente de IA a 14 días de individuos entre 3 y 16 años entre la IA a 14 días de individuos mayores de 16 años en la CARM.



La línea roja fechada el 14 de octubre marca el punto de cambio de tendencia por el test *Cumsum*.

2.4 Análisis preliminar del impacto de la intervención 'Aire Limpio'

En este apartado se plantea una posible metodología para evaluar el impacto del programa Aire Limpio en los centros educativos de la Región de Murcia mediante la realización de un modelo de regresión logístico para estimar la probabilidad de que en un centro escolar se identifique un caso positivo de COVID-9 que implique la cuarentena de miembros de la comunidad escolar.

El objetivo de esta metodología sería elaborar un modelo estadístico capaz de identificar los factores que incrementan o disminuyen la probabilidad de que en un centro educativo se identifique un caso COVID-positivo.

Como variable independiente 'Y' del modelo se considerará una variable dicotómica indicando si el centro ha identificado o no algún caso COVID-positivo durante el periodo de estudio.

$Y = 1$ si en el centro educativo se ha identifica algún caso COVID-positivo durante el periodo de estudio que haya implicado la cuarentena de algún miembro de la comunidad escolar.

$Y = 0$ en caso contrario.

Una vez que se disponga de información detallada sobre el número de casos COVID-positivos en cada centro por un periodo de tiempo prolongado otras metodologías podrían aplicarse. En una primera versión del modelo parece razonable considerar solo el indicador de presencia/ausencia. La principal razón es que la ausencia de casos puede ser debida a varias causas. En primer lugar, puede no identificarse ningún caso ($Y=0$) en un centro escolar debido a la resiliencia del centro o puede no identificarse ningún caso porque no haya aún transcurrido tiempo suficiente para identificar algún COVID-positivos debido a la baja incidencia de casos en los centros escolares y al reducido tiempo que ha trascurrido desde el inicio del curso escolar. En segundo lugar, hay una fuerte heterogeneidad en el número de alumnos por centro. Esta heterogeneidad se traduciría en una fuerte variabilidad de la incidencia considerada como cociente entre el número de casos y el número de alumnos.

Con respecto al conjunto de variables explicativas consideradas, se ha realizado una preselección de indicadores de entre todo el conjunto de indicadores que han sido discutidos en este informe, tanto indicadores indoor específicos del centro (Niveles educativos que se imparten, número de alumnos del centro, servicios que ofrece, etc) con especial relevancia a la participación del centro en el programa Aire Limpio. También se considerarán los indicadores de vecindad (outdoor) que has sido descritos en este informe (Renta, Tamaño medio del hogar, densidad de población, etc). La Tabla 2.1 muestra las variables que a priori podría ser tenidas en consideración en un análisis previo.

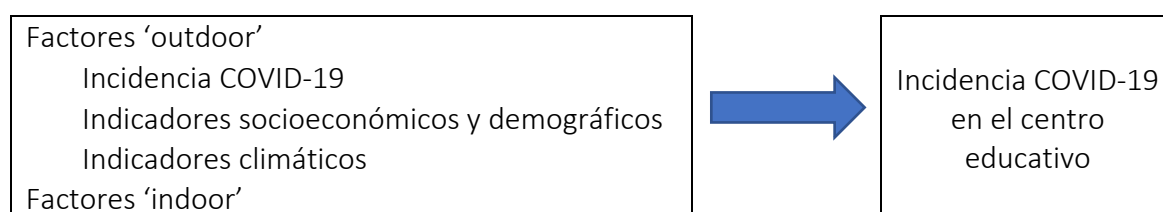
Tabla 2.1: Variables explicativas

Outdoor	Densidad Población (en log)	Densidad media de población en el vecindario de un centro educativo (en logaritmos).
	Renta media del hogar (en log)	Renta media del hogar en el vecindario de un centro educativo (en logaritmos).
	Tamaño medio del hogar	Tamaño medio del hogar en el vecindario de un centro educativo.
Indoor	Comedor	Variable dicotómica (1/0) indicando si el centro tiene servicio de comedor.
	Transporte	Variable dicotómica (1/0) indicando si el centro tiene servicio de transporte.
	Nivel Bachiller y/o ESO	Variable dicotómica (1/0) indicando si el centro imparte los niveles educativos de Bachiller y/o ESO.
	Adscrito a 'Aire Limpio'	Variable dicotómica (1/0) indicando si el centro está adscrito al programa 'Aire Limpio'.
	Adscrito al 'Aire Limpio' con Bach y/o Eso	Variable dicotómica (1/0) indicando si el centro está adscrito al programa 'Aire Limpio' y además se trata de un centro que imparte los niveles educativos de Bachiller y/o ESO.

Una vez que se disponga de información detallada de la incidencia en cada centro educativo se elaborará este modelo predictivo.

3. Aspectos relacionados con la vulnerabilidad y resiliencia frente a la COVID-19 en los centros educativos de la Región de Murcia

Los factores relacionados con la incidencia del COVID-19¹³ en los centros educativos y su nivel de resiliencia frente a la pandemia pueden clasificarse en dos grandes grupos: factores externos al centro (factores ‘outdoor’) y factores internos del centro educativo (factores ‘indoor’). Dentro del primer grupo, en este informe se distinguen dos tipos de factores: factores relacionados con la incidencia de la COVID-19 y factores socioeconómicos y demográficos.



En esta sección describiremos la metodología seguida para identificar estos indicadores y se presentarán algunos resultados descriptivos.

3.1 Factores de entorno o comunidad

3.1.1 Incidencia COVID-19

Dentro del primer grupo de factores externos o factores ‘outdoor’, será la incidencia en la población de su vecindario el principal factor de riesgo. Un centro educativo, localizado en un entorno donde haya una elevada incidencia, tendrá a priori mayor probabilidad de identificar casos COVID-positivos.

Conocer la incidencia de tu entorno debería condicionar el comportamiento de la comunidad educativa. Por ejemplo, si un centro educativo conoce la incidencia en su entorno, puede incrementar la rigurosidad con la que se toman medidas de prevención e incluso implementar nuevas medidas para hacer más resiliente al centro ([Gutiérrez-Velasco et al.,](#)

¹³ Este acrónimo (formado en inglés a partir de *CORonaVirus Disease* y 2019) se usa normalmente en masculino (el COVID-19) por influjo del género de coronavirus y de otras enfermedades víricas (el zika, el ébola), que toman el nombre del virus que las causa. No obstante, el uso en femenino (la COVID-19) —como el de la OMS en sus páginas en español— está justificado por ser el nombre femenino enfermedad (*disease* en inglés) el núcleo del acrónimo.

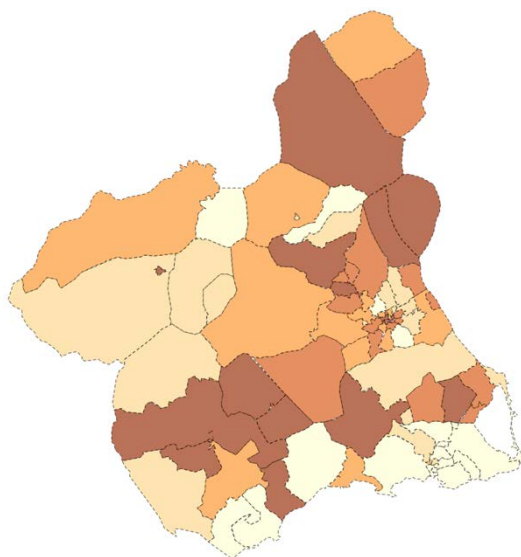
2021). Es por tanto relevante a la hora de implementar medidas de resiliencia en un centro educativo conocer los datos oficiales publicados por el servicio de epidemiología de la Región de Murcia. En concreto en este informe consideraremos relevantes la información referente a la incidencia acumulada a 7 y a 14 días por 100.000 habitantes y su tendencia temporal en la zona básica de salud (ZBS) en la que se encuentre localizado el centro. Esta información está disponible en la web <https://www.murciasalud.es/>, ofrecida por el servicio de epidemiología de la Región de Murcia a nivel de desagregación espacial municipal y de zona básica de salud.

La lista de los indicadores de incidencia considerados es la siguiente:

Indicadores de incidencia acumulada	Referencia geográfica
Incidencia acumulada a 14 días	
Incidencia acumulada a 7 días en la ZBS	En la ZBS en la que se encuentre el centro escolar
Tendencia temporal de la incidencia en la ZBS	

Una muestra de la importante variabilidad geográfica que puede tener la incidencia de COVID-19 entre distintas ZBS se presenta en la Figura 3.1.

Figura 3.1: Ejemplo de la distribución espacial de la incidencia acumulada por ZBS



Incidencia acumulada a 14 días por 100.000 habitantes por ZBS

3.1.2 Indicadores socioeconómicos y demográficos locales

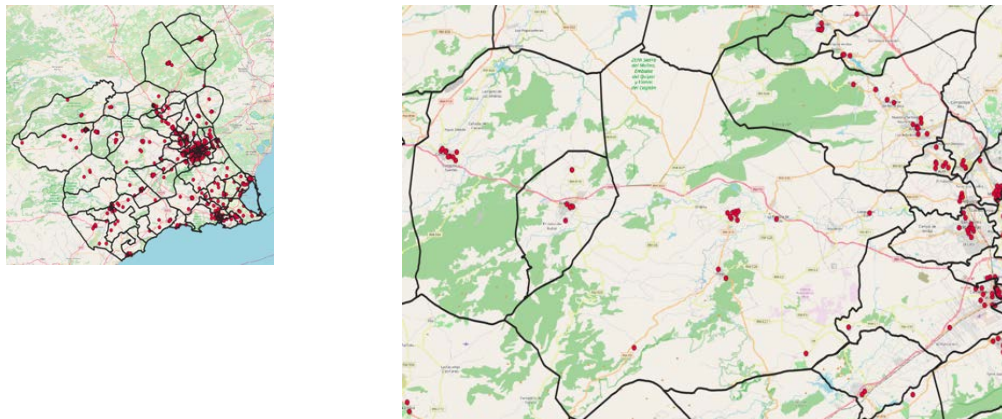
La casi totalidad de los estudios que evalúan la relación entre la incidencia del COVID-19 y las variables geográficas analizan la información a un nivel geográfico relativamente

grande. Son muchos los estudios cuyas conclusiones se obtienen analizando datos agregados (p.e. países o comunidades autónomas). En otros casos la información se analiza a niveles geográficos más pequeños, equivalentes a provincias o incluso a nivel municipal o de zonas básicas de salud. Estos estudios identifican los factores que mayor impacto tienen en la incidencia del COVID-19. En este informe se dará un enfoque local con el objetivo de asignar a cada centro educativo de la Región de Murcia indicadores locales que estén relacionados con la incidencia de COVID-19 de tal forma que nos permita discriminar entre dos centros educativos que se encuentren localizados en una misma unidad geográfica (municipio o zona básica de salud). Nuestra opinión es que el análisis de la información que relaciona los factores geográficos con la incidencia de COVID-19 debe realizarse a al nivel de desagregación más pequeño posible. Esta opinión está sustentada por el hecho de que muchos de los factores geográficos que se relacionan con la incidencia de COVID-19 presentan fuertes variaciones a niveles de desagregación espacial mucho más pequeños de los descritos habitualmente (municipio o ZBS). Por ejemplo, no es sorprendente que se presenten fuertes variaciones de variables socioeconómicas entre dos barrios colindantes. De la misma forma, barrios limítrofes presentan tasas de incidencia de COVID-19 muy dispares.

Atendiendo a estas consideraciones, nuestra hipótesis de partida está basada en el convencimiento de que existe una fuerte relación entre la incidencia de COVID-19 en los centros educativos y la incidencia en su vecindario. Aquellos centros educativos que se encuentren localizados en vecindarios con una alta incidencia de COVID-19 a priori tendrán una mayor probabilidad de tener casos COVID positivos en sus aulas y por tanto deberían mantener un comportamiento diferencial, extremando – si esto es posible – las medidas de prevención. Conocer el grado de incidencia de tu entorno más cercano, de tu barrio debe condicionar el comportamiento del individuo.

La información que se publica por el servicio de epidemiología de la CARM sobre la incidencia acumulada se refiere a la ZBS. Aunque las ZBS son zonas geográficas de igual o menor tamaño que el municipio, son unidades territoriales relativamente grandes y en algunos casos los centros educativos se encuentran dispersos en su geografía (ver Figura 3.2).

Figura 3.2: Localización centros educativos y ZBS. Detalle de ZBS de Mula



Debido a la extensión de estas ZBS y a la diseminación de la población en este territorio, puede ocurrir que la incidencia dentro de una misma ZBS presente importantes variaciones y por tanto no a todos los centros educativos de una misma ZBS deben imputarse los mismos indicadores de incidencia. Al no disponer de información sobre la incidencia a un nivel de desagregación espacial más pequeño que la ZBS, una alternativa que permite inferir la variación de la incidencia acumulada dentro de cada ZBS puede basarse en identificar aquellos factores que están relacionados con la incidencia, de los que se disponga de información a un nivel más desagregado, y utilizarlos como un proxy de la incidencia.

Nuestra propuesta va en esta dirección. De forma breve, la metodología que se propone es la siguiente:

Utilizando información de fuentes secundarias a nivel geográfico de sección censal, imputar a cada centro educativo indicadores relacionados con la incidencia de su vecindario (definido como un conjunto de secciones censales de su entorno) con el objetivo de inferir la incidencia en su entorno más próximo y complementar la información correspondiente a la incidencia en la ZBS en la que se encuentre. De forma esquemática, las etapas de este proceso son las siguientes:

Etapas 1: Identificación de factores relacionados con la incidencia de COVID-19 a nivel de sección censal utilizando fuentes secundarias.

Etapas 2: Identificación de un conjunto de secciones censales en el entorno de cada centro escolar (definición de vecindario).

Etapas 3: Agregación de los indicadores obtenidos en la Etapa 1 para cada uno de los vecindarios definidos en la Etapa 2.

Etapla 4: Imputación a cada centro escolar de los indicadores obtenidos en la Etapa 3.

Para alcanzar la Etapa 1 de este proceso es necesario identificar factores socioeconómicos y demográficos de los que se disponga de información a un nivel de desagregación inferior al nivel de ZBS. La siguiente subsección justifica la selección de indicadores que la literatura ha propuesto como relevantes.

Selección de factores socioeconómicos y demográficos relacionados con la incidencia de la COVID-19

Aunque la lista de factores que a priori podrían estar relacionados con el COVID-19 es enorme, la literatura especializada destaca algunos de ellos. En esta sección, sin ser exhaustivos, enumeraremos algunos factores que posteriormente serán utilizados en el desarrollo del índice de resiliencia¹⁴.

Las evidencias sobre la incidencia del COVID-19 señalan múltiples factores que a priori pueden estar relacionados con la incidencia. En general, la mayoría de estos factores están relacionados con indicadores de la estructura poblacional (Davies et al. 2020; Novel, 2020; Sun et al., 2020; Cortis, 2020), principalmente analizan tasas de población joven¹⁵ (p.e. Davies et al., 2020); tasas de población mayor y densidad de población (p.e. Hamidi et al., 2020) o las características socioeconómicas (Amengual Moreno 2020). La literatura es muy abundante y pueden encontrarse evidencias en todos los sentidos, incluso algunos trabajos relacionan la resiliencia de los centros educativos con su capacidad de resiliencia al COVID-19 (Campos, 2020), apuntando la hipótesis de que el diseño urbano y arquitectónico puede apoyar intencionalmente el crecimiento de la resiliencia en los complejos escolares, ayudando así a la comunidad a enfrentar la adversidad de una manera proactiva. Una lista exhaustiva sería enorme y queda fuera del objetivo de este informe.

¹⁴ La resiliencia es un concepto que se puede aplicar a cualquier fenómeno que tenga un efecto traumático en un sistema preexistente, ya sea físico o social: se puede describir como la capacidad de la comunidad para adaptarse y resistir disrupciones. La resiliencia tiene su raíz etimológica en el latín “resilire” que puede traducirse como “rebotar y retroceder”, o volver a un estado anterior de normalidad. La resiliencia combina la prevención de riesgos con la proactividad, entendida esta como una mayor capacidad de una comunidad para mantener la salud y el bienestar.

¹⁵ Las disparidades de edad en los casos observados podrían explicarse porque los niños tienen menor susceptibilidad a la infección, menor propensión a mostrar síntomas clínicos o ambas cosas (Davies et al., 2020)

En investigaciones recientes, se realizan análisis estadísticos espaciales para identificar la asociación entre las variables geográficas y la incidencia de enfermedades. Estos estudios de todo el mundo indican que los casos de COVID-19 están altamente correlacionados con factores socioeconómicos y demográficos. Los factores social y económicamente relevantes con características sociales e intergeneracionales destacadas mostraban estrechas correlaciones con COVID-19 en 20 países europeos. Estas correlaciones espaciales entre la incidencia de la pandemia y la demografía han llamado la atención de muchos economistas y políticos. Sirvan de ejemplo los trabajos de [Borjas \(2020\)](#) y [Schmitt-Grohé et al. \(2020\)](#) en los que se muestran que la demografía explica muchas de las disparidades espaciales en las tasas de positividad en los vecindarios de la ciudad de Nueva York.

En varias ocasiones se ha repetido la frase 'COVID-19 no discrimina'. Sin embargo, esto es un mito peligroso que deja de lado la mayor vulnerabilidad de las personas más desfavorecidas social y económicamente. Para las personas de bajo nivel socioeconómico, una serie de factores aumentan su exposición al COVID-19 ([Patel et al., 2020](#)). Varias razones pueden esgrimirse para plantear estas relaciones.

En primer lugar, las personas económicamente desfavorecidas tienen más probabilidades de vivir en viviendas superpobladas. En el caso de la Región de Murcia, casi en el 10% de los hogares conviven 5 o más personas (frente al 6% a nivel nacional). El nivel de hacinamiento en los hogares es un factor de riesgo de infecciones del tracto respiratorio inferior. También, son factores que influyen, las malas condiciones de la vivienda, el acceso limitado al espacio exterior, una ventilación insuficiente y el hacinamiento en el hogar, lo que reducirá el cumplimiento del distanciamiento social ([Cardoso et al., 2004](#); [Almagro y Orane-Hutchinson, 2020](#)).

En segundo lugar, las personas económicamente más pobres a menudo están empleadas en ocupaciones que no brindan oportunidades para trabajar desde casa. Esta limitación incrementa los desplazamientos del individuo de casa al trabajo. Además, estos desplazamientos muchas veces se realizan en transportes públicos y colectivos, lo que también ha sido identificado como otro de los factores de riesgo ([Páez et al., 2020](#)).

En tercer lugar, los individuos que pertenecen a grupos de bajo nivel socioeconómico tienen más probabilidades de tener peores condiciones de trabajo e ingresos económicos inestables. Esta incertidumbre financiera puede dañar la salud de quienes pertenecen a grupos de bajo nivel socioeconómico, además de incrementar su estrés. Se sabe que un mayor estrés

debilita el sistema inmunológico, lo que aumenta la susceptibilidad a una variedad de enfermedades y la probabilidad de comportamientos de riesgo para la salud. Por lo tanto, la pobreza puede no solo aumentar la exposición al virus, sino también reducir la capacidad del sistema inmunológico para combatirlo. También esta situación de inestabilidad laboral puede avocar al incumplimiento de las medidas de cuarentena distadas por las autoridades sanitarias, puesto que el individuo debe atender a primeras necesidades antes que al cumplimiento de algunas normas.

En cuarto lugar, las personas de bajo nivel socioeconómico suelen presentarse a los servicios de salud en una etapa más avanzada de la enfermedad, lo que da como resultado peores resultados de salud. Esto probablemente conducirá a peores resultados de salud por COVID-19 para las personas económicamente desfavorecidas.

En conclusión, la combinación de múltiples factores deja a los más desfavorecidos económicamente particularmente vulnerables al COVID-19. Es por tanto importante para la elaboración de un índice de resiliencia asociado a los centros escolares, tener conocimiento de los factores socioeconómicos de su entorno.

También diversos factores demográficos han tenido relevancia en estudios que presentan evidencias sobre la incidencia de COVID-19. La densidad de población es una de las cuestiones que más ha sido debatida en la literatura, con resultados no concluyentes. En algunos casos, una alta densidad de población se relaciona con una alta incidencia justificando esta relación por una mayor interacción social en zonas altamente pobladas. Por el contrario, en otras investigaciones, se ha encontrado evidencias que muestran una relación inversa: a mayor densidad de población menor incidencia ([Páez et al., 2020](#)). Esta relación inversa se ha justificado debido a que aquellas personas que residen en zonas con altas densidad de población son más estrictas en el cumplimiento de las normas ya que sienten un mayor peligro de contagio, y reducen su movilidad.

Factores demográficos

Finalmente, la edad de la población ha sido también considerada como un importante factor relacionado con la incidencia. La evidencia preliminar con respecto a COVID-19 sugiere que la tasa de mortalidad por casos es mayor en edades más avanzadas. Sin embargo, no está claro que una población relativamente grande de adultos mayores se traduzca necesariamente

en mayores tasas de transmisión de la infección. La herramienta elegida para contener la propagación de la enfermedad ha sido el distanciamiento social. En este sentido, la evidencia sugiere que los adultos mayores tienden a viajar con menos frecuencia, por distancias más cortas y tienen tasas más altas de inmovilidad que la mayoría de las personas (p.e., [Roorda et al., 2010](#); [Morency et al., 2011](#); [Sikder y Pinjari, 2012](#)). En otras palabras, muchos adultos mayores, ya sea por preferencia o no, se encuentran en una forma de semi-aislamiento social. El distanciamiento social durante la pandemia en realidad puede reforzar esa condición para ellos, como sugiere el análisis del contacto social estructurado por edad en India, China e Italia de [Singh y Adhikari \(2020\)](#). Dado que la matriz estructurada por edad del contacto social en España es similar a la de Italia (ver [Prem, Cook y Jit 2017](#)), nuestra expectativa es que las poblaciones con porcentajes más altos de adultos mayores tenderán a tener niveles más bajos de contacto social y, por lo tanto, de incidencia. Por otra parte, la población joven también ha mostrado un mayor nivel de interacción social y en algunas ocasiones señalada como vínculo para la transmisión del virus. Será por tanto relevante incorporar algún indicador que recoja este factor.

Atendiendo a todas estas consideraciones, en el presente informe se ha recopilado información de diversas variables cuya información está disponible a nivel de sección censal y que son indicadores de los factores que influyen en la incidencia listados en esta subsección.

Una lista de los indicadores considerados en este informe es la siguiente:

Indicadores locales (del vecindario)	Referencia geográfica
Población. Número de habitantes	En la sección censal en la que se encuentre el centro
Porcentaje de población con 18 años o menos	
Porcentaje de población de 65 o más años	
Densidad de población (miles hab./Km)	
Renta media neta por persona (euros)	
Renta media neta por hogar (euros)	
Índice de Gini de desigualdad de renta	
Edad media (años)	
Tamaño medio del hogar	
Porcentaje de hogares unifamiliares	

3.1.3 Factores climáticos y su relación con la incidencia de COVID-19

La estacionalidad en la incidencia de COVID-19 aún no se ha demostrado empíricamente. Es posible que el COVID-19 muestre una mayor infectividad en invierno, como otros virus. Muchos estudios han sugerido una correlación entre las condiciones climáticas y la pandemia COVID-19 de manera similar a otras infecciones virales como la gripe. En general, el clima (p.e. [Paez et al., 2020](#); [Ujiie et al., 2020](#)), y en concreto la temperatura (p.e. [Ujiie et al., 2020](#)) han sido factores que se han mostrados relacionados con la incidencia de COVID-19. Las evidencias en este sentido no son claras y otros estudios han presentado resultados contradictorios que muestran que las condiciones meteorológicas pueden o no, estar asociadas con la expansión de COVID-19. Por ejemplo, en [Páez et al. \(2020\)](#) se muestra una fuerte relación entre la temperatura y la incidencia de COVID-19 en las provincias españolas. También [Figueiredo et al. \(2020\)](#) concluye que las temperaturas medias más altas se asocian significativamente con una menor incidencia actual de COVID-19 en un análisis a nivel de Comunidades Autónomas en España. En sentido contrario [Briz-Redón y Serrano-Aroca \(2020\)](#) presentan un análisis espacio-temporal para explorar el efecto de la temperatura diaria (media, mínima y máxima) sobre el número acumulado de casos de COVID-19 en las provincias de España, teniendo también en consideración para el análisis factores no meteorológicos como la densidad de población, población por edad, número de viajeros y número de empresas. En este trabajo, no se encuentran evidencias que sugieran una reducción en los casos de COVID-19 a temperaturas medias, mínimas y máximas más cálidas.

También la humedad ha sido otro factor climático investigado. Sirva de ejemplo, el estudio de [Baker et al. \(2020\)](#) que encontró una relación negativa entre la humedad y la transmisión para concluir que incluso si hubiera una fuerte relación negativa entre el clima y la transmisión del coronavirus, no tendría mucho impacto en los casos de COVID-19 porque la población de susceptibilidad es alta. Este estudio considera también factores importantes como la densidad de población u otros factores socioeconómicos, que ha demostrado ser cruciales en las transmisiones virales ([Dalziel et al., 2018](#)).

La temperatura y la humedad no son los únicos factores que la literatura ha analizado para identificar relaciones con la incidencia de COVID-19, también otros factores climáticos han sido analizados: precipitación, radiación, temperatura o velocidad del viento.

Para concluir, las últimas evidencias apuntan hacia una relación indirecta entre las condiciones climatológicas y la incidencia de COVID-19. Esta relación indirecta apunta en la

dirección de que los factores climáticos determinan el comportamiento de la población, de tal forma que en zonas más frías la población tiende a estar más tiempo en lugares cerrados y mal ventilados. Esto hace que la transmisión del virus sea más fácil y que se incremente la incidencia.

En este informe, al contrario de los factores socioeconómicos, los factores climáticos presentan una menor variabilidad local. Apenas pueden encontrarse diferencias climáticas entre dos centros educativos localizados en un mismo municipio. Pero si se presentan fuertes variaciones climáticas entre el interior de la Región de Murcia y las zonas más próximas a la costa. Estos niveles de variación en temperatura y humedad pueden ser tenidos en consideración para la elaboración del índice de resiliencia. A priori, un centro educativo localizado en La Manga del Mar Menor podrá implantar medidas de protección (p.e. clases al aire libre) que un centro educativo localizado en Yecla o Moratalla.

La lista de indicadores que serán considerados en este informe es la siguiente:

Indicadores climáticos	Referencia geográfica
Temperatura media	En la estación meteorológica (IMIDA) más próxima al centro escolar
Humedad media	
Número de horas de sol	

3.1.4 Otros factores comunitarios

Factores demográficos, socioeconómicos o climáticos no son los únicos factores que pueden relacionarse con la incidencia de COVID-19. Centraremos este informe en atender solo a estos factores, a sabiendas de que pueden producirse sesgos como resultado de excluir otros indicadores. En todo caso, destacamos que las políticas locales para controlar la pandemia y el momento en el que se dictan estas políticas pueden tener una importante influencia en la incidencia de COVID-19 en la región y por tanto en los centros educativos. También la polución del aire ([Kilincel et al., 2020](#)) es un factor relacionado con la alta incidencia de COVID-19.

En base a todas estas evidencias se han seleccionado varios indicadores locales que se consideran que a priori pueden tener relación con la incidencia de COVID en los entornos de los centros educativos y, por lo tanto, también esto puede repercutir en el número de casos.

A modo de resumen la Tabla 3.1 recoge los indicadores que a priori pueden tener relevancia para la elaboración de un índice de resiliencia.

Tabla 3.1: Factores ‘outdoor’ de los centros educativos relacionado con la incidencia

Indicadores de incidencia acumulada	Referencia geográfica
Incidencia acumulada a 14 días	
Incidencia acumulada a 7 días en la ZBS	En la ZBS en la que se encuentre el centro escolar
Tendencia temporal de la incidencia en la ZBS	
Indicadores locales (del vecindario)	
Población. Número de habitantes	
Porcentaje de población con 18 años o menos	
Porcentaje de población de 65 o más años	
Densidad de población (mil/Km)	
Renta media neta por persona (euros)	En la sección censal en la que se encuentre el centro
Renta media neta por hogar (euros)	
Índice de Gini de desigualdad de renta	
Edad media (años)	
Tamaño medio del hogar	
Porcentaje de hogares unifamiliares	
Indicadores climáticos	
Temperatura media	
Humedad media	En la estación meteorológica más próxima al centro escolar
Número de horas de sol	
Otros indicadores no considerados	
Políticas locales para controlar la pandemia	
Niveles de polución del aire	

3.2 Factores de los centros educativos

Dentro del segundo grupo de factores (factores ‘indoor’) relacionados con la incidencia que serán considerados en este informe, no todos los centros educativos presentan los mismos factores de riesgo. En este sentido las evidencias son también claras. El informe de la Organización Mundial de la Salud sobre la transmisión del COVID-19 en la escuela¹⁶ destaca como un factor de riesgo la presencia de alumnos de bachiller en el centro educativo “More outbreaks were reported in secondary/high schools than in primary/elementary schools” sugiriendo que los niños de menos de 10 años son menos susceptibles a la infección y con menor capacidad de transmisión. Por tanto, la tipología del alumnado de un centro educativo puede ser tomada en cuenta como un factor de riesgo.

¹⁶ https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/risk-comms-updates/update39-covid-and-schools.pdf?sfvrsn=320db233_2

La calidad del aire interior es otro de los factores clave que puede relacionarse con el incremento en la transmisión del virus y/o la presencia de brotes en las aulas. Varias variables pueden estar asociadas con la calidad del aire interior de un centro educativo. Por ejemplo, en un reciente estudio, [Balocco y Leoncini \(2020\)](#), destacan que, en Italia, la mayor parte del patrimonio escolar pertenece a edificios históricos protegidos arquitectónicamente. Este tipo de edificaciones presentan limitaciones para obtener ambientes escolares saludables ya que su nivel de protección impide realizar cambios estructurales. Los autores proponen alternativas para este tipo de edificaciones. También la disponibilidad de medidores de CO2 puede ayudar a la gestión de la calidad del aire interior en las aulas, abriendo o cerrando ventanas dependiendo de los niveles de CO2 en cada instante de tiempo. Finalmente, otros factores relacionados con la configuración del centro pueden tener cierta influencia en la facilidad de transmisión del virus. Destacamos en este informe, la disponibilidad de transporte escolar, servicio de comedor y servicio de aula matutina. Estas tres características incrementan la interacción entre alumnos en lugares cerrados, en algunos casos sin mascarilla.

La Tabla 3.2 resume los indicadores ‘indoor’ que pueden estar asociados con la incidencia y la transmisión del COVID-19 en un centro educativo.

Tabla 3.2: Factores ‘indoor’ de los centros educativos relacionado con la incidencia

Tipo alumnos	Relación de causa
Alumnos de ciclos educativos superiores (bachiller)	La presencia de alumnos de bachiller incrementa la probabilidad de contagio por tratarse de un grupo de edad caracterizado por un mayor nivel de interacción social.
Número total de alumnos	Un mayor número de alumnos puede incrementar los contactos
Calidad del aire interior	
Adscripción al programa educativo ‘Aire limpio’	Aquella los centros que ha participado en el programa aire limpio han tomado medidas para mejorar la calidad del aire interior
Disponibilidad de sensores de CO2	Disponer de sensores permite monitorizar la calidad del aire en las aulas
Configuración del centro	
Participación en algún programa educativo convocado por la Consejería de Educación de la CARM	Los centros que han participado en alguno de los programas educativos muestran más sensibilidad a cuestiones medioambientales
Transporte escolar	Los transportes masivos (transporte escolar) incrementan la probabilidad de contagio al compartir un espacio cerrado y mal ventilado durante tiempo prolongado
Comedor escolar	La disponibilidad de comedor escolar puede incrementar la probabilidad de contagio al permanecer tiempo en un espacio cerrado sin mascarilla
Aula matutina	Los centros con el servicio de aula matutina congregan a los alumnos durante más tiempo que aquellos que no disponen de este servicio.

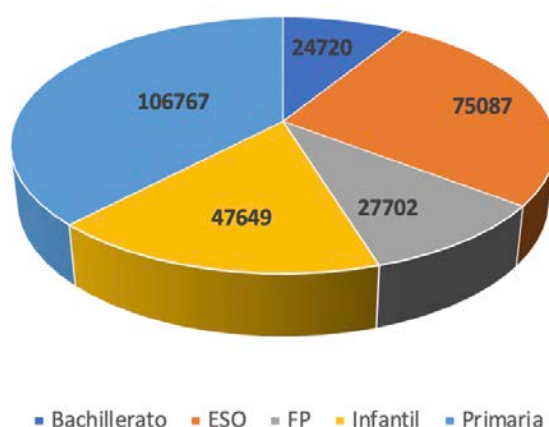
3.2.1 Aspectos generales

En esta sección se resumen las características más importantes de los centros educativos de la CARM que pueden influir en la capacidad de resiliencia frente a COVID19 de los mismos.

En este informe se han considerado 670 centros educativos de la CARM donde se imparten los niveles educativos de Infantil, Primaria, Formación Profesional, ESO y Bachillerato. De estos centros en 24 de ellos se imparte solo Infantil, en 6 solo Primaria, en 379 solo Infantil y Primaria, en 4 solo la ESO, en 28 solamente Formación Profesional y de los 225 centros educativos restantes en 141 se imparte Bachillerato. La impartición de Bachillerato por un centro lo consideramos de importancia en términos de riesgo por COVID debido a la mayor interacción social de los jóvenes en esas edades (16-18 años). Por lo tanto, es un factor a tener en cuenta en el análisis de la resiliencia de los centros. De los 670 centros educativos, 15 (2.24%) de ellos tienen turno nocturno y 61 (9.1%) imparten docencia en turno vespertino, siendo la mayoría de la oferta docente en turno diurno.

El número de estudiantes no universitarios matriculados en centros educativos de la CARM son un total de 281925 con la siguiente distribución atendiendo al nivel de estudios: 47649 en Infantil, 106767 en Primaria, 75087 en la ESO, 27702 en Formación Profesional y 24720 en Bachillerato (véase Figura 3.1).

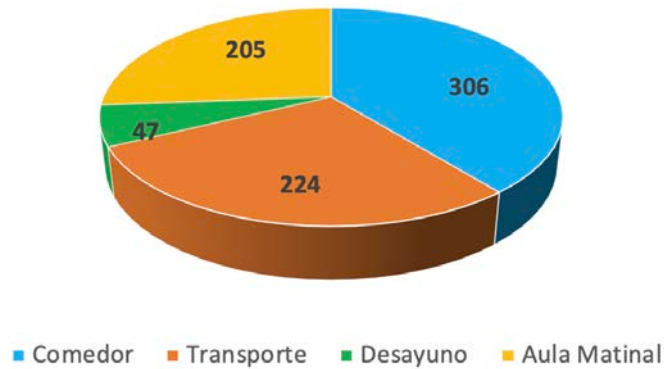
Figura 3.1. Distribución de los estudiantes en los centros educativos de la CARM.



Elementos a tener en cuenta en el análisis de la resiliencia frente a COVID19 de los centros educativos por el aumento del contacto e interacción social entre los estudiantes son: la oferta de transporte escolar que se produce en 224 centros, existencia de comedor ofertado

por 306 centros, existencia de desayuno ofertada por 47 centros, así como de aula matinal ofertada por 205 centros. La distribución de la oferta de estos servicios por los centros escolares queda resumida en la Figura 3.2.

Figura 3.2. Número de centros educativos de la CARM que ofrecen servicio de comedor, transporte escolar, desayuno o aula matinal.



3.2.2 Adhesión a programa educativos

Otro aspecto a tener en cuenta en el análisis de la resiliencia frente a COVID19 de un centro escolar es su adhesión a programas de salud escolar, ya que es un indicador de la implicación del centro educativo en la mejora de la salud de los individuos que pertenecen al mismo.

En la CARM existen varios programas de educación para la salud que pasamos a describir brevemente.

Educación para la salud en la escuela (S): Promovido conjuntamente con la Consejería de Sanidad. Su finalidad es potenciar una educación en conocimientos, destrezas y valores del alumnado en todos los ámbitos de su vida personal, familiar, social y profesional, para contribuir a su desarrollo integral y promover la adquisición de estilos de vida saludables.

EsenRED (ER): La Red de Escuelas Sostenibles Región de Murcia (ESenRED Murcia) pretende ser un espacio de encuentro, intercambio, colaboración y difusión de experiencias relacionadas con la sostenibilidad y el medio ambiente en un amplio sentido.

Huertos escolares ecológicos (HEE): Su objetivo es la puesta en marcha y desarrollo de un huerto escolar ecológico en el centro que sirva como recurso educativo transversal en todos

los niveles y áreas curriculares, fomentando las distintas competencias y difundiendo los valores de la agricultura ecológica. Se desarrolla en colaboración con el Consejo de Agricultura Ecológica de la Región de Murcia.

Sello vida saludable (SVS): Es una iniciativa de ámbito estatal que otorga el Ministerio de Educación, que obedece a las directrices contenidas en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), en lo que se refiere a fomentar la educación sanitaria, actividad física, dieta sana e higiene.

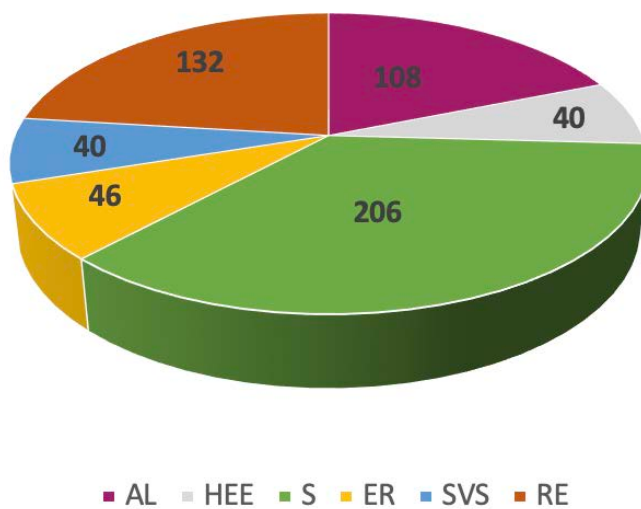
Red experiencias (RE): La red de experiencias de promoción y educación para la salud en la escuela de la Región de Murcia, tiene como finalidad difundir experiencias eficaces desarrolladas en el escenario escolar.

Escuelas activas (EA): Su objetivo es fomentar hábitos y un estilo de vida saludable en el alumnado de Educación Primaria y Secundaria de la Región, principalmente dando soluciones concretas al problema del sobrepeso y la obesidad a través del ejercicio físico y una dieta saludable.

Aire Limpio (AL): Este programa promueve la creación de entornos escolares más seguros y saludables mejorando la calidad del aire interior y exterior. Está enfocado a conseguir que los centros docentes sean entornos resilientes frente a la Covid-19, más seguros en continente, para que los niños y jóvenes aprendan, jueguen y convivan libres de los riesgos medioambientales físicos, químicos, biológicos y sociales. Al mismo tiempo en el contenido (proceso de enseñanza-aprendizaje) contempla como tareas prioritarias el conocimiento de los contaminantes medioambientales (físicos, químicos, biológicos y sociales) y sus efectos adversos en los ecosistemas naturales y en la salud humana, fomentando el contacto con la naturaleza y la prevención de las enfermedades crónicas desde la infancia.

El número de centros educativos adheridos a cada programa es: 206 en programas de educación para la salud en la escuela, 132 en Red Experiencias, 108 en Aire Limpio, 46 en EsenRED, y 40 en Escuelas Activas y Sello de Vida saludable (véase).

Figura 3.3: Distribución de centros adheridos a un programa de educación para la salud



4. Metodología para desarrollar una escala de resiliencia escolar

La escala de resiliencia incluye dos dimensiones: una basada en indicadores de vulnerabilidad no modificables y otra en los indicadores de salud medioambiental escolar sobre los recursos y capacidades de adaptación modificables de cada centro.

4.1 Indicadores de salud medioambiental escolar “modificables”.

Los factores modificables y dependientes de cada centro educativo que permitan establecer mejoras sobre la resiliencia o capacidad de adaptación para la prevención de la COVID-19. En la siguiente Tabla aparecen estos factores agrupados. El desarrollo mediante cuestionario a cada centro contribuirá a poder ponderar y establecer recomendaciones adaptadas y personalizadas a las necesidades de cada centro educativo.

Tabla 4.1: Preguntas sobre aspectos o factores modificables de resiliencia de la App de PEHSU Murcia

Participa este curso escolar en programas relacionados con la salud y/o el medioambiente:
En el presente curso escolar ¿Hay aulas prefabricadas o barracones en el centro educativo?
Número aproximado de árboles que hay en el patio del colegio
% sobre la superficie total del recinto escolar representa las zonas exteriores
Espacios aproximados de sombra (árboles, pérgolas...) (cuantitativo)
De forma global, la iluminación natural en las aulas...
En el centro educativo, el confort térmico es...
Enumere las aulas sin ventanas
El centro educativo ¿tiene un plan interno para el manejo de la calidad del aire interior?
De forma general, ¿Cuánto tiempo al día durante la jornada escolar tienen las ventanas abiertas para ventilar las aulas del centro educativo? (en el mes que realiza la encuesta de este curso).
Considera la ventilación natural de las aulas globalmente:
En alguna ocasión ¿En el centro educativo se ha medido la concentración del CO2 en el aire interior?
En horario escolar las ventanas de aulas ¿están abiertas de forma CONTINUADA (total o parcial)?
En el comedor, ¿la ventilación natural óptima (abrimos el total de puertas y ventanas)?
Distancia del colegio a una calle con mucho tráfico (autovía, tránsito de vehículos, ...)

En caso de que el centro educativo se encuentre cerca de una calle con mucho tráfico o tenga ruido molesto de fondo de automóviles o motos, ¿existen medidas de protección frente al ruido? Por ejemplo, apantallamiento, setos, árboles, doble acristalamiento...
Hasta qué punto es molesta la contaminación atmosférica desde cualquier aula del centro si dejamos las ventanas abiertas (1=ninguna molestia – 10= molestia insoportable).
El bocadillo los niños/as de infantil y primaria. ¿Dónde se lo comen?
Las fuentes de agua de bebida. ¿Están cerradas o selladas?
¿Tiene en marcha un programa que incluye actividades académicas o de clase al aire libre de forma regular? (que no sean la educación física)
¿Dispone de libros o materiales educativos sobre metodología de educación al aire libre?
Responsable COVID del centro ¿ha recibido formación en prevención de Sars-CoV2?
Los profesores ¿han recibido formación reglada en prevención de la transmisión Sars-CoV2?
El AMPA, ¿Organiza sesiones de formación para padres y madres sobre la COVID-19?
En el último trimestre, ¿Ha habido algún parte por incumplimiento de las normas de higiene de profesores o alumnos?
Implicación social. ¿Tiene el centro educativo un listado de voluntarios del AMPA o de la comunidad (con nombre y apellidos) para colaborar en ayudar a hacer más resiliente el colegio a la COVID-19?
¿Existe cartelería que transmita hábitos saludables a los niños (prevención del tabaquismo y otras drogas, ejercicio físico, medidas de protección solar...)?
En el último mes ha habido algún caso de COVID en el centro educativo
¿Existe servicio de autobús escolar para que los niños vayan al centro educativo?
¿Promueve algún programa de caminando o en bici al centro educativo?
En las horas de entrada o salida al centro, señale si hay aglomeraciones en las entradas y salidas
¿Hay voluntarios o policía local que colaboren para asegurar la entrada y salida ordenada del cole que evite las aglomeraciones?
Pensando en el centro educativo señale de la lista de problemas relacionados con el medio ambiente hasta 5 aspectos que considera más importante para la salud ambiental en su centro:
Después de realizar este cuestionario, SEGÚN TÚ OPINIÓN, ¿Cuál sería el estado de resiliencia escolar de tu centro educativos? Resiliencia se refiere a la capacidad de la comunidad escolar para hacer frente a las adversidades de la COVID-19 y reorganizarse para mejorar.

4.2. Indicadores de vulnerabilidad ‘no modificables’

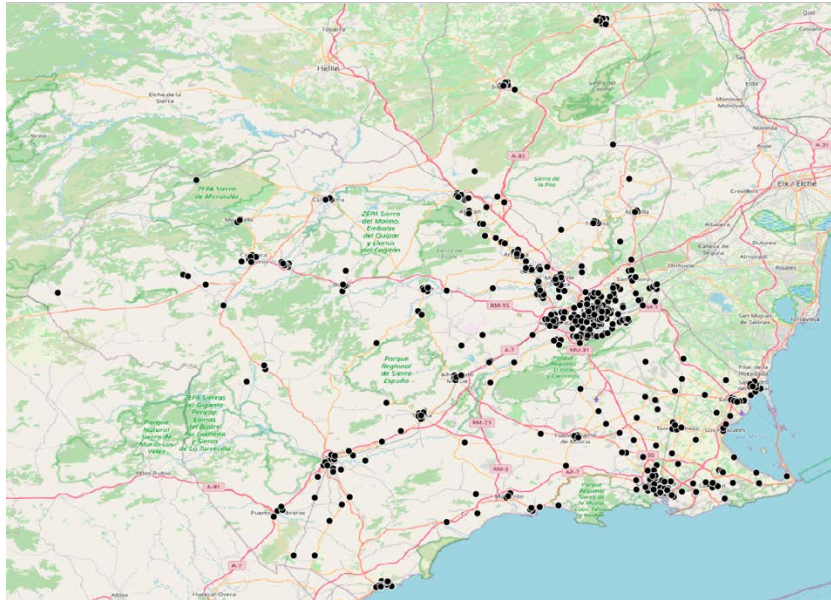
En esta sección se define el vecindario que se asociará a cada centro educativo y se presentan algunos indicadores descriptivos de las variables socioeconómicas y demográficas que se asociarán a cada uno de los vecindarios.

4.2.1 Georreferenciación de centros educativos de la Región de Murcia

Para alcanzar el objetivo II propuesto en la memoria de solicitud, se ha realizado la georreferenciación de todos los centros educativos de la Región de Murcia, asignándoles

coordenadas de latitud y longitud. La siguiente figura muestra los resultados de este proceso de georreferenciación.

Figura 4.1: Localización centros educativos. Región de Murcia



Esta información también está disponible en el portal de datos abiertos de la CARM y en la web <http://mapaescolar.murciaeduca.es/> que ofrecen una completa descripción de los centros.

4.2.2 Definición de vecindario de centro educativo (área de influencia)

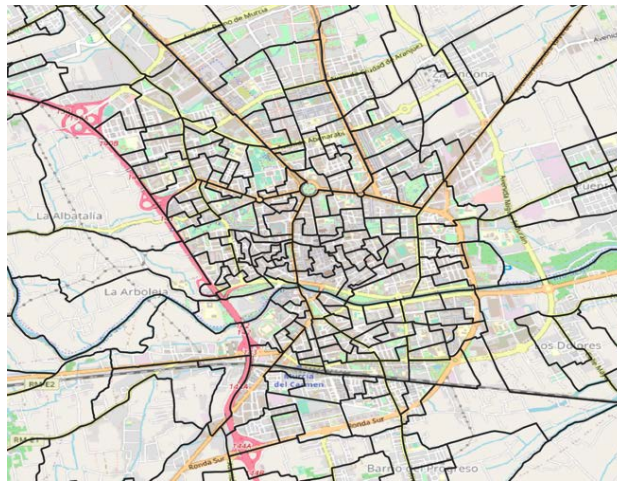
En esta sección se describe la metodología que se utilizará para asignar a cada centro educativo los indicadores correspondientes a su vecindario.

Sección censal. Unidad geográfica de la que se obtiene la información.

La sección censal es la unidad geográfica-administrativa inferior al nivel municipal. Se trata de la unidad geográfica más pequeña para la que hay disponible información estadística oficial. Aunque las secciones censales son unidades territoriales de pequeño tamaño homogéneas en población, éstas son heterogéneas en superficie.

La Región de Murcia está dividida en 1232 secciones censales en el año 2017. El INE dispone de información de varias variables sociodemográficas a nivel de sección censal que pueden mantener relación con la incidencia de COVID-19. La Figura 4.2 muestra el detalle de la división administrativa en secciones censales del centro de la ciudad de Murcia.

Figura 4.2: División por secciones censales. Detalle ciudad de Murcia



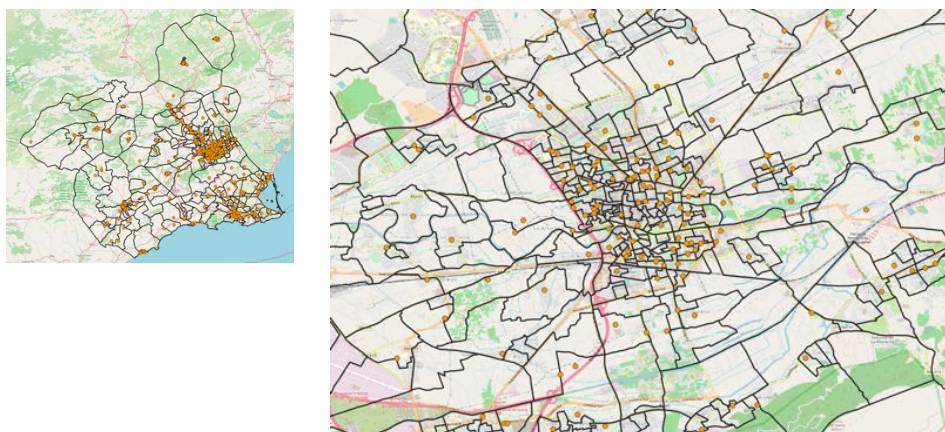
Definición de vecindario. Entorno del centro escolar.

En este informe, a cada centro educativo se le asignarán indicadores locales que son específicos de su vecindario. El objetivo es poder discriminar entre centros educativos que se encuentren localizados en una misma área geográfica (municipio o zona básica de salud). Para realizar esta asignación es necesario previamente definir y delimitar geográficamente el área de influencia de los centros educativos. El criterio seguido en este informe es el siguiente:

- Se define el entorno/vecindario de cada centro escolar como el conjunto de secciones censales cuyo centroide se encuentre a menos de “k” kilómetros de distancia de las coordenadas de latitud y longitud cada centro.
- En el caso de que no exista ninguna sección censal cuyo centroide diste menos de “k” kilómetros, se considerará que el vecindario está formado por las 3 secciones censales cuyos centroides estén más próximos al centro educativo.

A priori se considera que, en términos generales, un centro educativo está influenciado por los factores que se den en un radio de un kilómetro. Por tanto, se considerará $k = 1$ km aunque se evaluará también distancias $k = 1,5$ km y $k = 2$ km en el caso de que se considere que se presentan fuertes variaciones en los indicadores al cambiar la distancia.

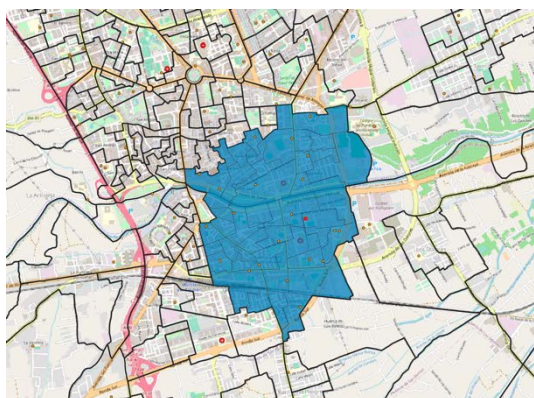
Figura 4.3: División por secciones censales y centros educativos



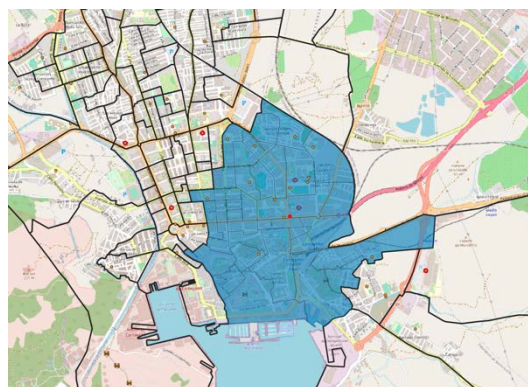
Los puntos en la figura corresponden con la localización de los centros educativos

Sirva de ejemplo para visualizar los vecindarios definidos utilizando este criterio los casos de los centros IES Floridablanca (Murcia) y IES Isaac Peral (Cartagena). La Figura 4.4 muestra los contornos de las secciones censales que forman ambos vecindarios, utilizando el criterio de seleccionar aquellas secciones censales cuyos centroides disten menos de 1Km del centro. En el caso del IES Floridablanca, la vecindad seleccionada para el centro Floridablanca en el municipio de Murcia comprende un total de 45 secciones censales, mientras que en el caso del IES Isaac el vecindario está formado por 36 secciones censales.

Figura 4.4: Ejemplos de vecindades



IES Floridablanca (Murcia)



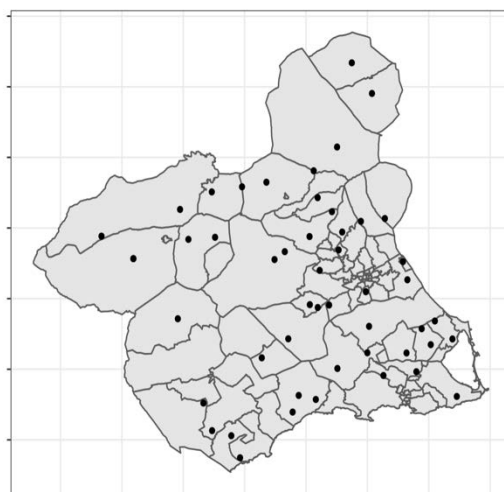
IES Isaac Peral (Cartagena)

Los puntos en la figura corresponden con la localización de los centros educativos. En rojo el centro que define la vecindad

Asignación de factores climáticos a un centro educativo

El Sistema de Información Agrario de Murcia¹⁷ (SIAM) dispone de 50 estaciones meteorológicas distribuidas por toda la región y suministra datos históricos de diversos indicadores meteorológicos. La Figura 4.5 muestra la localización geográfica de las estaciones en el territorio.

Figura 4.4: Localización estaciones meteorológicas Murcia



Atendiendo a los factores que la literatura ha relacionado con la incidencia en este informe se han seleccionado tres indicadores: Temperatura media diaria; Humedad relativa media y horas diarias de sol.

A cada centro educativo se le asignará el dato meteorológico correspondiente a la estación que tenga más próxima.

4.3 Selección de indicadores locales socioeconómicos y demográficos

Los indicadores seleccionados para este estudio han sido extraídos de la información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) de la sección correspondiente a estadística experimentales¹⁸ y a la Encuesta Continua de Hogares. Los datos se refieren al año 2017, último dato publicado por INE. La lista de indicadores con una breve descripción es la siguiente:

¹⁷ <http://siam.imida.es/>

¹⁸ https://www.ine.es/experimental/atlas/experimental_atlas.htm

Variable	Descripción	Fuente
Pob	Número de habitantes	INE. Estadísticas experimentales
Pob.18	Porcentaje de población con 18 años o menos	
Pob.65	Porcentaje de población de 65 o más años	
Dens	Densidad de población (mil/Km)	
Rent.P	Renta media neta por persona (euros)	
Rent.H	Renta media neta por hogar (euros)	
Gini	Índice de Gini de desigualdad de renta	
Edad.M	Edad media (años)	
Tam.H	Tamaño medio del hogar	
Hog.U	Porcentaje de hogares unifamiliares	

La Tabla 4.1 muestra algunos descriptivos de los indicadores locales considerados en las secciones censales de la Región de Murcia.

Tabla 4.1: Estadísticos descriptivos. Año 2017

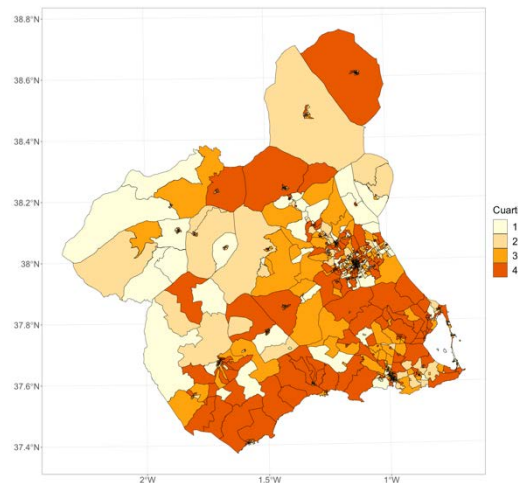
Variable	Mín	Máx	Media*	dt*	Percentil 5	Percentil 95
Pob	395	3241	1185.2	350.2	737	1833
Pob.18	8,3	34,1	20,3	4,4	13,5	28,0
Pob.65	1,4	43,1	16,1	6,3	6,4	27,3
Dens						
Rent.P	3.660	22.894	9.672,2	2.663,0	6.972	15.284
Rent.H	13.103	72.691	27.718,7	7.478,5	19839.5	43532.5
Gini	20,8	45,2	30,2	3,5	25,0	36,4
Edad.M	28,5	55,4	40,3	4,0	33,6	46,8
Tam.H	1,8	3,4	2,8	0,2	2,4	3,3
Hog.U	7,1	50,7	23,1	6,1	14,1	33,0

* Media aritmética y desviación típica de los valores de cada sección censal

4.2.3.1 Población

En Región de Murcia contaba en el año de referencia con una población de 1449189 habitantes. Las secciones censales tienen una población media de 1181 habitantes, con un mínimo de 395 y un máximo de 3241 (el percentil 5 es de 737 habitantes y el percentil 95 es 1824 habitantes).

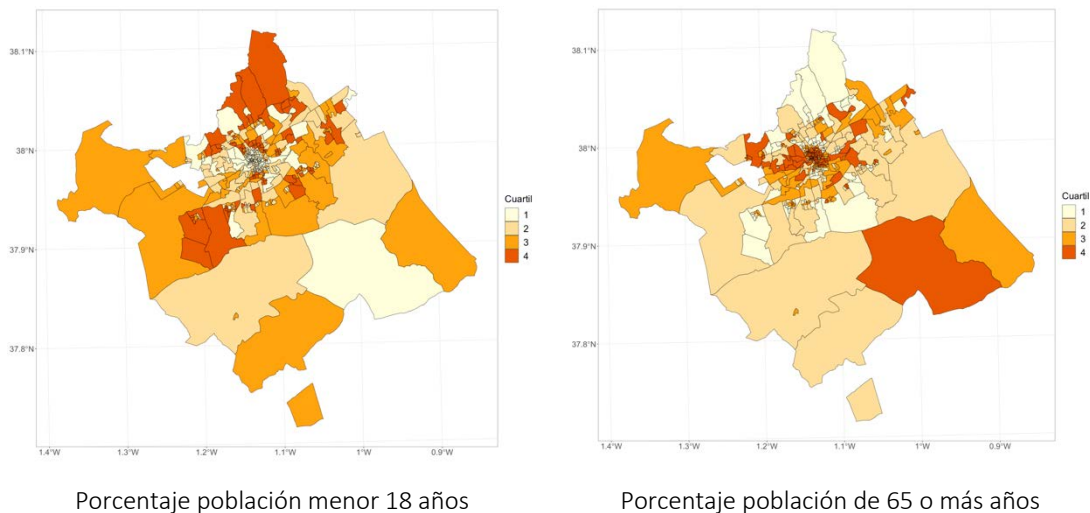
Figura 4.6: Mapa cuartil de la distribución de la población por secciones censales



4.2.3.2 Porcentaje de población joven y mayor

La incidencia de COVID-19 presenta fuertes disparidades en los distintos grupos de edad. Es por tanto relevante atender a estas disparidades. Los datos correspondientes a porcentajes de población joven (≤ 18 años) y mayor (≥ 65 años) también presentan fuertes variaciones entre secciones censales.

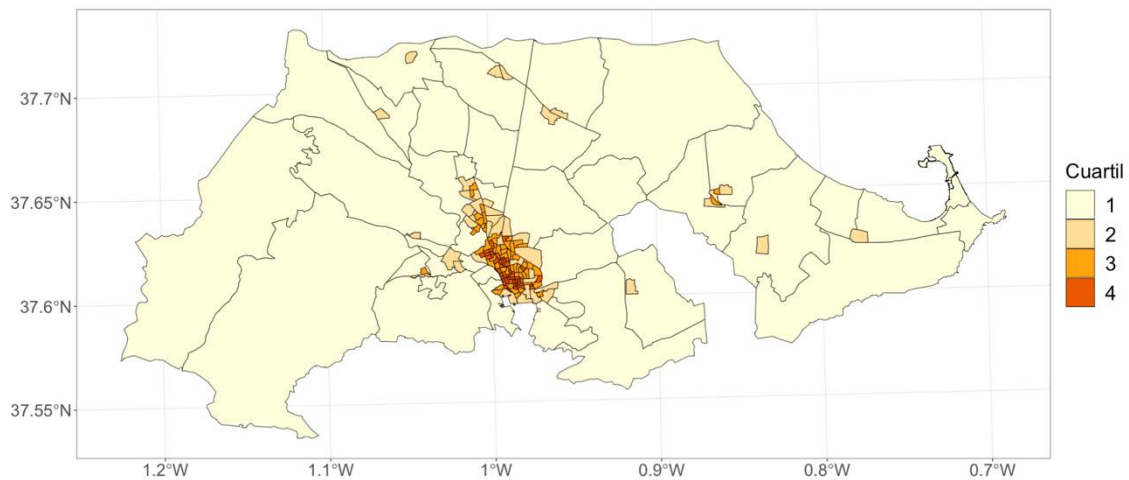
Figura 4.7: Mapa cuartil de la distribución de la población por secciones censales. Detalle municipio de Murcia.



4.2.3.3 Densidad de población

Las secciones censales, aunque homogéneas en población, son heterogéneas en superficie. Como consecuencia, la densidad de población presenta fuertes variaciones.

Figura 4.8: Mapa cuartil de la distribución de la población por secciones censales



4.2.3.4 Renta neta media por hogar y renta neta media por persona

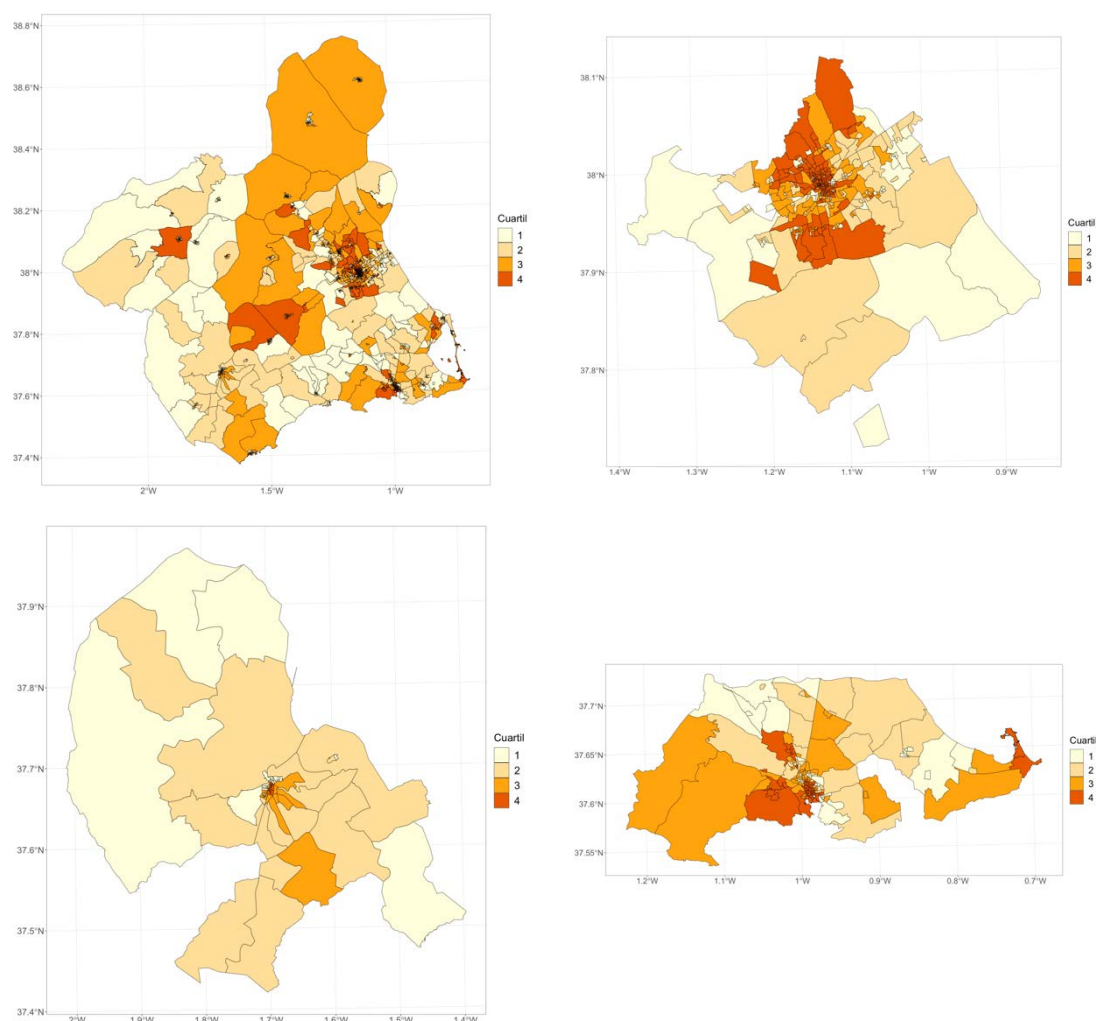
El INE dispone dos variables referentes a los niveles de renta a nivel de sección censal: La renta neta media por persona y la renta neta media por persona. Ambas variables presentan fuertes variaciones interregionales cuando se observan a nivel de sección censal.

Renta neta media por persona

La distribución de la renta media por persona presenta un comportamiento muy heterogéneo cuando se observa a nivel de sección censal. La renta máxima sextuplica (6,26=ratio máxima/mínima) la renta mínima.

La siguiente figura muestra mediante un mapa de cuartiles la distribución espacial de la renta media por persona por secciones censales en la Región de Murcia. Se incluyen también detalles de los municipios de Murcia, Cartagena y Lorca.

Figura 4.9: Mapa cuartil de la distribución de la renta por secciones censales.



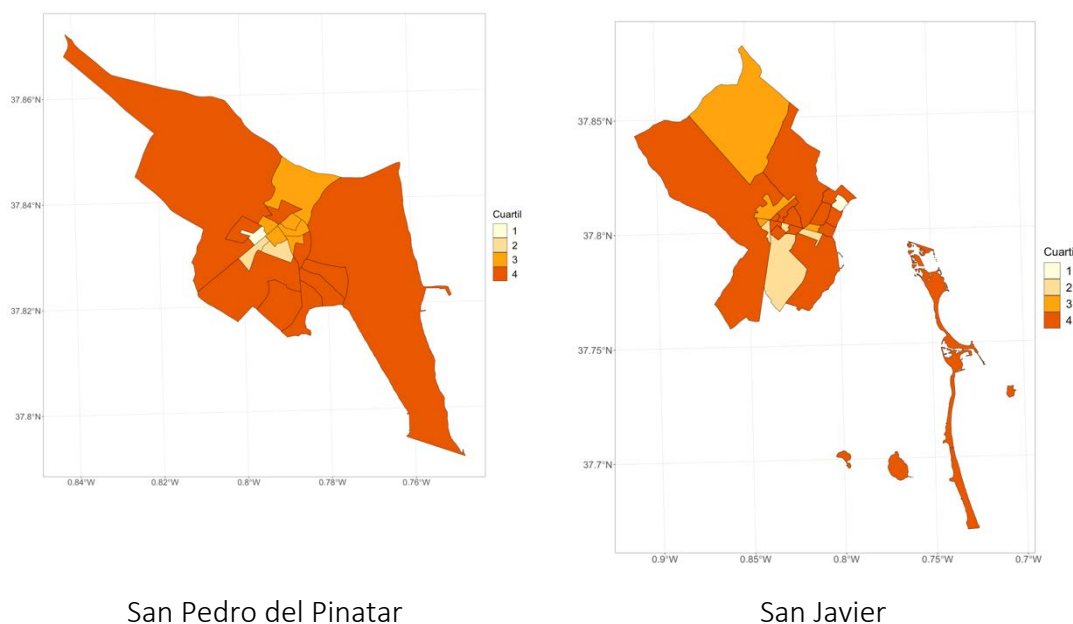
Renta neta media por hogar

Al igual que la renta media por persona, la renta media por hogar también presenta una elevada variabilidad regional cuando se observa a nivel de sección censal. La máxima renta media por hogar quintuplica ($5,55 = \text{ratio máxima/mínima}$) a la mínima.

4.2.3.5 Desigualdad de la renta. Índice de Gini

La desigualdad en los niveles de renta puede evaluarse mediante el índice de Gini, el INE ofrece esta información también a nivel de sección censal. A priori, podría ser interesante considerar esta variable en este informe. Los indicadores descriptivos correspondientes a la distribución del índice de Gini por secciones censales se muestran a continuación. Notemos que el índice viene expresado en porcentajes y que oscila entre un mínimo de cero y un máximo de 100.

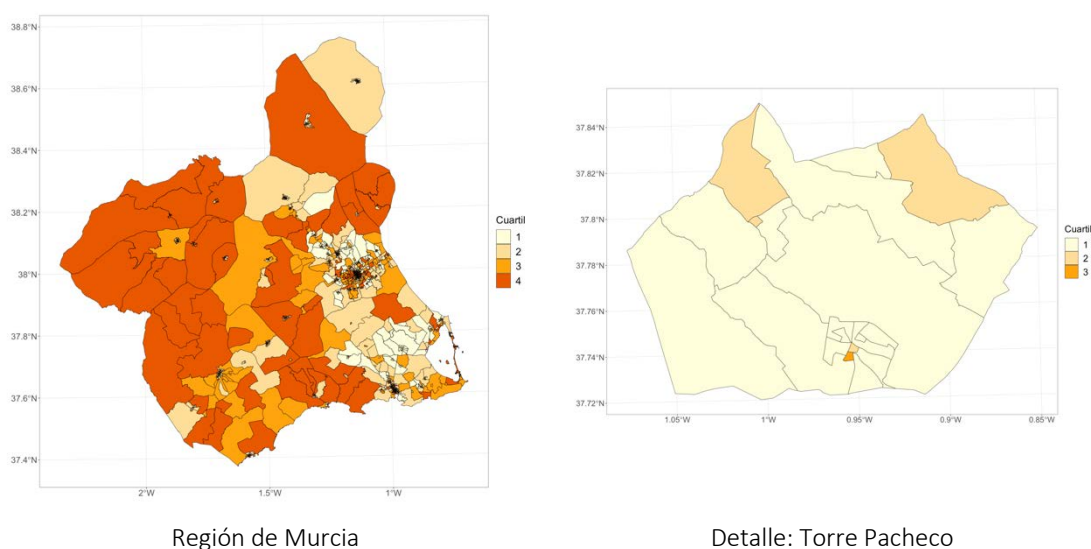
Figura 4.10: Mapa cuartil de la distribución del índice de Gini por secciones censales

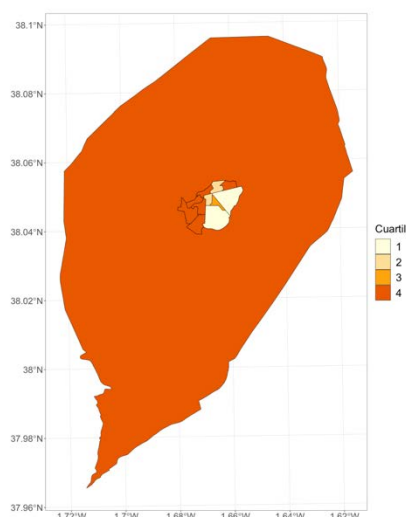


4.2.3.6 Edad media

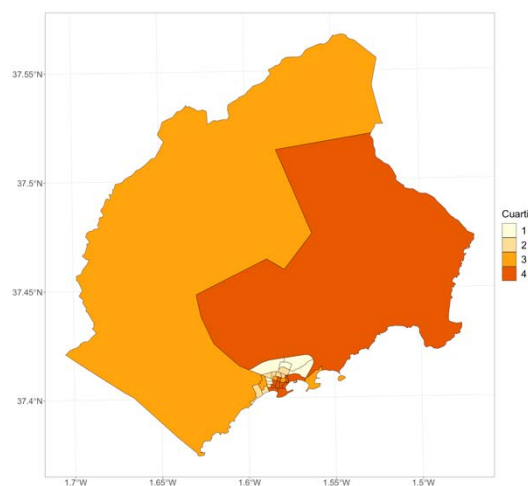
La edad media de la población en la Región de Murcia se sitúa entorno a los 40 años. Al igual que el resto de los indicadores, también presenta fuertes variaciones entre secciones censales. La máxima edad media de una sección censal es de 55 años frente a un valor mínimo de 28 años.

Figura 4.11: Distribución espacial de la edad media. Mapa cuartil





Detalle: Bullas



Detalle: Águilas

4.2.3.7 Tamaño del hogar

La distribución del número de hogares según su tamaño en la Región de Murcia se muestra en la siguiente Tabla en comparación con los datos nacionales. Mientras que en la Región de Murcia solo el 21% de los hogares era unipersonal, a nivel nacional cerca del 26% son unipersonales. También es destacable el porcentaje de hogares con 6 o más miembros, mientras que en el total nacional solo el 1,9% de los hogares tienen esa composición, en la Región de Murcia el 3,4% de los hogares tienen 6 o más miembros.

Tabla 4.2: Miles de hogares según tamaño del hogar. Año 2019

	Total Nacional		Región de Murcia	
1 persona	4793,7	25,7%	114,8	21,1%
2 personas	5667,7	30,4%	155,2	28,5%
3 personas	3848,9	20,7%	113,0	20,8%
4 personas	3233,5	17,4%	111,1	20,4%
5 personas	719,0	3,9%	31,0	5,7%
6 personas o más	53,0	1,9%	1,6	3,4%
Total	18625,7		543,8	

Fuente: INE. Encuesta Continua de Hogares (ECH). Datos referidos al valor medio del periodo

Dos indicadores recogen información sobre el tamaño del hogar:

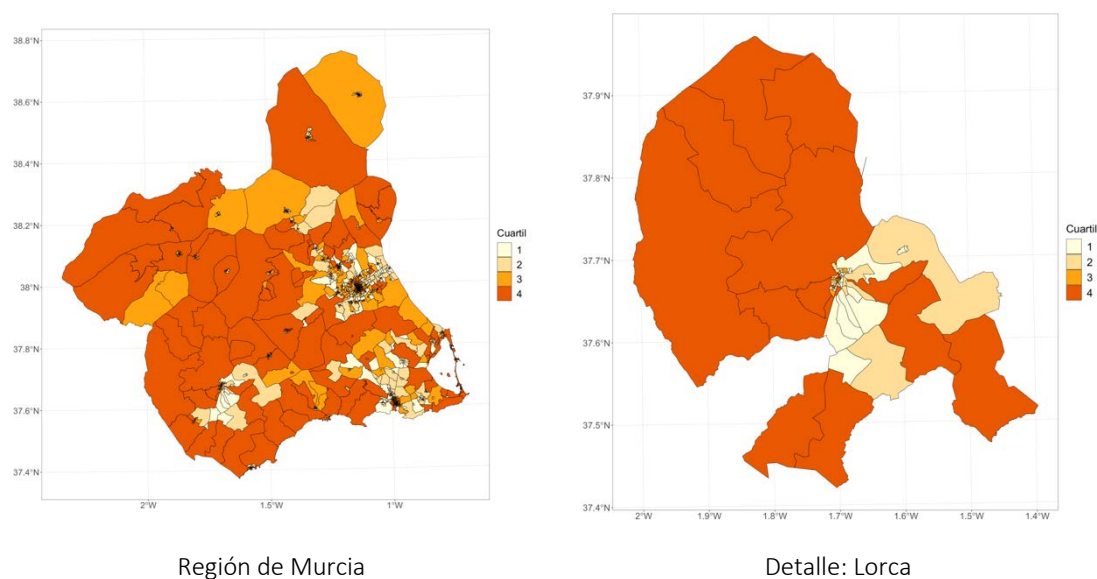
- Porcentaje de hogares unifamiliares
- Tamaño medio del hogar

Porcentaje de hogares unifamiliares

Las variaciones dentro de la Región de Murcia también son importantes cuando se analizan a nivel de sección censal. En este caso, los datos se refieren al año 2017 pero pueden ser válidos para analizar la variabilidad a nivel de sección censal. El porcentaje de hogares unipersonales oscila entre el 7,1% y el 50,7%

La distribución por secciones censales:

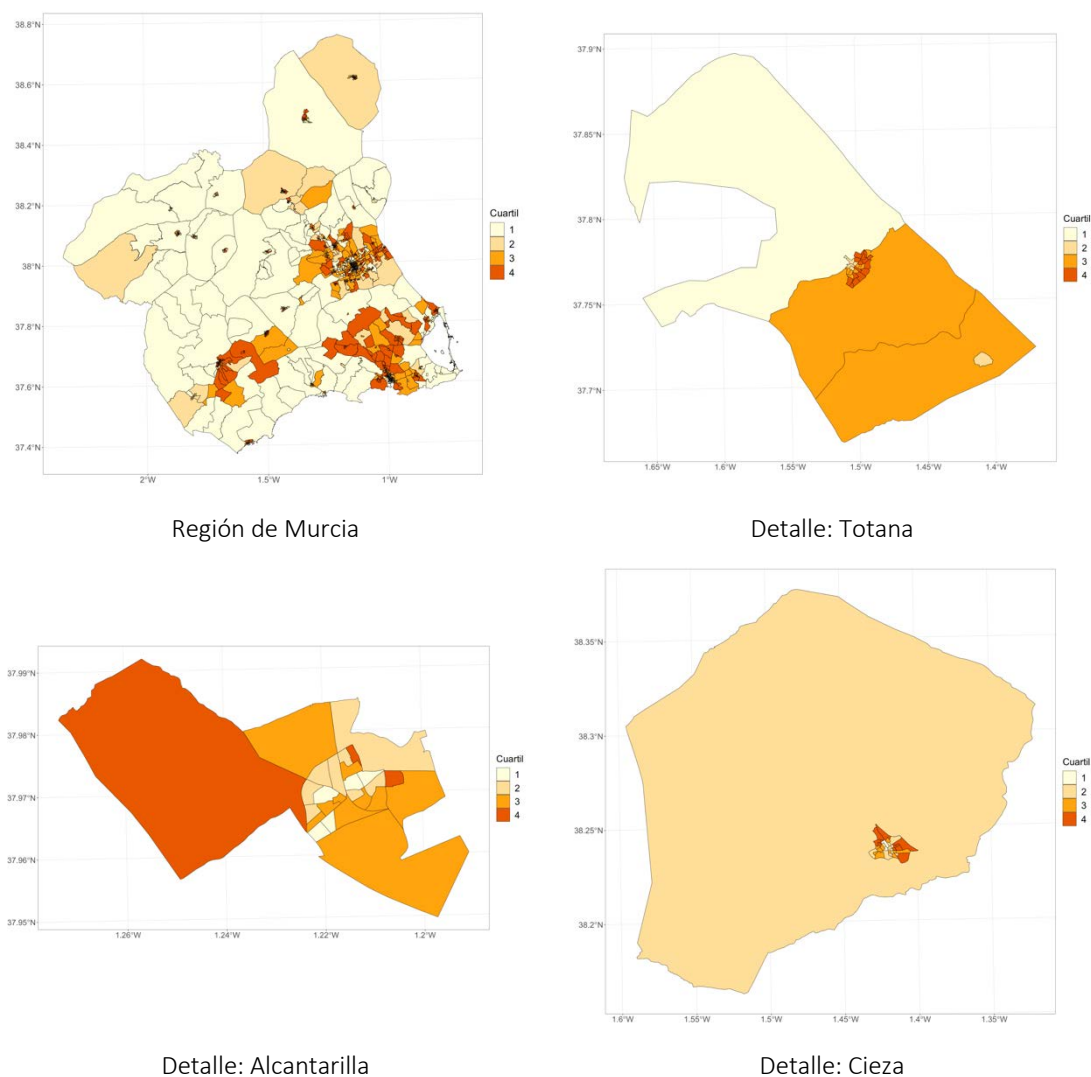
Figura 4.12: Mapa cuartil del porcentaje de hogares unifamiliares



Tamaño medio del hogar

En cuanto al tamaño medio del hogar, los datos correspondientes a la Región de Murcia muestran que el tamaño medio es de 2,8 personas con un rango de variación a nivel de sección censal que oscila desde un mínimo de 1,8 personas hasta un máximo de 3,4 personas por hogar.

Figura 4.13: Mapa cuartil del tamaño medio del hogar



4.2.3 Selección de indicadores climáticos

En este informe se han seleccionado tres indicadores climáticos. Los datos son recogidos diariamente en las 50 estaciones meteorológicas. Los datos están referidos al periodo desde el 2 de marzo de 2020 hasta el 22 de diciembre del mismo año.

Variable	Descripción	Fuente
Tem	Temperatura media diaria	SIEM. IMIDA
HumRel	Humedad relativa media diaria	
HSol	Horas de sol diarias	

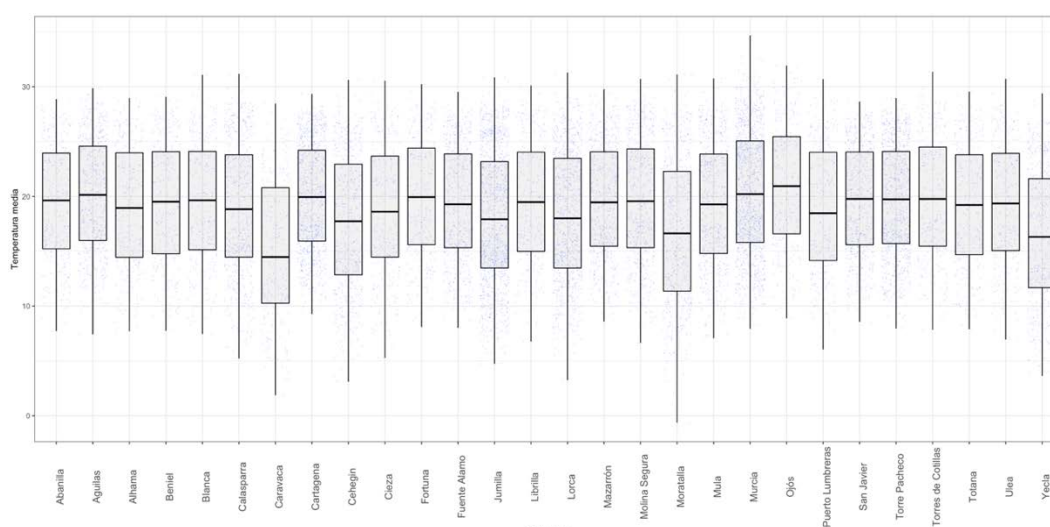
Una breve descripción de la información para cada uno de estos indicadores:

4.2.3.1 Temperatura media diaria

La máxima temperatura media en el periodo de estudio fue de 34,67 grados centígrados se alcanzó el 1 de agosto en la estación MU52 localizada en el paraje de ‘Cabezo Plata’, mientras que la mínima fue de 0.64 grados centígrados bajo cero alcanzada el día 5 de diciembre en la estación CR61 de Moratalla localizada en el paraje ‘Casa del Rey’.

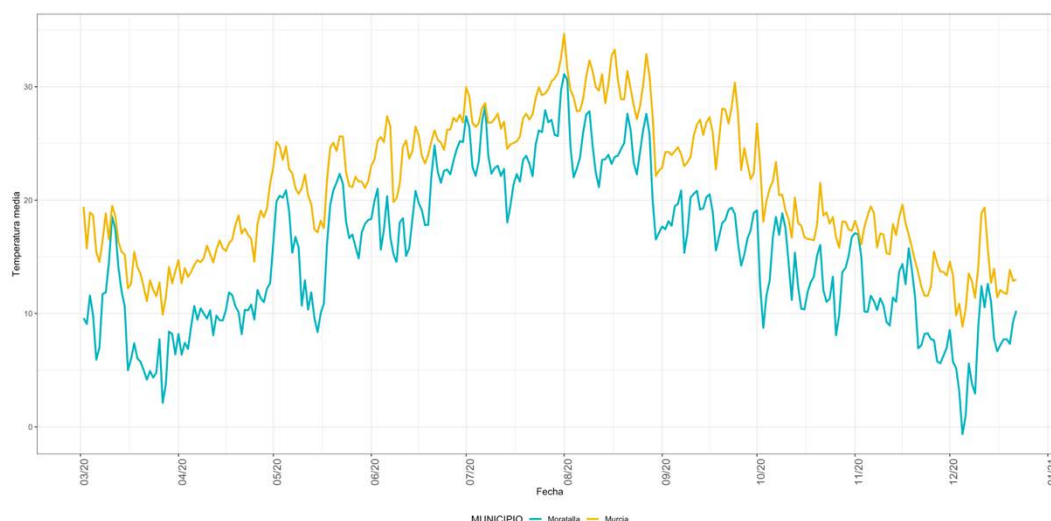
La Figura 4.14 muestra las variaciones de temperaturas durante el periodo de estudio agrupadas por municipios.

Figura 4.14: Boxplot de las temperaturas medias por municipio



La Figure 4.15 muestra la evolución temporal de las temperaturas para dos estaciones meteorológicas localizadas en Murcia y en Moratalla.

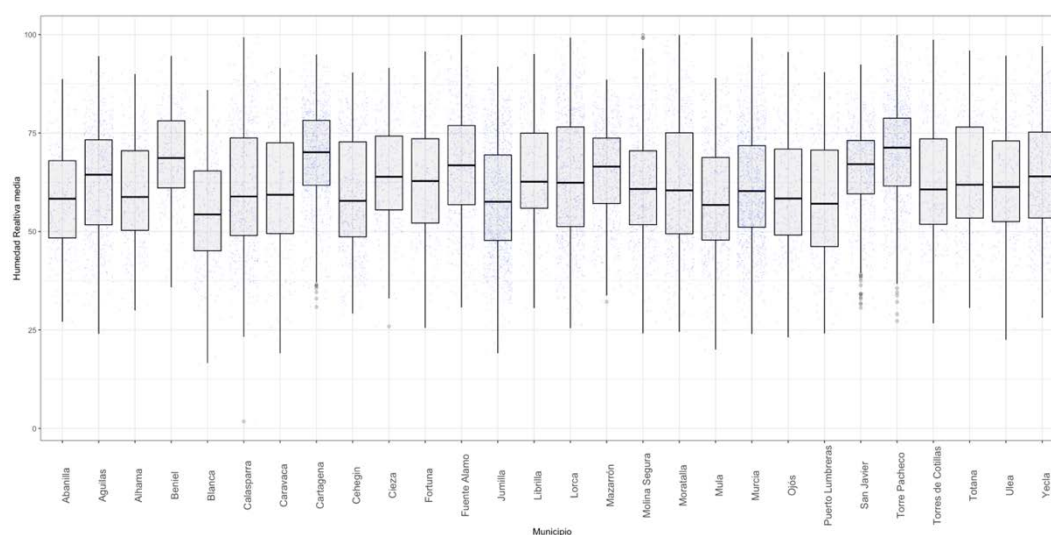
Figura 4.15: Serie temporal de las temperaturas para Moratalla y Murcia



4.2.3.2 Humedad relativa media diaria

La humedad relativa media más elevada se alcanzó en Moratalla en la estación CR91 (Casas del Rey) el día 22 de marzo con un valor de 99,9. La humedad media relativa mínima se alcanzó en Calasparra el día 18 de junio en la estación CI71 con un valor medio de 1,78.

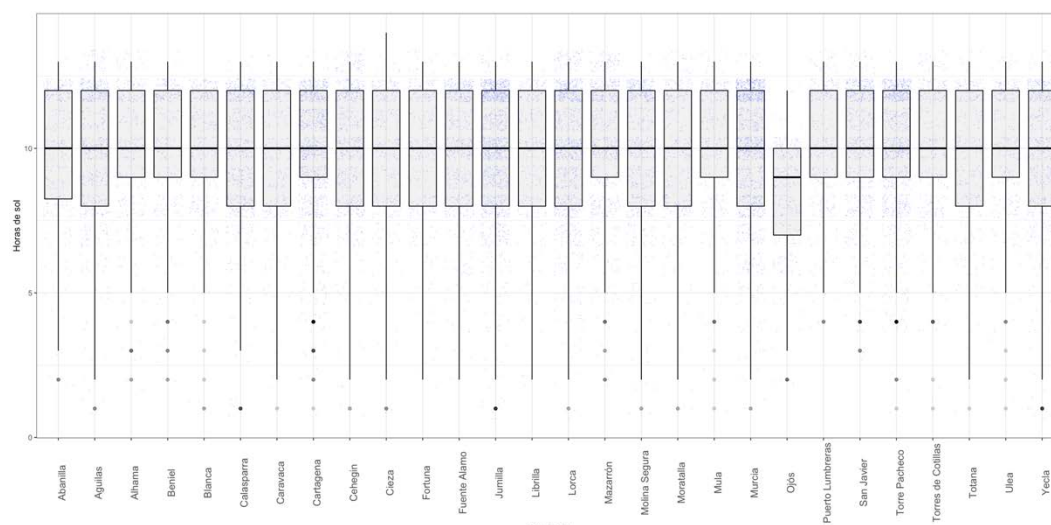
Figura 4.16: Boxplot de la humedad relativa media por municipio



4.2.3.3 Horas diarias de sol

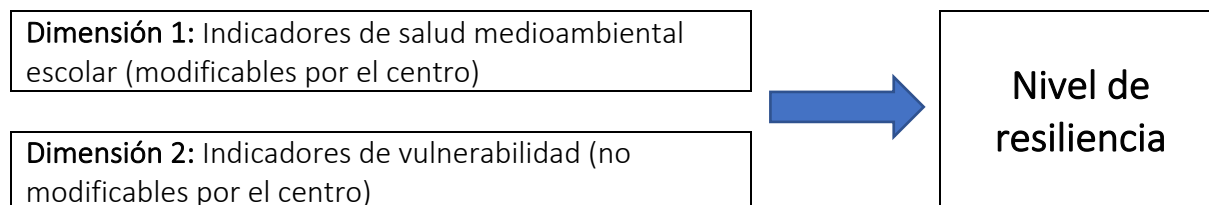
El máximo valor de las horas diarias de sol se alcanzaron el Cieza (estación CI42, La Carrichosa) el día 2 de junio con 14 horas de sol. Diversas localidades alcanzaron el mínimo de horas diarias de sol.

Figura 4.17: Boxplot de las horas diarias de sol por municipio



5. Construcción del índice de resiliencia escolar

La escala de resiliencia incluye dos dimensiones: una basada en indicadores de vulnerabilidad no modificables por el centro escolar y otra en los indicadores de salud medioambiental escolar sobre los recursos y capacidades de adaptación modificables de cada centro.



La lista de indicadores que se muestra a continuación no es una lista completa y exhaustiva ya que queda por completar mediante la inclusión de información complementaria e indicadores de salud medioambiental escolar propios de cada centro (Dimensión 1). Esta información será obtenida a través de una encuesta realizada a todos los centros educativos que se ha elaborado para este fin.

Tal y como hemos descrito y discutido en secciones anteriores en la siguiente lista mostramos la lista final de indicadores de vulnerabilidad (Dimensión 2) que vamos a utilizar en la construcción del índice de resiliencia.

- Incidencia acumulada a 7 días (**IA7**)
- Incidencia acumulada a 14 días (**IA14**)
- Renta en un radio del centro educativo (**R**)
- Tamaño del Hogar (**TH**)
- Población menor de 18 años (**P18**)
- Índice de Gini de desigualdad (**IG**)
- Número de alumnos del centro escolar (**NA**)
- Imparte bachillerato+ESO+FP (**B**)
- Transporte escolar (**T**)
- Comedor (**C**)
- Desayuno y/o Aula matinal (**DAM**)

- Adscrito a un programa de salud escolar (S)
- Adscrito al programa Aire Limpio (AL)

La metodología para la construcción del Índice de Resiliencia Escolar es la siguiente. En primer lugar, construimos un índice compuesto ponderado (IC) formado por índices simples que recogen la información de los indicadores de incidencia acumulada de casos confirmados, renta, desigualdad y población en el entorno del centro escolar, así como del número de alumnos del centro. Una vez determinado este índice compuesto ponderado, el Índice de Resiliencia del centro escolar (IR) vendrá dado por el valor de IC modificado por una cantidad asociada a una lista de factores que tienen relevancia en la capacidad de resiliencia del centro educativo. De esta manera el índice de resiliencia del centro escolar quedaría

$$IR = IC + C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7.$$

Más concretamente el IC será un índice compuesto ponderado de la forma:

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^7 I_i w_i}{\sum_{i=1}^7 w_i}$$

donde I_i se corresponde con un índice simple y w_i es la ponderación asociada a cada índice simple. La lista de índices simples y sus ponderaciones aparecen en la Tabla 5.1.

Para la obtención de las ponderaciones hemos usado el método Delphi, que consiste en la evaluación de los índices simples por un panel de expertos independientes, sin contacto entre ellos que ponderaran la importancia de cada uno de ellos en su aportación al índice de resiliencia. El panel de expertos está formado 60 personas de un amplio espectro de la sociedad con conocimiento profundo de la salud y de los centros educativos. Específicamente, el panel de expertos está formado por directivos y jefes de Servicio del servicio murciano de salud, profesionales de salud, profesionales docentes, directores de centros educativos, catedráticos de universidad, directivos de asociaciones de madres y padres de alumnos (AMPA), alcaldes y concejales.

Tabla 5.1: Lista de índices simples y sus ponderaciones para la construcción del Índice de Resiliencia Comunitario.

Ponderación w_i	Índice simple I_i	Construcción
0,15	IIA7	IA7/75; donde 75 se corresponde con la IA7 máximo para riesgo medio.
0,15	IIA14	IA14/150; donde 150 se corresponde con la IA14 máximo para riesgo medio.
0,2	INA	NA/NA*, donde NA* es la media del número de alumnos de los centros escolares.
0,2	IR	R*/R, donde R* es la renta media en las zonas básicas de salud.
0,2	ITH	TH/TH*, donde TH* es el tamaño de hogar medio en las zonas básicas de salud.
0,1	IP18	P18/P18*, donde P18* es el número medio de individuos por debajo de los 18 años en las zonas básicas de salud.
0,1	IG	Índice de Gini de desigualdad

La Tabla 5.2 contiene una lista de las cantidades que modifican el IRC en la formación del índice de resiliencia,

Tabla 5.2. Cantidades asociadas a factores indoor del centro escolar que modifican el índice de resiliencia IR.

C_1	10, si la diferencia de IA7 con la IA7 de 7 días antes es >0; 0, en caso contrario
C_2	20, si el centro imparte FP, ESO o Bachillerato; 0, en otro caso
C_3	15, si el centro dispone de comedor escolar; 0, en caso contrario
C_4	5; si el centro dispone de servicio de desayuno y/o madrugadores; 0, en caso contrario
C_5	5; si el centro dispone de transporte escolar; 0, en caso contrario
C_6	-10, si el centro está asociado a algún programa de salud escolar; 0 en caso contrario
C_7	-50, si el centro está asociado al programa Aire Limpio; 0 en caso contrario

A continuación, mostramos una lista de los centros educativos de la región de Murcia identificados por su identificador de centro, así como el cuartil que ocupa en la distribución del índice de resiliencia escolar que hemos construido para el 18 de diciembre de 2020, último viernes lectivo antes del periodo navideño. Un valor de 1 en el cuartil indica que se encuentra en el 25% de los centros educativos con mejor índice de resiliencia mientras que un valor de 4 indica que se encuentra en el 25% de centros escolares con peor índice de resiliencia.

5.1 Índice de resiliencia de los centros educativos de la Región de Murcia

INDICE DE RESILIENCIA CENTROS EDUCATIVOS DE LA REGIÓN DE MURCIA

ID	Cuartil	ID	Cuartil	ID	Cuartil	ID	Cuartil
30010619	1	30006719	1	30011673	1	30004292	1
30002234	1	30008704	1	30002829	1	30001001	1
30011031	1	30000471	1	30002659	1	30008042	1
30012975	1	30005545	1	30009150	1	30004218	1
30008984	1	30003342	1	30012938	1	30004048	1
30002660	1	30004826	1	30010772	1	30000973	1
30000961	1	30008731	1	30007062	1	30010760	1
30006690	1	30007438	1	30012148	1	30010152	1
30011259	1	30008790	1	30000407	1	30013441	1
30004760	1	30009401	1	30000377	1	30010310	1
30005466	1	30004841	1	30012124	1	30010991	1
30009228	1	30004607	1	30000161	1	30004701	1
30004954	1	30009162	1	30012100	1	30004711	1
30010954	1	30008583	1	30000501	1	30006124	1
30001965	1	30002532	1	30008406	1	30008613	1
30007441	1	30010061	1	30003810	1	30009915	1
30010449	1	30007426	1	30001655	1	30010929	1
30006914	1	30006872	1	30013530	1	30002350	1
30007657	1	30011053	1	30000936	1	30019571	1
30011028	1	30002684	1	30007803	1	30001886	1
30020005	1	30006151	1	30019775	1	30001497	1
30006938	1	30002283	1	30007037	1	30007645	1
30018175	1	30000225	1	30002222	1	30002398	1
30010841	1	30002040	1	30006689	1	30001898	1
30018151	1	30011806	1	30020959	1	30006392	2
30019404	1	30002362	1	30007785	1	30005201	2
30001047	1	30013581	1	30002076	1	30006847	2
30002271	1	30006410	1	30003101	1	30006884	2
30000365	1	30010656	1	30010401	1	30003305	2
30008145	1	30018849	1	30018205	1	30010681	2
30012951	1	30006549	1	30007621	1	30002568	2
30005193	1	30008352	1	30009174	1	30007669	2
30005478	1	30009216	1	30005363	1	30007906	2
30000328	1	30007475	1	30011511	1	30002672	2
30018333	1	30002131	1	30010747	1	30011041	2
30006941	1	30006422	1	30019416	1	30019556	2
30006331	1	30008650	1	30019611	1	30007104	2
30010383	1	30013001	1	30019507	1	30012367	2
30001011	1	30010701	1	30004589	1	30010371	2
30004061	1	30001953	1	30000997	1	30005296	2
30012094	1	30019490	1	30009058	1	30009460	2

30009927	1	30003779	1	30008674	1	30000213	2
30000811	1	30003640	1	30005454	1	30003676	2
30000146	1	30008376	1	30012276	1	30005511	2
30001230	1	30013542	1	30004309	1	30011983	2
30019489	1	30010796	1	30011016	1	30000390	2
30009332	1	30005302	1	30000523	1	30008595	2
30001217	1	30011247	1	30003287	1	30010267	2
30002751	2	30002091	2	30006434	2	30002179	3
30012501	2	30002386	2	30002726	2	30010437	3
30001904	2	30012756	2	30019532	2	30005521	3
30006537	2	30007633	2	30002039	2	30009277	3
30005171	2	30006860	2	30008947	2	30008303	3
30006732	2	30003706	2	30006631	2	30000985	3
30009563	2	30010051	2	30019982	2	30006641	3
30004279	2	30003494	2	30002088	2	30008741	3
30002647	2	30007323	2	30002702	2	30003317	3
30019581	2	30003330	2	30012008	2	30001588	3
30006483	2	30019155	2	30005481	2	30012112	3
30003329	2	30005557	2	30019519	2	30010425	3
30009447	2	30001709	2	30002155	2	30008959	3
30004577	2	30002374	2	30006987	2	30010838	3
30006321	2	30001461	2	30008662	2	30001643	3
30001916	2	30019568	2	30011341	2	30001941	3
30018771	2	30005429	2	30008868	2	30019520	3
30012021	2	30005375	2	30008832	2	30002428	3
30018825	2	30008601	2	30002775	2	30012860	3
30002209	2	30009472	2	30006215	2	30002349	3
30006148	2	30005831	2	30004796	2	30010516	3
30004991	2	30008649	2	30000663	2	30002192	3
30000547	2	30001163	2	30012574	2	30010176	3
30000535	2	30004899	2	30012999	2	30000951	3
30013141	2	30005442	2	30001746	2	30000705	3
30011764	2	30010863	2	30005934	2	30010280	3
30001281	2	30011843	2	30005168	2	30004772	3
30007402	2	30013529	2	30003895	2	30010978	3
30009393	2	30008091	2	30006811	2	30008728	3
30009371	2	30003822	2	30020224	2	30006771	3
30003962	2	30019106	2	30019702	2	30001977	3
30005326	2	30008017	2	30009484	2	30012896	3
30008133	2	30018837	2	30020871	2	30018795	3
30005533	2	30006513	2	30002763	2	30001278	3
30004206	2	30004966	2	30019143	2	30010711	3
30002805	2	30018266	2	30005430	2	30001485	3
30019601	2	30010358	2	30010981	2	30007797	3
30010140	2	30008856	2	30018618	2	30004267	3

Salud medioambiental escolar y resiliencia centros educativos de la CARM

30000316	2	30010413	2	30000420	2	30010966	3
30005065	2	30010735	2	30018606	2	30008625	3
30004981	2	30001758	2	30019593	2	30008078	3
30006550	2	30019726	2	30018217	2	30009231	3
30004978	2	30004255	2	30008339	2	30000389	3
30010346	2	30011508	2	30012847	3	30002520	3
30010334	2	30013335	2	30002799	3	30002556	3
30002027	2	30008893	2	30009423	3	30001023	3
30011521	2	30004280	2	30018801	3	30000419	3
30000481	2	30008935	2	30019660	3	30013554	3
30010723	2	30011600	2	30009459	3	30008364	3
30007293	2	30005600	2	30008996	3	30008972	3
30009411	3	30008716	3	30002325	3	30004401	4
30006008	3	30010577	3	30005053	3	30003299	4
30007943	3	30000286	3	30004346	3	30010759	4
30006197	3	30001771	3	30008561	3	30001801	4
30018163	3	30019246	3	30009502	3	30002544	4
30008686	3	30011685	3	30019842	3	30010024	4
30000687	3	30007165	3	30010292	3	30003135	4
30005764	3	30001138	3	30019465	3	30004929	4
30005892	3	30009320	3	30007098	3	30005582	4
30006161	3	30005223	3	30019349	3	30003561	4
30002911	3	30010504	3	30006355	4	30018710	4
30007736	3	30005594	3	30003445	4	30010942	4
30010693	3	30004221	3	30003457	4	30018382	4
30008251	3	30001072	3	30011648	4	30012586	4
30019854	3	30003068	3	30018001	4	30004097	4
30018321	3	30011491	3	30012872	4	30012771	4
30019544	3	30002143	3	30001692	4	30010279	4
30007001	3	30006756	3	30006367	4	30010802	4
30005132	3	30004322	3	30007463	4	30008753	4
30008005	3	30013682	3	30004917	4	30004139	4
30012045	3	30006823	3	30006859	4	30004784	4
30021113	3	30011454	3	30007414	4	30005673	4
30001175	3	30006525	3	30013566	4	30008431	4
30001308	3	30013505	3	30011818	4	30006057	4
30000641	3	30012288	3	30006185	4	30003470	4
30019167	3	30010553	3	30009630	4	30007335	4
30008340	3	30005260	3	30008901	4	30018886	4
30006793	3	30006446	3	30002180	4	30013499	4
30007876	3	30011533	3	30006707	4	30003007	4
30018783	3	30005740	3	30011697	4	30019271	4
30004668	3	30011879	3	30003469	4	30008698	4
30012291	3	30011995	3	30008443	4	30009009	4
30019362	3	30006720	3	30005144	4	30018199	4
30011326	3	30005821	3	30011481	4	30002167	4
30005120	3	30000584	3	30011855	4	30019179	4

30004450	3	30003691	3	30010851	4	30010322	4
30012458	3	30006173	3	30005612	4	30003950	4
30008558	3	30011776	3	30012161	4	30019064	4
30011867	3	30005776	3	30009046	4	30010097	4
30002404	3	30005752	3	30007074	4	30005946	4
30011971	3	30011417	3	30020352	4	30009526	4
30003093	3	30004838	3	30013451	4	30019477	4
30011260	3	30010450	3	30002866	4	30007244	4
30010887	3	30011338	3	30018254	4	30007311	4
30012082	3	30000699	3	30018503	4	30008157	4
30020251	3	30005806	3	30013414	4	30007864	4
30001564	3	30019118	3	30009861	4	30005958	4
30007712	3	30011272	3	30019787	4	30009800	4
30009435	3	30000596	3	30004887	4	30009010	4
30010899	3	30002714	3	30006343	4	30005284	4
30000626	4	30009368	4	30009681	4	30006380	4
30001849	4	30008467	4	30013803	4	30004310	4
30003111	4	30007852	4	30001862	4	30010589	4
30003214	4	30008108	4	30020248	4	30001291	4
30011624	4	30020534	4	30003202	4	30013797	4
30010632	4	30012446	4	30008480	4	30018850	4
30005077	4	30008881	4	30003196	4	30003411	4
30000766	4	30019052	4	30005338	4	30019453	4
30019350	4	30009319	4	30019180	4	30007141	4
30006011	4	30009575	4	30002052	4	30009629	4
30012768	4	30005879	4	30018734	4	30009496	4
30009851	4	30012070	4	30009253	4	30018370	4
30012690	4	30012744	4	30011302	4	30006999	4
30019684	4	30000018	4	30006069	4	30012835	4
30012926	4	30012136	4	30019799	4	30005910	4
30012331	4	30011880	4	30012963	4	30007840	4
30004632	4	30010309	4	30018692	4	30018126	4
30019337	4	30018746	4	30007049	4	30003421	4
30004498	4	30010814	4				

6. Conclusiones y Limitaciones

En este informe se ha realizado un análisis de la evolución temporal de casos confirmados por COVID-19 en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, así como de su relación con la incidencia en cada centro educativo. La principal conclusión que se desprende del análisis de la información disponible - principalmente recogida de datos publicados en abierto - es que los centros escolares son un lugar seguro frente a la COVID-19. No se han detectado incidencias de riesgo extremo y además la incidencia acumulada en los centros escolares, a pesar de presentar una correlación positiva con la incidencia acumulada fuera de ellos, aumentaban en menor proporción.

También se han descrito una serie de factores internos y externos asociados a los centros educativos que a priori la literatura especializada relaciona con la incidencia de COVID. Con la información recogida de estos indicadores se ha elaborado un índice de resiliencia, asignando a cada centro educativo un nivel de resiliencia en cuatro niveles dependiendo del cuartil en el que se encuentra este índice. La información correspondiente al nivel de cada centro en este índice permitirá proporcionar una lista de actuaciones que ayuden a mejorar la resiliencia en aquellos centros que lo necesiten.

Para concluir, es necesario señalar algunas de las limitaciones más importantes que tiene este informe. En primer lugar, la poca disponibilidad y calidad de los datos que se encuentran en abierto relacionados con la pandemia por COVID-19 en la Región de Murcia. Sin duda una mayor accesibilidad por parte de investigadores a datos en abierto sobre la incidencia de COVID-19 tanto en la población general como en los centros educativos puede ayudar a identificar aquellos factores que son clave en la incidencia de la enfermedad. Sirva de ejemplo la ausencia de información en abierto de la incidencia de COVID-19 por grupos de edad y sexo, tanto para la población general como en los centros educativos. En segundo lugar, no se han tenido en consideración en la elaboración del índice los factores climáticos que han sido descritos (temperatura, humedad y horas de sol). Estos factores no se han incorporado al modelo debido a la baja variabilidad durante el periodo de análisis que abarca este informe, pero la metodología para incorporarlos en futuros análisis ha sido descrita. En tercer lugar, no se han incorporado en el índice, pero a la vez fácilmente incorporables, factores propios de cada centro que son importantes para determinar la capacidad de resiliencia. Estos factores se

recogerán a través de una encuesta dirigida a los centros, lo que nos permitirá tener una figura mucho más detallada de la capacidad de resiliencia de los mismos.

Referencias

- Almagro, M., y Orane-Hutchinson, A. (2020). JUE insight: The determinants of the differential exposure to COVID-19 in New York city and their evolution over time. *Journal of Urban Economics*, 103293.
- Alzugaray C.B. (2019). Resiliencia comunitaria ante adversidades colectivas: restaurando el bienestar psicosocial (Doctoral dissertation, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea).
- Amengual Moreno, M., Calafat Caules, M., Carot, A., Rosa Correia, A. R., Río Bergé, C., Rovira Plujà, J., ... y Ventura Gabarró, C. (2020). Determinantes sociales de la incidencia de la covid-19 en Barcelona: un estudio ecológico preliminar usando datos públicos. *Revista Española de Salud Pública*. 2020 Sep 16; 94: e202009101.
- Arciniega, J.D.D.U. (2013). La perspectiva comunitaria de la resiliencia. *Psicología política*, (47), 7-18.
- Baker, R. E., Yang, W., Vecchi, G. A., Metcalf, C. J. E., y Grenfell, B. T. (2020). Susceptible supply limits the role of climate in the early SARS-CoV-2 pandemic. *Science*, 369(6501), 315-319.
- Balocco, C., y Leoncini, L. (2020). Energy Cost for Effective Ventilation and Air Quality for Healthy Buildings: Plant Proposals for a Historic Building School Reopening in the Covid-19 Era. *Sustainability*, 12(20), 8737.
- Briz-Redón, Á., y Serrano-Aroca, Á. (2020). A spatio-temporal analysis for exploring the effect of temperature on COVID-19 early evolution in Spain. *Science of the total environment*, 728, 138811.
- Campos, P. (2020). Resilience, education and architecture: The proactive and “educational” dimensions of the spaces of formation. *International Journal of Disaster risk reduction*, 43, 101391.
- Cardoso, M., Cousens, S. N., de Góes Siqueira, L. F., Alves, F. M., y D'Angelo, L. A. V. (2004). Crowding: risk factor or protective factor for lower respiratory disease in young children? *BMC Public Health*, 4(1), 1-8.
- CCE (2000). The Community Resilience Manual. A resource for rural recover & renewal. Recuperado de http://communityrenewal.ca/sites/all/files/resource/P200_0.pdf

- Cortis, D. (2020). On determining the age distribution of COVID-19 Pandemic. *Frontiers in public health*, 8, 202.
- Dalziel, B. D., Kissler, S., Gog, J. R., Viboud, C., Bjørnstad, O. N., Metcalf, C. y Grenfell, B. T. (2018). Urbanization and humidity shape the intensity of influenza epidemics in US cities. *Science*, 362 (6410), 75-79.
- Davies, N. G., Klepac, P., Liu, Y., Prem, K., Jit, M., y Eggo, R. M. (2020). Age-dependent effects in the transmission and control of COVID-19 epidemics. *Nature medicine*, 26(8), 1205-1211.
- Figueiredo, A. M., Daponte-Codina, A., Figueiredo, D. C. M. M., Vianna, R. P. T., de Lima, K. C., y Gil-García, E. (2020). Factores asociados a la incidencia y la mortalidad por COVID-19 en las comunidades autónomas. *Gaceta Sanitaria*
- Gutiérrez-Velasco, L., Liébana-Presa, C., Abella-Santos, E., Villar-Suárez, V., Fernández-Gutiérrez, R., y Fernández-Martínez, E. (2021, February). Access to Information and Degree of Community Awareness of Preventive Health Measures in the Face of COVID-19 in Spain. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 2, p. 104). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Hamidi, S., Sabouri, S., y Ewing, R. (2020). Does density aggravate the COVID-19 pandemic? Early findings and lessons for planners. *Journal of the American Planning Association*, 86(4), 495-509.
- Kılınçel, Ş., Kılınçel, O., Muratdağı, G., Aydın, A., y Usta, M. B. (2020). Factors affecting the anxiety levels of adolescents in home-quarantine during COVID-19 pandemic in Turkey. *Asia-Pacific Psychiatry*, e12406.
- Magis, K. (2010). Community resilience: An indicator of social sustainability. *Society and Natural Resources*, 23(5), 401-416. doi: 10.1080/08941920903305674
- Maguire, B., y Cartwright, B. (2008). Assessing a community's capacity to manage change: a resilience approach to social assessment.
- Mogi, R., y Spijker, J. (2020). The influence of social and economic ties to the spread of COVID-19 in Europe.
- Morency, C., Paez, A., Roorda, M. J., Mercado, R., y Farber, S. (2011). Distance traveled in three Canadian cities: Spatial analysis from the perspective of vulnerable population segments. *Journal of Transport Geography*, 19(1), 39-50.

- Novel, C. (2020). The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China. *Zhonghua liu xing bing xue za zhi= Zhonghua liuxingbingxue zazhi*, 41(2), 145.
- Ortega-García J.A., Ferris i Tortajada J (2012). Hoja verde de diagnóstico medioambiental escolar. Guía de Acción Medioambiental Escolar. Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica Murcia-Valencia, 2012. España. Visitado: (fecha de la descarga) Disponible en: www.pehsu.org/wp
- Ortega-García JA, et al. Indoor air. School-based tobacco prevention programme (Spain). En: Leda Nemer, ed. Improving children's Health and the Environment. Roma, World Health Organization Europe, 2010. ISBN 978 92 890 4185
- Ortega-García, J.A., Tortajada, J. F., y Sánchez-Solís, M. (2008). Ambientes Saludables para la infancia y adolescencia. In *Pediatría Extrahospitalaria* (pp. 235-244). Ergón, Madrid.
- Paez, A., Lopez, F. A., Menezes, T., Cavalcanti, R., y Pitta, M. (2020). A spatio-temporal analysis of the environmental correlates of COVID-19 incidence in Spain. *Geographical Analysis*. <https://doi.org/10.1111/gean.12241>
- Patel, J. A., Nielsen, F. B. H., Badiani, A. A., Assi, S., Unadkat, V. A., Patel, B., ... y Wardle, H. (2020). Poverty, inequality and COVID-19: the forgotten vulnerable. *Public health*, 183, 110.
- Plough, A., Fielding, J.E., Chandra, A., et al. (2013). Building community disaster resilience: perspectives from a large urban county department of public health. *American journal of public health*, (103), 1190-1197. doi: 10.2105/AJPH.2013.301268
- Prem, K., Cook, A. R., y Jit, M. (2017). Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data. *PLoS computational biology*, 13(9), e1005697.
- Roorda, M. J., Páez, A., Morency, C., Mercado, R., y Farber, S. (2010). Trip generation of vulnerable populations in three Canadian cities: a spatial ordered probit approach. *Transportation*, 37(3), 525-548.
- Sikder, S., y Pinjari, A. R. (2012). Immobility levels and mobility preferences of the elderly in the United States: Evidence from 2009 national household travel survey. *Transportation research record*, 2318(1), 137-147.
- Singh, R., y Adhikari, R. (2020). Age-structured impact of social distancing on the COVID-19 epidemic in India. *arXiv preprint arXiv:2003.12055*.

- Sun, K., Chen, J., y Viboud, C. (2020). Early epidemiological analysis of the coronavirus disease 2019 outbreak based on crowdsourced data: a population-level observational study. *The Lancet Digital Health*, 2(4), e201-e208.
- Tso, W. W., Wong, R. S., Tung, K. T., Rao, N., Fu, K. W., Yam, J. C., ... y Wong, I. C. (2020). Vulnerability and resilience in children during the COVID-19 pandemic. *European child and Adolescent Psychiatry*, 1-16.
- Twigg, J. (2007). Características de una comunidad resiliente ante los desastres. *política*, 47, 7-18.
- Maguire, B., y Cartwright, S. (2008). *Assessing a community's capacity to manage change: a resilience approach to social assessment*. Canberra: Bureau of Rural Sciences.
- Suazo, M. R. M. (2016). Resiliencia comunitaria y su vinculación al contexto latinoamericano actual/Community resilience and its relationship to the current Latin American context. *TS Cuadernos de Trabajo Social*, (14), 23-45.
- Ujii, M., Tsuzuki, S., y Ohmagari, N. (2020). Effect of temperature on the infectivity of COVID-19. *International Journal of Infectious Diseases*, 95, 301-303.