Documento de Trabajo - 2020/05

Encajando el puzle: Una estimación rápida del número de infectados por COVID-19 en España a partir de fuentes indirectas

David Martín-Barroso
(Universidad Complutense de Madrid y GRIPICO)

Juan A. Núñez-Serrano
(Universidad Autónoma de Madrid y GRIPICO)

Jaime Turrión
(Universidad Autónoma de Madrid y GRIPICO)

Francisco J. Velázquez
(Universidad Complutense de Madrid y GRIPIC)

fedea

Las opiniones recogidas en este documento son las de sus autores y no coinciden necesariamente con las de FEDEA.

Encajando el puzle: Una estimación rápida del número de infectados por COVID-19 en España a partir de fuentes indirectas (*)

David Martín-Barroso (1)(3)
Juan A. Núñez-Serrano (2)(3)
Jaime Turrión (2)(3)
Francisco J. Velázquez (1)(3)

(1) Departamento de Economía Aplicada, Estructura e Historia. Universidad Complutense de Madrid
(2) Departamento de Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Madrid
(3) GRIPICO. Grupo de Investigación en Innovación, Productividad y Competitividad

Resumen

El presente trabajo propone un procedimiento de fácil actualización que, a partir de datos existentes provenientes de varias fuentes, estima la magnitud de la infección por COVID-19 en el caso de España. Esta información es de vital importancia para la adopción de medidas frente al desconfinamiento de la población y resulta especialmente relevante en este momento ante la tardanza del estudio de seroprevalencia del coronavirus en la población española. El procedimiento parte de la construcción de una serie corregida del número de fallecidos por la pandemia en el país que incorpora la información de los excesos de mortalidad sobre el patrón esperado que ofrece el sistema MoMo, combinado con otras fuentes complementarias. A esta magnitud se le aplican las tasas de letalidad de la infección por edades obtenidas en trabajos epidemiológicos de referencia para aproximar la población infectada. Los resultados apuntan a que a 26 de abril de 2020 la infección habría afectado a 1,23 millones de españoles (con un intervalo de entre 0,54 y 3,52 millones), lo que supone el 2,6% (1,2%-7,5%) de la población. Se espera que al final de este brote la cuantía alcance los 1,30 millones (0,57-3,71 millones), lo que supondría el 2,8% (1,2%-7,9%) de la población del país. No obstante, los porcentajes de infección serían muy superiores en los grupos de mayor edad situándose en estos momentos en el 9,9% (5,8%-20,3%) para el grupo de 80-89 años y el 19,2% (11,3%-39,4%) para los de 90 y más años, pudiendo ascender hasta dos puntos adicionales hasta el final de la epidemia. Destaca también que la tasa de letalidad final agregada ascendería en España al 3,11% (1,09%-7,08%). Este valor está claramente por encima de las estimaciones disponibles para países más jóvenes, que la cifran en torno al 0,66%, como consecuencia del envejecimiento de nuestra población y de la alta intensidad de la infección entre las personas de mayor edad.

David Martín-Barroso
Francisco J. Velázquez
Departamento de Economía Aplicada, Estructura e Historia
Despachos 106 y 107B, Pabellón Segundo
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad Complutense de Madrid
Campus de Somosaguas
28223 POZUELO DE ALARCÓN (MADRID-ESPAÑA)

Juan A. Núñez-Serrano
Jaime Turrión
Departamento de Economía Aplicada
Despacho 301, Módulo 12
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad Autónoma de Madrid
Francisco Tomás y Valiente, 5
28049 MADRID-ESPAÑA

(*) Queremos agradecer los comentarios recibidos de Ángel de la Fuente a versiones anterior de este documento que han contribuido notablemente a su mejora. Las opiniones y posibles errores que pudiera contener este trabajo son responsabilidad de sus autores.

1. Introducción

Una información básica que deben utilizar los epidemiólogos y los decisores en salud pública para determinar cuándo y cómo debe ser el desescalamiento del confinamiento que se ha adoptado en algunos países, es el porcentaje de población que ya ha pasado la infección por COVID-19. Evidentemente, la mejor forma de obtener dicha información es realizando los denominados estudios de seroprevalencia que, sobre la base de someter a una muestra amplia y representativa de la población a pruebas serológicas, pueden encontrar, con los habituales intervalos de confianza y error, una cuantificación de la población que ha pasado la infección o lo está haciendo en ese momento[1]. Es evidente que, si dicho porcentaje de población ya infectada -y que ha pasado la enfermedad- es elevado, es probable que ese desescalamiento, en conjunción con otras medidas de vigilancia, distanciamiento social e higiénicas, pueda ser más rápido que si la proporción de población finalmente infectada fuera muy baja.

En el caso de España, y a pesar de las repetidas veces en que el gobierno del país ha anunciado el comienzo en la realización del estudio de seroprevalencia, se han producido retrasos en su puesta en marcha, en la coordinación con las CC.AA. para su realización y en su organización que lo han retrasado. Este estudio denominado ENE-COVID, que el lunes 27 de abril se ha puesto en marcha en algunas CC.AA., evaluará a 36.000 hogares y a no menos de 60.000 personas y se realizará en tres olas separadas entre ellas en 21 días, por lo que se estima que se dispondrá de sus resultados en dos meses (Instituto de Salud Carlos III, 2020). En consecuencia, no se tendría una cuantificación del porcentaje de población ya infectada en el momento de comenzar la desescalada prevista para la segunda quincena del mes de mayo. De ahí la necesidad de buscar una vía sustitutoria para disponer, siquiera sea de forma orientativa, de esta información.

La fuerte incidencia de la infección por COVID-19 en España, que se ha convertido en el país, excluyendo a algunos muy pequeños, con una mayor ratio de infectados por millón de habitantes, junto con una alta tasa de letalidad observada, en el entorno del 11% en el conjunto nacional, ha inducido a pensar que quizá el porcentaje de población que ha pasado la infección podría ser muy amplio, lo que haría entendible esta alta tasa de letalidad y compatible con los miles de casos que, habida cuenta de la saturación del sistema

[1] Véase por ejemplo Limia et al. (2019) para conocer la metodología de realización de estos estudios.

sanitario, han sido diagnosticados sintomáticamente y, en muchas ocasiones, telefónicamente, sin necesidad de hospitalización.

En efecto, el estudio realizado por Flaxman et al. (2020) cifraba el número de infectados por coronavirus para España el 28 de marzo de 2020 en el intervalo entre 1,8 y 19 millones de personas, con una estimación central de 7 millones, lo que representaría niveles de infección cercanos al 15% en la estimación central (entre el 3,7% y el 41%). Fernández-Fontelo, et al. (2020) proponen un modelo matemático que trata de corregir las cifras de infectados oficiales incluyendo los casos no notificados y que se basa en el modelo desarrollado en Fernández-Fontelo, et al. (2016). Sus resultados apuntan a que los datos oficiales reflejan en torno al 75%-80% de los que se daban en la realidad en las primeras semanas de la epidemia y calculan que al final de la primera semana de abril la cantidad de infectados estaría en torno a 2 millones de españoles. A través de la realización de encuestas, normalmente telefónicas, y de los síntomas auto-percibidos por los individuos, Sociométrica cifraba los infectados entre 750.000 y 950.000 hacia finales de marzo, cuando la cifra oficial era en torno a una décima parte (El Español, 30 de marzo de 2020). Éstos son sólo tres ejemplos de algunos trabajos que se han realizado, en la etapa temprana de la epidemia, tratando de calcular la magnitud de la infección, dado que el COVID-19 presenta la peculiaridad de que muchos individuos padecerán la enfermedad de forma asintomática o con síntomas muy leves. Todas estas estimaciones parten de la aseveración de que el conteo oficial infravalora notablemente la intensidad de la pandemia, especialmente cuando el desbordamiento del sistema sanitario ha dejado fuera del mismo a muchos pacientes que en circunstancias normales hubieran sido atendidos de forma diferente.

Por el contrario, existen argumentos para pensar que, aunque la población infectada pudiera ser mucho mayor que la que aparece en el conteo oficial, tampoco alcanzaría los elevados porcentajes que algunos estudios ofrecen. Siguiendo la propuesta de Pueyo (2020) aplicada también por Durán (2020), entre otros, y utilizando como referencia trabajos realizados en China y Corea, sobre la base de estudios poblacionales y casi siempre con muestras pequeñas, la tasa de letalidad real agregada de la enfermedad estaría por debajo del 1%. Sin embargo, la tasa de letalidad aparente de la infección (la razón entre el número acumulado de fallecimientos y el número confirmado de infectados) se sitúa en la actualidad en torno al 11% en nuestro país. La explicación más probable de esta diferencia sería la infravaloración del denominador de este cociente, que recogería sólo una fracción del número real de infectados. Si la letalidad real no hubiese variado, en particular, la

población infectada real, ascendería a 2,35 millones, lo que supone el 5,0% de la población española, mientras que la contabilizada se sitúa en el entorno de las 210.000 personas. Es más, si incluso se alcanzara finalmente un colectivo cercano, aunque no superior, a las 300.000 personas -en conteo oficial-, como coinciden algunos estudios (BIOCOMSC, 2020; Coenen y Medina, 2020; y Velázquez, 2020), manteniendo esa elevada tasa de letalidad aparente, dicho porcentaje se elevaría, como mucho, hasta el entorno del 6,5%.

Además, estos ejercicios, como el descrito en el epígrafe anterior, adolecen del problema de trasladar tasas agregadas de letalidad de unos países o regiones a otros, sin tener en consideración los aspectos idiosincráticos propios que afectan a dichas tasas. De entre todos ellos, el que es observable y de fácil consideración en los cálculos, es la estructura de la población por edades, sobre todo porque la tasa de letalidad de esta infección varía de forma notable entre grupos de edad, como también lo hace entre sexos, aunque aquí, por falta de información al respecto, se obviará esta dimensión. En este sentido, es razonable pensar que una población más envejecida va a tener una tasa de letalidad agregada muy superior, a pesar de mantenerse las tasas específicas de letalidad de cada edad. Este resultado de la agregación podría disminuir sustancialmente el porcentaje de población finalmente infectada en España, partiendo de una determinada contabilización de los fallecidos, y también elevar la tasa agregada de letalidad real.

La estimación del número de infectados por procedimientos como los apuntados arriba se basa, de forma crucial, en la correcta contabilización del número de personas fallecidas por la infección, que cualquier neófito en el tema pensaría que es una variable que se mide con gran precisión. Sin embargo, la falta de un protocolo nacional claro y que mida de forma precisa los fallecidos por COVID-19, así como el desbordamiento del sistema sanitario, ha conducido a que cada una de las CC.AA. hayan podido adoptar criterios de contabilización distintos, por lo que el dato oficial debe considerarse, como más adelante se hará, como una referencia, pero no como una medida exacta de dicha letalidad.

En consecuencia, se propone en este documento un procedimiento original y fácilmente actualizable con datos que se publican diariamente para contabilizar la mortalidad por COVID-19 en España y, a partir de ella, estimar el número de infectados por el virus. La fecha de cierre de la estimación de infectados que aquí se presenta es el 26 de abril de 2020.

Las series de fallecidos por grupos de edad se construyen a partir de la conjunción de distintas fuentes informativas y se utilizan seguidamente para estimar los infectados

utilizando la inversa de las tasas de letalidad específicas por grupos de edad decenales. Como se verá enseguida, para calcular el número total de infectados en un momento T es necesario estimar el número de fallecimientos que se producirá en los días posteriores a esta fecha entre los ya infectados. Esta variable se aproxima utilizando un procedimiento descrito en el Anexo 1 basado en la estimación de la curva epidémica.

El resto del documento se organiza de la siguiente forma. El siguiente epígrafe formaliza el método utilizado para el cálculo del número de infectados a partir de los fallecidos. A continuación, se describe el procedimiento que permite obtener el número de fallecidos a los que sigue un apartado donde se describe la forma en que se desagrega esta información por grupos de edad decenales. En el apartado quinto se presentan los principales resultados en relación con la estimación del número de infectados por COVID-19 en España. El trabajo finaliza con las habituales consideraciones finales.

2. Método para la estimación de la población infectada a partir de los fallecidos por COVID-19

El procedimiento de estimación de la población infectada por COVID-19 que se propone, parte del conocimiento del número de personas fallecidas por esta infección, a las que se aplica un factor de elevación estimado como la inversa de las tasas de letalidad obtenidas en estudios epidemiológicos de referencia.

En concreto, sea i_t el número de personas que se infectan en el día t y f_t el número de fallecimientos en la misma fecha. Se utilizará mayúsculas para indicar los totales de ambas variables acumulados desde el inicio de la epidemia (en t = 0) hasta el momento actual, T, de forma que,

$$I_T = \sum_{t=0}^{T} i_t \quad \text{y} \quad F_T = \sum_{t=\Delta}^{T} f_t \qquad [1]$$

Se supone que el número de fallecidos F es una variable observable (posiblemente tras ciertas correcciones de las cifras oficiales) pero que el número de infectados, I, no lo es o se mide con mucho error porque, entre otros factores, una proporción importante de los flujos no son observables (los asintomáticos) o sí lo son, pero la saturación del sistema sanitario no permite su confirmación mediante los protocolos oficiales. Por tanto, la única posibilidad de conocer el número de infectados en la actualidad es a partir de la información disponible sobre el de fallecidos.

Para ello, se supone que una fracción dada de los infectados de cada grupo de edad, $\emptyset_g$, termina falleciendo (tasa de letalidad real del grupo de edad g) y lo hace tras un período medio de Δ días (donde los valores $\emptyset_g$ y Δ se extraen de la literatura especializada sobre el tema). Se tendrá, por tanto, que los fallecidos del grupo de edad g en el día t se obtendría como,

$$f_{gt} = \emptyset_g i_{gt-\Delta} \quad [2]$$

de donde,

$$F_{gT} = \sum_{t=\Delta}^{T} f_{gt} = \sum_{t=\Delta}^{T} \emptyset_g i_{gt-\Delta} = \emptyset_g \sum_{t=\Delta}^{T} i_{gt-\Delta} = \emptyset_g \sum_{t=0}^{T-\Delta} i_{gt-\Delta} = \emptyset_g I_{gT-\Delta} \quad [3]$$

Y, en consecuencia,

$$I_{gT-\Delta} = \frac{F_{gT}}{\emptyset_g} \quad [4]$$

Es decir, dado el número de fallecidos acumulados hasta hoy (T) de un grupo de edad g (F_{gT}), se puede calcular de forma inmediata el número de infectados de ese grupo en T-Δ ($I_{gT-\Delta}$). En consecuencia, para conocer el número de infectados de hoy, se necesita aproximar el número acumulado de fallecidos en T+Δ. Desplazando hacia delante en el tiempo la ecuación [4] en Δ periodos, se tendrá,

$$I_{gT} = \frac{F_{gT+\Delta}}{\emptyset_g} = \frac{1}{\emptyset_g}\left(F_{gT} + \sum_{t=T+1}^{T+\Delta} f_{gt}\right) \quad [5]$$

que ofrece una manera de aproximar la variable deseada. Los infectados totales se obtendrán por agregación de todos los grupos de edad, es decir,

$$I_T = \sum_{g=1}^{G} I_{gT} \quad [6]$$

En consecuencia, el procedimiento, según [5] se basa en la disponibilidad de dos grupos de variables: los fallecidos y las tasas de letalidad reales -y no aparentes- específicas de cada uno de los grupos de edad considerados. Las tasas de letalidad reales suelen calcularse por grupos de edad decenales, especialmente en infecciones como el coronavirus donde las diferencias entre grupos de edad son especialmente importantes y se obtendrán de fuentes externas. Por tanto, el procedimiento descansa de forma crucial en medir de la manera más

precisa posible, los fallecidos hasta el momento y estimar los que se producirán en los próximos Δ días.

3. Cálculo de los fallecidos por COVID-19 en España

El procedimiento descrito en el epígrafe anterior requiere que se disponga de una medida certera del número de fallecidos por la infección para calcular el número de afectados por ella. Además, esta información debe estar desagregada en grupos de edad decenales.

Son muchos los argumentos que se han barajado para señalar que el conteo de fallecidos que refleja la estadística oficial ofrecida por el Ministerio de Sanidad se encuentra infravalorado[2]. El fundamental es que las normas establecidas por dicho organismo en relación con la notificación de fallecidos por COVID-19 no establecen la forma en que debe confirmarse que la persona fallecida padecía la infección, ni tampoco garantizan que se incluya a todos los fallecidos por ella, especialmente fuera del entorno hospitalario. Así, es bien conocido que en algunas CC.AA., y en períodos indeterminados, ante la saturación del sistema sanitario, la falta de tests y/o de capacidad de análisis de los laboratorios, incluso los pacientes que acudían a los centros hospitalarios con síntomas evidentes de esta enfermedad eran sometidos al tratamiento requerido sin que se testara su dolencia (El País, 27 de marzo de 2020). De la misma forma, muchos ciudadanos han sido seguidos telefónicamente, o no han recibido ningún tipo de asistencia. Otros, los de más edad, que se encontraban en residencias, han sido confinados y tratados en estos lugares. A muchos de ellos, que han fallecido, no se le ha realizado un test pre-mortem o post-mostem, por lo que es bastante creíble que no hayan sido incorporados a ningún conteo oficial, máxime cuando estos datos se han convertido en un arma política, especialmente a nivel nacional, pero también autonómico (Consalud.es, 2020).

La Orden SND/234/2020, de 15 de marzo, del Ministerio de Sanidad establece los requerimientos de remisión de información a dicho Ministerio por parte de las CC.AA. Las autoridades regionales enviarán el número de casos dados de alta por defunción, sin que se especifique si dicha confirmación debe realizarse mediante algún tipo de test. Parece que la forma habitual en que se ha remitido dicha información ha sido considerando únicamente los casos confirmados pre-mortem mediante test PCR, recientemente también a través de

[2] Los informes diarios de la situación de la evolución de la epidemia COVID-19 se pueden obtener en https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/situacionActual.htm

test rápidos, dado que a lo largo de este período el Ministerio de Sanidad recomendó que se suprimieran las autopsias de los individuos fallecidos sospechosos de serlo por COVID-19.

Ante la evidencia de que las CC.AA. enviaban la información con criterios diferentes, el Ministerio dictó la Orden SND/352/2020, de 16 de abril, que modifica la anterior en lo que se refiere a la diferenciación entre los casos confirmados por PCR y por test de anticuerpos, y entre pacientes sintomáticos y asintomáticos, pero corrige, sólo parcialmente, los problemas de medición de los fallecidos, al incorporar todos los que lo hagan por la enfermedad, independientemente de donde se produzca, pero sin indicar cómo ha de confirmarse si la persona fallecida padecía la infección. En este sentido, parece que algunas CC.AA. no habían remitido información sobre fallecidos fuera de sus respectivos sistemas hospitalarios (La información, 2020). Pero sigue omitiéndose referencia alguna a los fallecidos sin prueba pre-mortem que tenían sintomatología compatible con COVID-19.

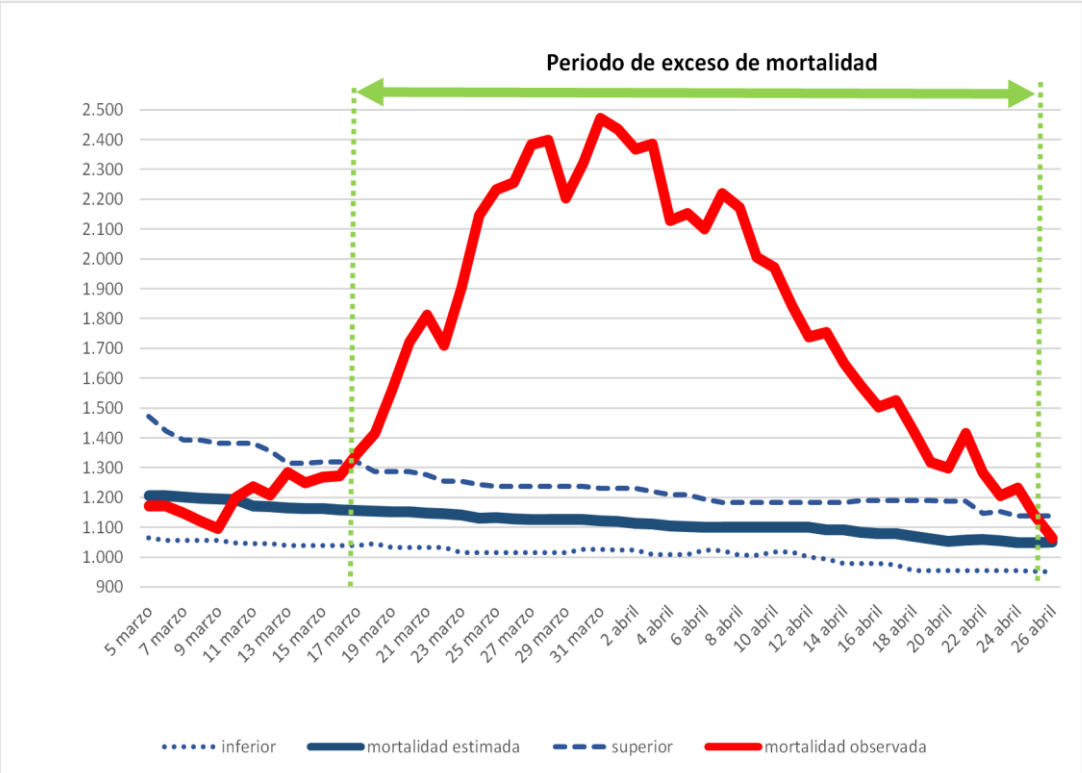
En definitiva, existe evidencia que hace pensar que el número oficial de fallecidos se encuentra infravalorado, por lo que siendo vital una contabilización más cercana a la realidad para la extrapolación que aquí se propone, la información oficial del Ministerio de Sanidad se corregirá utilizando otras fuentes que ofrecen información útil.

La propuesta básica de este trabajo es acudir a los resultados del Sistema de Monitorización de la Mortalidad Diaria (MoMo)[3] que sigue la evolución de la mortalidad por todas las causas de 3.929 Registros Civiles (todos los informatizados) y que cubren al 92% de la población española. Este sistema realiza una "estimación de la mortalidad esperada para cada día mediante modelos restrictivos de medias históricas basados en la mortalidad observada desde el 1 de enero de 2008 hasta un año previo a la fecha de análisis" (mortalidad predicha). La comparación entre la información suministrada por los Registros Civiles, considerando el día en que se produjo el fallecimiento (mortalidad observada) y la predicha por este sistema para el mismo día, permite estimar el "exceso de defunciones" en relación con una situación de normalidad, basada en la experiencia de años recientes. Este análisis estadístico lo realiza en España el Instituto de Salud Carlos III y constituye un elemento fundamental para la alerta de defunciones no esperadas y, especialmente, la identificación temprana de epidemias.

[3] Los informes MoMo y la información en tiempo real pueden obtenerse en la web del Instituto de Salud Carlos II (https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/MoMo/Paginas/MoMo.aspx)

A partir del informe MoMo del 25 de marzo de 2020 se comienza a detectar períodos con un exceso de mortalidad estadísticamente significativo, que comienzan en torno a mediados del mes de marzo (véase gráfico 1), coincidiendo con la escalada de fallecimientos por COVID-19 según el conteo oficial. Aunque la cifra de exceso de mortalidad que ofrece el sistema MoMo podría estar incorporando fallecidos por otras causas extraordinarias, esta variable puede ayudar a mejorar el conteo oficial pues en principio recogería también a fallecidos por el virus que no cumplen los criterios para ser incluidos en la información oficial.

Gráfico 1. Mortalidad predicha, observada y exceso de moralidad según el Sistema MoMo en España entre el 5 de marzo y 26 de abril de 2020.

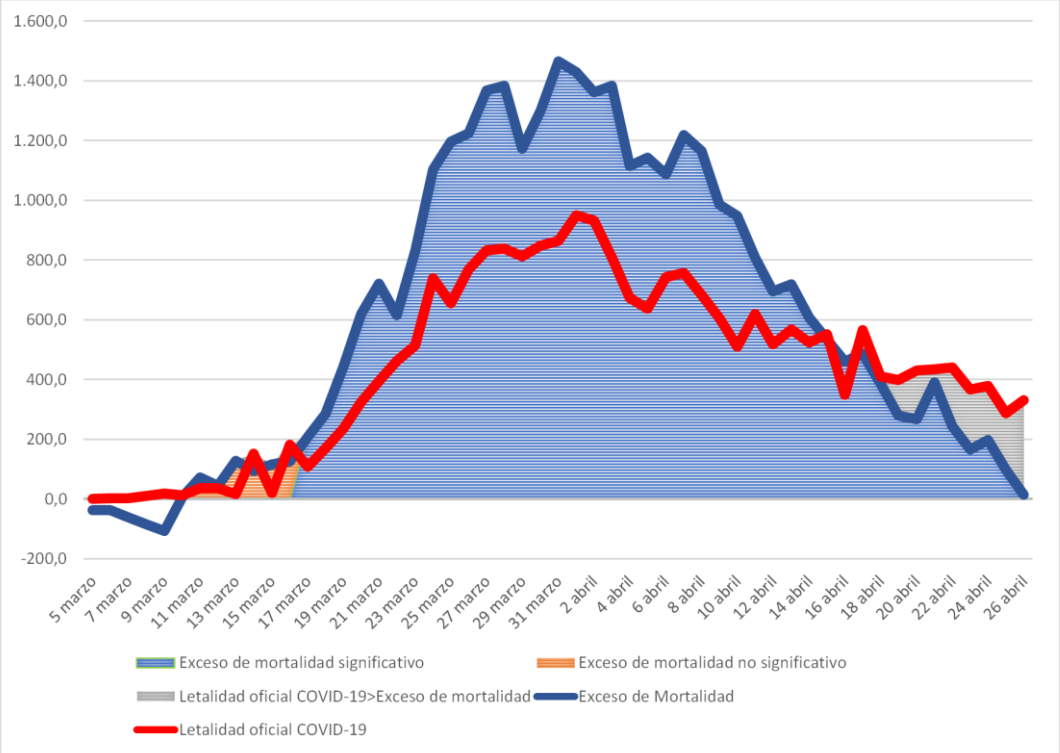


El gráfico 2 presenta la diferencia entre la mortalidad observada y predicha por MoMo (línea roja continua), junto con las cifras oficiales de fallecidos por COVID-19 (línea azul continua). El exceso de mortalidad que se ofrece en los informes del MoMo (exceso significativo) se calcula como la diferencia entre la mortalidad observada y la esperada, pero sólo para el período identificado en el gráfico anterior donde la mortalidad observada es estadísticamente distinta de la predicha (superficie azul rayada)[4]. Pero existe también una

[4] Además de la mortalidad esperada, se construye un intervalo de confianza en torno a la misma. Cuando la mortalidad observada se encuentra dentro del intervalo (esto es, cuando la diferencia entre las dos variables

zona (superficie naranja rayada) donde la diferencia entre ambas magnitudes es positiva pero no estadísticamente significativa (exceso de mortalidad no significativo) y, finalmente, un corto periodo, al final del utilizado para este análisis, donde la letalidad por COVID-19 en el conteo oficial supera el exceso de mortalidad (superficie gris rayada). Esta figura evidencia que el exceso de mortalidad que se detecta en los primeros días de la epidemia, y especialmente en la parte no significativa, está motivado casi en exclusiva por la misma. A partir del momento en que los fallecidos se disparan, es cuando dichas cifras comienzan a diferir, posiblemente no como consecuencia de que dicha mortalidad extraordinaria no sea ocasionada por el COVID-19, sino porque el sistema sanitario es incapaz de testar la presencia de la infección en los fallecidos, bien porque mueren sin un diagnóstico por test o porque no se realiza la correspondiente autopsia.

Gráfico 2. Exceso de mortalidad del Sistema MoMo y Contabilidad oficial de la letalidad por COVID-19 en España entre el 5 de marzo y el 26 de abril de 2020.



De ser cierto que dicho exceso significativo es atribuible exclusivamente al COVID-19, la cifra de muertos por esta infección ascendería a 29.538 personas frente a las 23.521 registradas oficialmente por el Ministerio de Sanidad, es decir un 25,6% más, que se eleva

no es estadísticamente significativa), el exceso de mortalidad se iguala a cero. Cuando está fuera, el exceso de mortalidad se calcula como la diferencia entre la mortalidad observada y la esperada. Es decir, la significatividad sirve para determinar si en cada fecha existe o no un exceso de mortalidad, pero la cuantía de este exceso no se reduce a la parte significativa del mismo.

hasta el 36,5% si se considera que el exceso debe corregirse al alza dado que MoMo sólo representa al 92% de la población española y la serie del Ministerio se refiere al total de fallecidos en el país (Véase el cuadro 1 donde se detallan todas las cifras). Además, MoMo también ofrece una estimación de los excesos de mortalidad para tres grandes grupos de edad: 0-64 años, 65-74 años y 75 o más años. La agregación de estos tres excesos no suma el total ofrecido para el conjunto de las edades, por lo que la diferencia se distribuye de forma proporcional a los excesos de cada grupo y se consigue de esta forma una desagregación exacta.

Cuadro 1. Estimación del número de fallecidos con COVID-19 en España hasta el 26 de abril de 2020

		Total	0-64 años	65-74 años	>74 años
Exceso de mortalidad significativo (MoMo)	(1)	29.538	1.150	3.331	24.858
Exceso de mortalidad ajustado	(2)	29.538	1.158	3.354	25.026
Exceso de mortalidad significativo proyectado a población (Estimación 1)	(3)=(2)/0,92	**32.106**	**1.258**	**3.645**	**27.203**
Exceso de mortalidad no significativo (MoMo)	(4)	554			
Exceso de mortalidad no significativo proyectado a población	(5)=(4)/0,92	602			
Letalidad COVID-19 superior a exceso de mortalidad proyectado a población	(6)	1.685			
Total de fallecidos por COVID-19 hasta la actualidad Estimación del número de fallecidos de los infectados hasta hace 23 días (Estimación 2)	(7)=(3)+(5)+(6)	**34.393**	**1.348**	**3.905**	**29.140**

Ahora bien, es posible que el número real de fallecidos por COVID-19 pudiera diferir de esta cifra, tanto al alza como a la baja, por varias razones. La principal razón que haría pensar que esta magnitud exagera dicha letalidad es que el Sistema MoMo identifica los excesos de mortalidad por todas las causas y no específicamente por COVID-19. De hecho, algunos autores (véase la entrada al Blog de "Nada es Gratis" de González y Rodríguez, 2020) cuestionan que este exceso de mortalidad pueda atribuirse exclusivamente al COVID-19 sobre la base de que, al menos a nivel nacional, han existido picos de mortalidad semejantes en el pasado. No obstante, los picos que se identifican en el pasado siempre lo han sido en los meses centrales del invierno, especialmente en enero y a causa de la gripe estacional. En la temporada 2019/2020 la gripe alcanzó su pico estacional en la

quinta semana del año, entre el 27 de enero y el 2 de febrero (SVGE, 2020), mientras que el exceso que aquí se analiza presenta el pico entre el 27 de marzo y el 2 de abril. De hecho, Salas y Prieto-Rodríguez (2020) proponen el uso cuidadoso de esta fuente para estimar la letalidad por COVID-19. La segunda razón que podría hacer pensar que el exceso de mortalidad incluye otras causas de muerte diferentes a la letalidad por COVID-19 es que esta magnitud podría reflejar las muertes indirectamente causadas por la saturación del sistema sanitario por otras patologías, pero que no fueran específicamente causadas por COVID-19 (comorbilidad asociada a esta infección) y para el cálculo que aquí se propone se requiere conocer sólo las muertes de pacientes con coronavirus.

En sentido contrario, existen al menos tres argumentos para considerar que incluso ese exceso de mortalidad infravalora la letalidad del coronavirus. El primero se centra en el hecho de que este sistema no identifica excesos de mortalidad significativos en los primeros días, entre el primer fallecido por la infección el 5 de marzo y el 16 de marzo, donde en total se contabilizaron 491 muertos. Es decir, que parece que sólo cuando la mortalidad extraordinaria es muy elevada el sistema es capaz de detectarla. Además, al final del período de análisis las cifras oficiales de fallecidos diarios por COVID-19 es superior al exceso de mortalidad estimado.

Un segundo elemento que incrementaría la mortalidad directamente relacionada con el virus, y que no quedarían reflejado en el exceso, estaría ocasionado por los fallecidos que lo hubieran hecho en este período y que han muerto con el COVID-19 pero que esta causa no ha sido la fundamental. Es decir, sería posible que un porcentaje de población previamente muy enferma, o que enferme durante este período y que hubieran muerto por causas ajenas a la infección, pudieran haberse infectado por COVID-19 y éstos sí deberían ser incorporados en la contabilización que aquí interesa.

Un tercer, y último elemento, es que el confinamiento en sus dos fases ha conllevado la reducción de la movilidad y la menor asistencia al trabajo por lo que debería haber reducido la mortalidad ordinaria originada por causas habituales como los accidentes de tráfico o los laborales. En la predicción de la mortalidad esperada también estarían incorporados estos muertos potenciales que no se habrían producido en la práctica, dado que en muchas de las actividades más peligrosas la actividad ha cesado en al menos una quincena y la movilidad se ha reducido drásticamente (Google, 2020). Del mismo modo, no se han producido los millones de desplazamientos ocasionados por la Semana Santa. Para el período aquí

analizado la mortalidad por estas dos causas hubiera ascendido como mínimo a 200 personas. Por todo lo anterior, parece que la magnitud del exceso de mortalidad significativo, identificado por el sistema MoMo, puede constituir una evaluación cierta y, posiblemente, conservadora, de la verdadera magnitud de la mortalidad causada por el COVID-19.

Ahora bien, como se ha mencionado previamente, al comienzo del período analizado y también al final de éste, se producen excesos de mortalidad que no son significativos pero que, sin embargo, deberían ser considerados porque si no se ignorarían períodos con mortalidad cierta por COVID-19. Por ello, si durante el período de análisis -mientras se producen fallecimientos por el coronavirus- se producen estos excesos de mortalidad, sean o no significativos, se considerarán como ocasionados por COVID-19. En concreto este concepto supondría incorporar 602 fallecidos a la contabilización que aquí se realiza -líneas (4) y (5) del cuadro 1-.

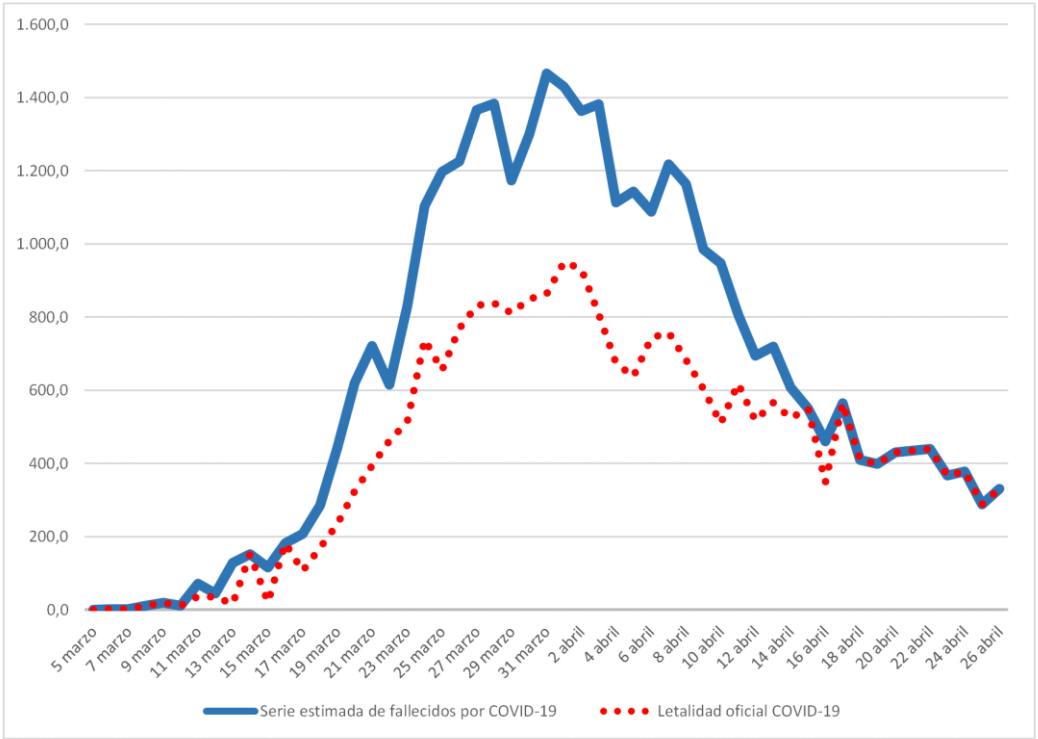
Una cuestión diferente se produce al final del período de análisis. Según se reconoce en la documentación metodológica de este sistema (Instituto de Salud Carlos III, 2020), existen retrasos en las notificaciones de información de mortalidad por parte de los Registros Civiles. Se ha podido comprobar, después del seguimiento diario de estos informes en tiempo real durante 15 días, que los datos sobre mortalidad observada pueden corregirse con un retraso de hasta 20 días[5]. Posiblemente, estos desfases en la transmisión de la información se deban a cambios en los procedimientos de comunicación o retrasos burocráticos o técnicos de distinta índole. Dado todo lo anterior, se ha optado por construir la serie corregida de fallecidos por COVID-19 incorporando a los excesos de mortalidad descritos los fallecidos por COVID-19 incluidos en el conteo oficial del Ministerio de Sanidad que superen el exceso de mortalidad en el mismo día, según lo calcula MoMo, corregida esta última cifra por la inversa de 0,92 para extrapolarlo a la población. En este caso habría que añadir a nuestra magnitud 1.685 fallecidos adicionales -línea (6) del cuadro 1-. Evidentemente, el cálculo que se propone debería revisarse de

[5] En la documentación del Sistema MoMo se reconocen retrasos importantes de 7 días, si bien indican que este desfase se produce en períodos normales de mortalidad. En Salas y Prieto-Rodríguez (2020) se cuantifica este desfase en 15 días tras observar tres días consecutivos los análisis en tiempo real. En este trabajo se ha seguido MoMo durante 15 días desde el 12 de abril al 25 de abril de 2020 y aunque se observa un desfase típico de entre 10 y 15 días, en cinco la información sobre fallecimientos observados se ha llegado a corregir con hasta 20 días de retraso, si bien con pequeñas modificaciones.

forma periódica para que dicha falta de notificación de los Registros Civiles terminara incluyéndose en esta contabilización.

La cuantía acumulada de fallecidos hasta el momento actual ascendería, con las dos correcciones anteriores, a 34.393 personas (un 46,2% superior a la cifra oficial) -línea (7) del cuadro 1- y permitiría, según la expresión [4], calcular el número de infectados hasta hace Δ días. En el gráfico 3 se presenta la evolución de la letalidad oficial recogida por el Ministerio de Sanidad y de la serie calculada en este trabajo de fallecidos por COVID-19 hasta la fecha. Puede comprobarse que la diferencia entre estas dos series sobre todo es relevante en el período central de la epidemia entre la mitad de los meses de marzo y abril de 2020, donde existen problemas en la contabilización posiblemente derivados, como se ha señalado, de la saturación del sistema sanitario.

Gráfico 3. Letalidad oficial y serie estimada de fallecidos por COVID-19 (hasta el 26 de abril de 2020)



Sin embargo, la acumulación de la esta serie de fallecidos corregido no permitiría estimar el número de infectados en el momento actual, puesto que no incluiría la letalidad de los casos de infección en curso, necesaria para la extrapolación propuesta, como se muestra en la ecuación [5]. Para ello se requiere conocer la duración del periodo que se extiende entre el contagio y el fallecimiento, que la literatura epidemiológica especializada ha estimado a

partir del tiempo que transcurre entre la infección y la presentación de síntomas (período de incubación) y entre ésta y el fallecimiento. El primero de ellos se ha cuantificado en el entorno de 5 días[6], mientras que el segundo se calcula en 18 días[7]. Por tanto, en promedio, el tiempo entre la infección y la resolución en caso de fallecimiento es de 23 días.

En consecuencia, en el momento descendente de la curva de fallecidos por COVID-19 en que nos encontramos, con un sistema sanitario menos colapsado y la reanudación de las autopsias, es esperable que ahora la contabilización oficial de los fallecidos se acerque al valor real, como parece que lo era en los primeros días de la epidemia y también desde mediados de abril, por lo que bastaría con considerar el conteo oficial de fallecidos para ese periodo futuro de 23 días. El único problema es que en este momento se desconoce, de forma cierta, cual será dicha letalidad. Por ello, se recurre a la predicción del número de fallecidos diarios por COVID-19 para los próximos 23 días realizada en Velázquez (2020)[8] que realiza proyecciones de la curva epidémica de los infectados acumulados y de las tasas de letalidad observadas a partir de los datos oficiales del Ministerio de Sanidad. Otros trabajos calculan los fallecidos suponiendo una tendencia lineal definida por el período de duplicación de los infectados en el momento del cálculo, y el mantenimiento de la tasa de letalidad aparentes (Pueyo, 2020 y Durán, 2020). Sin embargo, en el momento actual de la epidemia, estos supuestos, especialmente el primero, supondría sobrevalorar la letalidad, puesto que es previsible que los tiempos de duplicación se incrementen de forma importante en las próximas semanas. Con los datos disponibles hoy, en los próximos 23 días la citada fuente predice un total de 3.836 fallecidos -línea (1) del cuadro 2-, con un promedio de 167 fallecidos al día (la mitad de los que han fallecido diariamente los últimos cinco días). Incluyendo esta cuantía se alcanzarían los 38.229 que serían los fallecidos que deben tenerse en cuenta para obtener los infectados en el momento actual -línea (2) del cuadro 2-.

[6] En concreto, Lauer et al. (2020) estima un periodo mediano de 5,1 días, con un intervalo de confianza entre 4,8 y 5,8 días. En este estudio también obtienen que el 97,5% de los infectados que desarrollan síntomas lo harán antes de los 11,5 días.

[7] Verity et al. (2020) estima un periodo medio entre el surgimiento de síntomas y la resolución en el caso de los fallecidos de 17,8 días.

[8] En el apéndice se presenta el procedimiento que se sigue en el citado trabajo para obtener la proyección de fallecidos diarios hasta el final de la epidemia.

Cuadro 2. Resultado de la proyección del número de fallecidos con COVID-19 en España desde el 27 de abril de 2020

		Total	0-64 años	65-74 años	>74 años
Fallecidos los próximos 23 días Proyección de fallecidos de los ya infectados	(1)	3.836			
Estimación del número de fallecidos de todos los infectados hasta hoy (Estimación 3)	(2)=(7) en cuadro 2+(1)	**38.229**	**1.498**	**4.340**	**32.390**
Fallecidos adicionales hasta el final del brote epidémico	(3)	2.106			
Estimación del número total de fallecidos por el brote de COVID-19 (Estimación 4)	(4)=(2)+(3)	**40.335**	**1.581**	**4.579**	**34.175**

Considerando que la fuente utilizada para la obtención de los fallecidos en los próximos 23 días ofrece una previsión para cada día hasta el final del brote epidémico se utilizará esta fuente para obtener los infectados totales cuando el actual brote finalice, siempre que siga la senda estimada. Evidentemente, este cálculo tiene un mayor grado de incertidumbre. En total se estima el fallecimiento de 2.106 personas adicionales, alcanzado las 40.335 víctimas mortales -línea (4) del cuadro 2-

4. Desagregación de los fallecidos por grupos de edad

Para desagregar el total de fallecidos por grandes grupos de edad, se utiliza el peso que tiene cada uno de estos grupos en la información que proviene del Sistema MoMo (0-64, 65-74 y >74) y se considera que todos los colectivos poblacionales considerados anteriormente tienen la misma estructura de edad que la deducida de esta fuente.

No obstante, la desagregación de los fallecidos en grandes grupos de edad, como se presenta a lo largo del cuadro 1 y 2, no es la requerida para la extrapolación, puesto que las tasas de letalidad específicas reales están disponibles en grupos de edad decenales. En consecuencia, se debería recurrir a alguna fuente adicional que permita desagregar los fallecidos de la forma adecuada. Hasta donde tenemos conocimiento, la única fuente disponible que contiene información sobre fallecidos por COVID-19 en España por grupos de edad es la que suministra el Ministerio de Sanidad en los ya mencionados informes diarios de la situación de la evolución de la epidemia. En ellos puede encontrarse

la distribución de fallecidos en intervalos de edad decenales, pero referido únicamente a la muestra de individuos para los que se dispone del dato de edad (que representa hoy en torno al 67% de los fallecidos con coronavirus contabilizados oficialmente).

El problema que presenta esta fuente es que tiene sesgos importantes de edad. Se puede comprobar que la distribución de los fallecidos por grandes grupos de edad en MoMo y en la muestra del Ministerio de Sanidad difieren. En el exceso de mortalidad de MoMo (muestra del Ministerio de Sanidad) los fallecidos menores de 65 años representan el 3,6% (8,4%), el grupo de edad entre 65 y 74 años suponen el 11,5% (15,9%) y los que tienen 75 y más años alcanzan el 84,9% (75,7%). Es evidente que el mayor problema tiene que ver con diferencias entre ambas fuentes en el tratamiento de las personas mayores que fallecieron, principalmente en las residencias, sin la realización de los test pertinentes y, por tanto, no se han incluido en el conteo oficial. Este sesgo complica la desagregación de los fallecidos en grupos de edad decenales porque de utilizarse como referencia la información de la muestra del Ministerio de Sanidad la infravaloración de los fallecidos de mayor edad conduciría a una infravaloración de la tasa de letalidad agregada real y, por tanto, a una sobrevaloración de la población infectada.

Por ello, el procedimiento que se propone, aunque algo complejo, produce una proyección del número de infectados por grupos de edad decenales más acorde a la realidad. El cálculo va ha consistido en agregar la muestra de fallecidos por COVID-19 del Ministerio de Sanidad en grandes grupos de edad, comparar esta información con el cálculo real de fallecidos por COVID-19 que se ha descrito en el epígrafe anterior y que incorpora la estructura por edades derivada de MoMo y dividiendo el segundo entre el primero se dispondrá de coeficientes de elevación de la muestra de fallecidos del Ministerio de Sanidad a los datos de fallecidos reales. Estos coeficientes de elevación para grandes grupos de edad permiten el cálculo del mismo tipo de coeficientes, pero para los grupos decenales. De esta forma se va a poder desagregar los fallecidos estimados por COVID-19 en grupos decenales, corrigiendo el sesgo que tenía la información del Ministerio (Véase el cuadro 3 donde se presentan los resultados de dicha desagregación que se explica con detalle en el Anexo 2).

Cuadro 3. Estimación de fallecidos por COVID-19 en España por grupos de edad

	Exceso de mortalidad significativo	Fallecidos hasta hoy	Fallecidos de los infectados hasta hoy	Total de fallecidos por este brote
Total	**32.106**	**34.393**	**38.229**	**40.335**
0-9 años	2	2	2	2
10-19 años	4	4	5	5
20-29 años	22	22	25	26
30-39 años	54	55	61	64
40-49 años	170	173	192	203
50-59 años	495	503	559	590
60-69 años	1.757	1.852	2.059	2.172
70-79 años	7.696	8.315	9.243	9.752
80-89 años	14.971	16.037	17.826	18.808
>89 años	6.935	7.429	8.258	8.713

5. Principales resultados

Una vez se dispone del número de fallecidos por COVID-19 sólo se deben utilizar tasas de letalidad reales por grupos de edad para calcular el número de infectados utilizando la ecuación [5]. Existen algunas estimaciones de las tasas de letalidad de la infección por COVID-19 procedentes de análisis estadísticos paramétricos y no paramétricos que ofrecen resultados por grupos decenales de edad. Estas tasas son sustancialmente menores a las tasas de letalidad aparente calculadas directamente de los datos oficiales de fallecimientos y contagios confirmados.

En concreto, el trabajo de Verity et al. (2020) estima estas tasas de letalidad a partir de una muestra de 44.672 infectados de China por COVID-19 de los que 1.023 se resolvieron con el fallecimiento del paciente. Pues bien, aunque la tasa agregada aparente de letalidad, que se obtendría de dividir los fallecidos entre los infectados, ascendería al 2,29%, estos autores estiman una tasa de letalidad de la infección de forma agregada de 0,657% (0,389-1,33), y con grandes diferencias entre grupos de edad decenales que oscila entre el 0,00161% (0,000185-0,0249) para el grupo de 0 a 9 años al 7,8% (3,8-13,3) para los que tienen 80 o más años. De hecho, el punto de corte en la mortalidad se produce de forma clara en los sesenta años. Los menores de esa edad tienen en promedio una tasa del 0,145% (0,0883-0,317), mientras que los mayores la multiplican casi por 23 hasta alcanzar el 3,28% (1,82-6,18). Como los autores ofrecen no sólo la estimación puntual, sino su intervalo de confianza al 95%, se realizan las proyecciones del número de infectados considerando,

además del valor central, los extremos de dichos intervalos. En el cuadro 4 se presentan las tasas de letalidad reales de esta infección por grupos de edad decenales de estos autores que serán las utilizadas en los cálculos que siguen.

Cuadro 4. Tasas específicas de letalidad por decilas de edad (Verity et al. 2020)

	Inferior	Central	Superior
Total			
0-9 años	0,000185	0,001610	0,024900
10-19 años	0,00149	0,00695	0,05020
20-29 años	0,0138	0,0309	0,0923
30-39 años	0,0408	0,0844	0,1850
40-49 años	0,0764	0,1610	0,3230
50-59 años	0,344	0,595	1,280
60-69 años	1,11	1,93	3,89
70-79 años	2,45	4,28	8,44
80-89 años	3,8	7,8	13,3
>89 años	3,8	7,8	13,3

Dividiendo las cifras de fallecidos por grupos de edad entre sus respectivas tasas de letalidad reales tomadas, como ya se dijo, de Verity et al. (2020), se llega a una estimación del nivel de infectados por COVID-19. Se ofrecen en el cuadro 5 y 6 los cálculos del número de infectados considerando las estimaciones del número de fallecidos a distintas fechas realizadas en el epígrafe anterior y también los tres valores para las tasas de letalidad reales.

En la primera columna de dichas tablas se presentan los resultados obtenidos para el número de infectados a partir del uso del exceso de mortalidad obtenido de Momo. La segunda columna estima los infectados a partir de la acumulación de la serie corregida de fallecidos por COVID-19 que realizamos y se debería interpretar como el número de ellos hace 23 días. Si se quisiera conocer el grado de infección de hoy, se debería considerar la tercera columna que incorpora a los anteriores, el cómputo de fallecidos que perderán la vida por esta causa en los próximos 23 días. En este caso, la infección alcanzaría a 1,23 millones de españoles (0,54-3,52) suponiendo el 2,6% de la población (1,2%-7,5%). Si se quisiera evaluar, evidentemente con un mayor grado de incertidumbre, el total de infectados que tendremos al final de este brote, siempre y cuando se mantenga la senda de evolución de la enfermedad que depende, de forma crucial, de la intensidad y duración del

confinamiento, nuestra previsión es que terminarán infectados a 1,30 millones de españoles (0,57-3,71) ascendiendo al 2,8% del total de la población (1,2%-7,9%).

Cuadro 5. Estimación del número de personas infectadas por COVID-19 en España

	Estimación realiza a partir de			
	Exceso de mortalidad significativo	Total de fallecidos hasta hoy	Fallecidos de los infectados hoy	Total de fallecidos de este brote
Total de infectados por COVID-19 en España (estimados con el valor inferior de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**3.056.606**	**3.164.433**	**3.517.374**	**3.711.142**
0-9 años	1.081.081	1.098.796	1.221.349	1.288.632
10-19 años	268.456	272.855	303.288	319.996
20-29 años	159.420	162.033	180.105	190.026
30-39 años	132.353	134.522	149.525	157.763
40-49 años	222.513	226.159	251.384	265.232
50-59 años	143.895	146.253	162.565	171.521
60-69 años	158.275	166.883	185.496	195.715
70-79 años	314.138	339.394	377.248	398.030
80-89 años	393.970	422.033	469.103	494.946
>89 años	182.504	195.504	217.309	229.281
Total de infectados por COVID-19 en España (estimados con el central inferior de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**1.057.436**	**1.105.137**	**1.228.397**	**1.296.068**
0-9 años	124.224	126.259	140.341	148.073
10-19 años	57.554	58.497	65.021	68.603
20-29 años	71.197	72.364	80.435	84.866
30-39 años	63.981	65.029	72.282	76.264
40-49 años	105.590	107.320	119.290	125.862
50-59 años	83.193	84.557	93.987	99.165
60-69 años	91.028	95.980	106.684	112.562
70-79 años	179.822	194.279	215.948	227.844
80-89 años	191.934	205.606	228.538	241.127
>89 años	88.912	95.246	105.869	111.701
Total de infectados por COVID-19 en España (estimados con el valor superior de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**461.388**	**485.535**	**539.689**	**569.419**
0-9 años	8.032	8.164	9.074	9.574
10-19 años	7.968	8.099	9.002	9.498
20-29 años	23.835	24.226	26.928	28.411
30-39 años	29.189	29.667	32.976	34.793
40-49 años	52.632	53.494	59.460	62.736
50-59 años	38.672	39.306	43.689	46.096
60-69 años	45.163	47.620	52.931	55.847
70-79 años	91.189	98.521	109.509	115.542
80-89 años	112.563	120.581	134.030	141.413
>89 años	52.144	55.858	62.088	65.509

Cuadro 6. Indicadores agregados de letalidad e intensidad relativa de la infección por COVID-19 en España (*)

	Estimación realiza a partir de			
	Exceso de mortalidad significativo	Total de fallecidos hasta hoy	Fallecidos de los infectados hoy	Total de fallecidos de este brote
Tasas de letalidad agregada (valor superior)	6,96	7,08	7,08	7,08
Tasas de letalidad agregada (valor central)	3,04	3,11	3,11	3,11
Tasas de letalidad (valor inferior)	1,05	1,09	1,09	1,09
% Población infectada por COVID-19 en España (estimados con el valor inferior de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**6,49**	**6,72**	**7,47**	**7,88**
0-9 años	24,73	25,14	27,94	29,48
10-19 años	5,50	5,59	6,21	6,55
20-29 años	3,29	3,34	3,72	3,92
30-39 años	2,15	2,18	2,42	2,56
40-49 años	2,85	2,89	3,22	3,39
50-59 años	2,06	2,10	2,33	2,46
60-69 años	3,00	3,16	3,51	3,71
70-79 años	8,05	8,70	9,67	10,20
80-89 años	17,06	18,27	20,31	21,43
>89 años	33,10	35,45	39,41	41,58
% Población infectada por COVID-19 en España (estimados con el valor central de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**2,25**	**2,35**	**2,61**	**2,75**
0-9 años	2,84	2,89	3,21	3,39
10-19 años	1,18	1,20	1,33	1,40
20-29 años	1,47	1,49	1,66	1,75
30-39 años	1,04	1,05	1,17	1,24
40-49 años	1,35	1,37	1,53	1,61
50-59 años	1,19	1,21	1,35	1,42
60-69 años	1,72	1,82	2,02	2,13
70-79 años	4,61	4,98	5,54	5,84
80-89 años	8,31	8,90	9,90	10,44
>89 años	16,12	17,27	19,20	20,26
% Población infectada por COVID-19 en España (estimados con el valor superior de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad)				
Total	**0,98**	**1,03**	**1,15**	**1,21**
0-9 años	0,18	0,19	0,21	0,22
10-19 años	0,16	0,17	0,18	0,19
20-29 años	0,49	0,50	0,56	0,59
30-39 años	0,47	0,48	0,53	0,56
40-49 años	0,67	0,68	0,76	0,80
50-59 años	0,55	0,56	0,63	0,66
60-69 años	0,86	0,90	1,00	1,06
70-79 años	2,34	2,53	2,81	2,96
80-89 años	4,87	5,22	5,80	6,12
>89 años	9,46	10,13	11,26	11,88

(*) Se utiliza la población agregada de España o por grupo de edad decenal a 1 de julio de 2019 según el INE

La intensidad de la infección tiene un marcado patrón por edad al incrementarse notablemente en los grupos de mayor edad. Así para el grupo 70 a 79 años se estima hoy un grado de infección del 5,5% (2,8%-9,7%), cifras que se elevan hasta el 9,9% (5,8%-20,3%) y 19,2% (11,3%-39,4%) para las decilas de 80 a 89 y la final de personas de 90 o más edad. En consecuencia, estas cifras estarían evidenciando la fuerte incidencia de esta pandemia en los grupos de mayor edad. En este sentido, el informe de Comas-Herrera et al. (2020) que analizan seis regiones españolas, pone de manifiesto que sólo el número de infectados en el conjunto de centros de mayores suponían entre el 20% del total de muertes por COVID en Cataluña y el 70% en Madrid y Castilla y León. Los nuevos requerimientos de información a las CC.AA. por parte del Ministerio de Sanidad les ha obligado a remitir la letalidad por COVID en las residencias de mayores. Dicha información no se ha publicado oficialmente, si bien algunos medios, recopilando la suministrada por todos los gobiernos regionales afirman que hoy podrían alcanzar los 15.000 fallecidos (RTVE, 2020). La muestra de infectados y fallecidos del Ministerio de Sanidad, a pesar del sesgo de edad comentado, cuantifica que el 53% de los infectados son mayores de 60 años, porcentaje que asciende al 95% en el caso de los fallecidos.

Esta gran incidencia del coronavirus en las personas mayores -que también son las que presentan una mayor letalidad en esta enfermedad- y que se reproduce en los países latinos frente a los del centro y norte de Europa, podría estar ocasionada en primer término por la fuerte interrelación social y familiar de las personas de mayor edad en la Europa latina (Mossong et al. 2008), pero también a la existencia de distintos modelos de gestión de la dependencia derivada de la edad (Dyer, 2019). Sin que todavía se haya establecido ningún tipo de correlación entre ambos, es cierto que los países que basan el cuidado de mayores más en centros asistenciales que en el fomento de su autonomía personal han sufrido una mayor incidencia del coronavirus en este colectivo.

Finalmente, conviene señalar que las tasas de letalidad utilizadas, que se han tomado del estudio de Verity et al. (2020) y que se calcularon a partir de una muestra amplia de infectados de China, ofrecían en dicho país una tasa agregada del 0,66% (0,39-1,33). Pero dicha tasa depende, entre otros, de dos factores. El primero es la estructura por edades de la población y, el segundo, es la intensidad de la infección en cada grupo de edad. Estas consideraciones son importantes porque, a pesar de que pudiera estarse produciendo un grado de mortalidad semejante entre países dentro de cada grupo de edad, ambos efectos de composición llevarían a una tasa de letalidad global distinta. Un ejemplo es la estimación

que aquí se realiza en comparación con la obtenida en el trabajo de referencia. Utilizando las mismas tasas de letalidad centrales obtenidas de dicho trabajo, la tasa de letalidad agregada para España se eleva al 3,11% (es decir la tasa de letalidad global se multiplica por 4,7 respecto de la de referencia). El uso de los valores inferiores de los intervalos de confianza de las tasas de letalidad la rebajaría al 1,09% (1,7 veces la central y 2,8 veces la inferior de referencia). Si se utilizaran los extremos superiores de dichos intervalos la elevaría al 7,08% (10,7 veces la central y 5,3 veces la superior de referencia).

6. Consideraciones finales

Este trabajo, realizado de manera urgente y tratando de responder a la necesidad de disponer de una cuantificación realista de la población infectada por COVID-19 en España, propone un procedimiento sencillo de aproximación a dicha magnitud utilizando distintas piezas de información que hasta ahora no se había unido.

El procedimiento propuesto evalúa el número de infectados a partir de los fallecidos por COVID-19 a los que se aplica la inversa de la tasa de letalidad real por grupos decenales de edad. En consecuencia, el mayor esfuerzo reside en evaluar, de forma correcta, los fallecidos por COVID-19, dado que las tasas de letalidad se obtienen de la literatura epidemiológica. Para ello, se utilizan tres fuentes para calcular la magnitud de esta letalidad: los excesos de mortalidad de MoMo, la contabilidad oficial de letalidad por COVID-19 y las predicciones de letalidad realizadas en los informes inCOVID-19; y una última fuente que aporta el desglose por edades de los fallecidos por coronavirus del Ministerio de Sanidad.

En todo caso parece que, a pesar de las cifras que se han venido barajando, el porcentaje de población infectada por COVID-19 en caso de que la infección continúe por la senda descrita en los últimos días, no excederá, en ningún caso, del 8% y esta cifra se alcanzaría utilizando tasas de letalidad especialmente bajas. El escenario central, al que se da la mayor credibilidad, cuantificaría el número de infectados hoy (26 de abril de 2020) en el 2,6% de la población y alcanzaría el 2,8% al final de este brote epidémico. Estas cifras podrían ser muy superiores en los colectivos de mayor edad que son los que presentan una mayor letalidad, pudiendo suponer el 9,9% y 19,2% de las personas de 80 a 89 años y de 90 y más años, respectivamente.

Bibliografía

BIOCOMSC. Computational Biology and Complex Systems (2020): Daily report, COVID actual, 26 de abril de 2020.
https://biocomsc.upc.edu/en/shared/20200426_report_web_41.pdf

Coenen, W. y Medina, A. (2020): "Modelado de la epidemia de coronavirus", UC3M Fluid Mechanics, 2 de abril de 2020.
http://fluidosuc3m.es/people/wcoenen/corona/

Comas-Herrera, A. et al. (2020): "Mortality associated with COVID-19 outbreaks in care homes: early international Evidence", International Long Term Care Policy Network, 26 de abril de 2020.
https://ltccovid.org/wp-content/uploads/2020/04/Mortality-associated-with-COVID-26-April-2.pdf

Consalud.es (2020): "Coronavirus y fallecidos: la polémica de los distintos sistemas de contabilización entre países", 1 de abril de 2020.
https://www.consalud.es/pacientes/especial-coronavirus/coronavirus-fallecidos-polemica-distintos-sistemas-contabilizacion-paises_76879_102.html

Dyer SM, et al. (2019). Review of Innovative Models of Aged Care. Flinders University, Adelaide, Australia.
https://agedcare.royalcommission.gov.au/publications/Documents/research-paper-3-review-innovative-models-of-aged-care.pdf

Durán, A.J. (2020): "¿Cómo estimar el número de infectados reales por COVID-19? Los casos de Andalucía e Italia", Blog del Instituto de Matemáticas de la Universidad de Sevilla, Emergencia COVID-19, 23 de marzo de 2020.
https://institucional.us.es/blogimus/2020/03/como-estimar-el-numero-de-infectados-reales-por-covid-19-el-caso-de-andalucia-e-italia/

El Español (30 de marzo de 2020): "En España hay entre 750.000 y 950.000 contagiados según sus síntomas".
https://www.elespanol.com/espana/20200330/espana-contagiados-propios-sintomas/478452537_0.html

El País (27 de marzo de 2020): "El nuevo criterio de Madrid para detectar positivos de coronavirus altera la estadística nacional".
https://elpais.com/espana/madrid/2020-03-26/el-nuevo-criterio-de-madrid-para-detectar-positivos-de-coronavirus-trampea-la-estadistica-nacional.html

Fernández-Fontelo, A. et al. (2016): "Under-reported data analysis with INAR-hidden Markow chains", *Statistics in Medicine*, 35(26), 4875-4890.

Fernández-Fontelo, A. et al. (2020): "Quantifying the non-reported new daily cases of COVID-2019 by región in Spain at a real time", UAB, mimeo.
https://github.com/underreported/COVID19_UR/blob/master/daily-reports/covid-19-daily-21-03-2020.pdf

Flaxman, S. et al. (2020): "Report 13: Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in 11 European countries", Imperial College COVID-19 Response Team, 30 march 2020.
https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-Europe-estimates-and-NPI-impact-30-03-2020.pdf

González, L. y Rodríguez, A. (2020): "La mortalidad por COVID-19 en perspectiva histórica", Nada es Gratis, 15 de abril de 2020.
https://nadaesgratis.es/admin/la-mortalidad-por-covid-19-en-perspectiva-historica

Google (2020): COVID-19 Community Mobility Report, 29 de marzo de 2020.
https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2020-03-29_ES_Mobility_Report_en.pdf

Instituto de Salud Carlos III (2020) "Noticia: Hoy comienza el estudio de seroprevalencia para estimar el porcentaje de la población que ha desarrollado anticuerpos frente al nuevo coronavirus", 27 de abril de 2020.
https://www.isciii.es/Noticias/Noticias/Paginas/Noticias/ComienzoENECOVIDEstudioSeroprevalencia.aspx

La Información (2020): "Sanidad ya contabiliza los muertos bajo sospecha de COVID… pero no los difunde", 9 de abril de 2020.
https://www.lainformacion.com/asuntos-sociales/coronavirus-sanidad-muertos-sintomas-residencias-ancianos-datos-oficiales/6558051/

Lauer, S.A. et al. (2020): "The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application", *Annals of Internal Medicine*, doi: 10.7326/M20-0504.
https://annals.org/aim/fullarticle/2762808/incubation-period-coronavirus-disease-2019-covid-19-from-publicly-reported

Limia, A. et al. (2019): "Metodología del 2º estudio de seroprevalencia en España", *Revista Española de Salud Pública*, 93, 22 de abril, e201904021.
https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL93/C_ESPECIALES/RS93C_201904021.pdf

Mossong, J. (2008): "Social contacts and mixing patterns relevant to the spred of infectious diseases", PLoS Medicine, 5(3), e74.
https://journals.plos.org/plosmedicine/article/file?id=10.1371/journal.pmed.0050074&type=printable

Orden SND/234/2020, de 15 de marzo, sobre adopción de disposiciones y medidas de contención y remisión de información al Ministerio de Sanidad ante la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19.
https://www.boe.es/boe/dias/2020/03/15/pdfs/BOE-A-2020-3702.pdf

Orden SND/352/2020, de 16 de abril, por la que se modifica la Orden SND/234/2020, de 15 de marzo, sobre adopción de disposiciones y medidas de contención y remisión de información al Ministerio de Sanidad ante la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19.

Pueyo, T. (2020): "Coronavirus: Why you must act now. Politicians, Community Leaders and Business Leaders: What should you do and when?", Medium, Coronavirus, 10 de marzo de 2020.
https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-act-today-or-people-will-die-f4d3d9cd99ca

RTVE (2020): "Radiografía del coronavirus en residencias de ancianos: más de 15.000 fallecidos a falta de test generalizados", 27 de abril de 2020.
https://www.rtve.es/noticias/20200427/radiografia-del-coronavirus-residencias-ancianos-espana/2011609.shtml

Salas, R. y Pietro-Rodríguez, J. (2020): "Diferencias entre el exceso de mortalidad en España debido al COVID-19 y datos oficiales", Nada es gratis, 24 de abril de 2020.
https://nadaesgratis.es/admin/diferencias-entre-el-exceso-de-mortalidad-en-espana-debido-al-covid-19-y-los-datos-oficiales

Sistema de Vigilancia de la Gripe en España (2020): Informe Semanal, semana 5/2020. Instituto de Salud Carlos III.
http://vgripe.isciii.es/documentos/20192020/boletines/grn052020.pdf

Thomas, C. (2013): "Models os special accomodation for older people across Europe",

Velázquez, F.J. (2020): Informes COVID-19 https://fcjvelaz.wixsite.com/velazquez/incovid-19

Verity, R. et al. (2020): "Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: a model-based analysis", *The Lancet, Infecious Diseases*, PIIS1473-3099(20)30243-7.
https://www.thelancet.com/pdfs/journals/laninf/PIIS1473-3099(20)30243-7.pdf

Anexo 1: Procedimiento utilizado en los informes inCOVID-19 para obtener una proyección diaria del número de fallecidos futuros hasta el final de la epidemia del coronavirus en España.

La predicción del número de fallecidos cada día en España por COVID-19 hasta el final del brote epidémico se realiza siguiendo el siguiente procedimiento:

a) Se estima la curva que sigue la serie de infectados acumulados cada día y se proyecta hasta el final del año, encontrando una fecha a partir de la cual se llega a un máximo que sería el fin "teórico" de la epidemia, si siguiera la senda estimada.
b) Se estima y proyecta la tasa de letalidad observada por COVID-19, también para cada día hasta el final de la epidemia y con un procedimiento semejante al anterior.
c) Se calcula la serie de fallecidos acumulados multiplicando las dos series anteriores. Por diferencia entre el valor en un día y el anterior se obtiene el número de fallecidos cada día hasta el final de la epidemia.

a) La estimación de la curva que sigue la serie de infectados acumulados con datos diarios se estima siguiendo la expresión

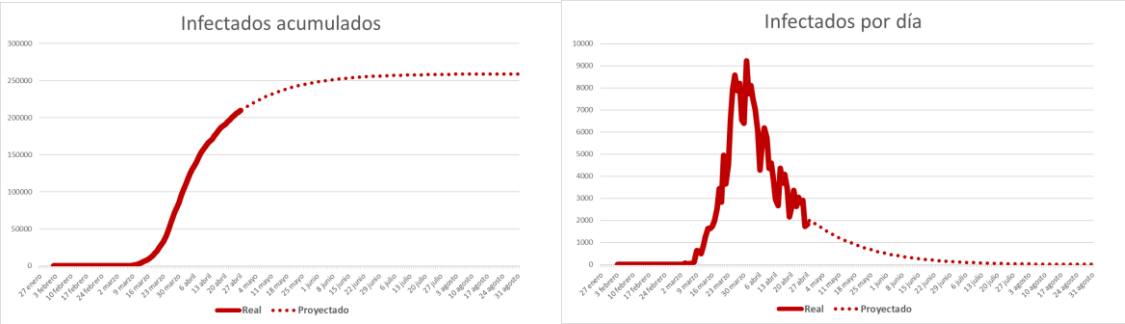
$$lnI_t - lnI_{t-1} = \alpha + \beta lnI_{t-1} \qquad [A.1]$$

Donde I_t se refiere al número de infectados acumulados en el día t. Una vez se obtiene una predicción para los parámetros α y β es posible obtener, a partir del valor real del último día disponible, la serie diaria proyectada para el número de infectados, simplemente aplicando, de forma iterativa, la expresión deducida de [A.1] para el valor del día siguiente,

$$I_{t+1} = e^{\alpha+(1+\beta)lnI_t} \qquad [A.2.]$$

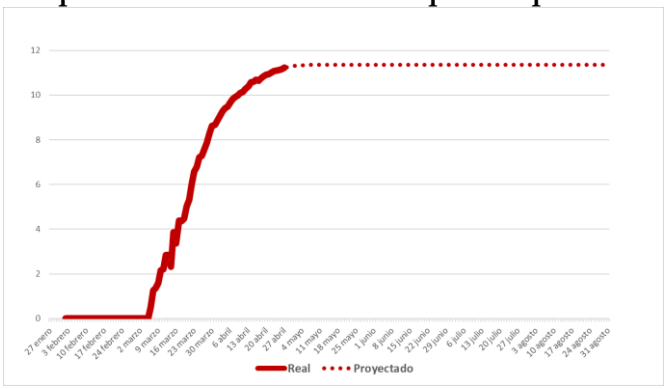
La estimación de [A.1] se realiza por Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre las medias móviles de orden tres de los datos diarios de infectados acumulados, solventando así los saltos que se producen en los datos, especialmente los fines de semana por problemas de notificación. La predicción de [A.1] para los tres últimos días para los que se dispone de información cierta, permite calcular un coeficiente de ajuste entre los valores predichos y los datos reales. Dicho coeficiente de ajuste se aplica a toda la serie. De esta forma se consigue que la serie predicha "conecte" con la real, pues podría suceder que en los últimos días se produjera un alejamiento entre la trayectoria real seguida por el número de infectados y la predicha. En el grafico A.1 (izquierda) se presentan tanto la trayectoria real seguida por la curva de infectados acumulados por COVID-19 para cada día hasta el 26 de abril de 2020 como la estimada hasta el 31 de agosto de 2020. Con esta procedimiento y utilizando los datos sobre infectados que proporciona el Ministerio de Sanidad el total de infectados ascendería al final de la epidemia a 259.287. La infección estaría activa de forma significativa (más de 10 casos) hasta el 25 de agosto de 2020 y se estima el último infectado el 28 de noviembre de 2020. En el mismo gráfico (derecha) se puede ver la curva epidémica real (hasta el 26 de abril de 2020) y estimada hasta el 31 de agosto de 2020.

Gráfico A.1. Curva epidémica del brote de COVID-19 real y estimada para España



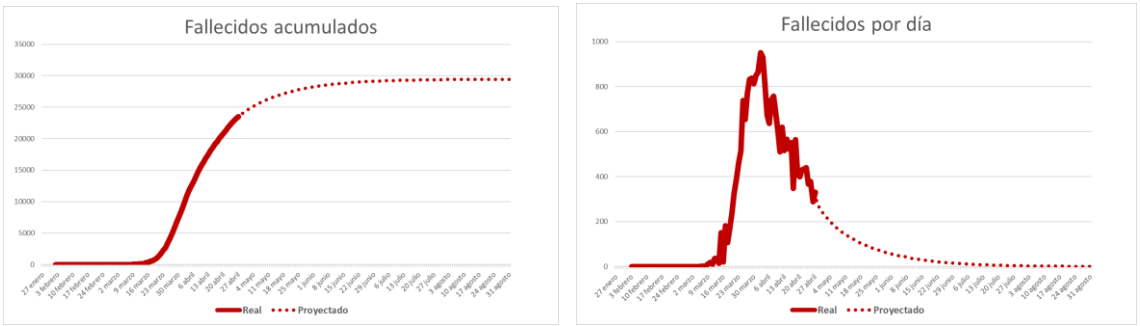
b) La predicción de las tasas de letalidad observadas se realiza de igual forma que la serie de número acumulado de infectados. Se obtiene una estimación de la tasas de letalidad observada diaria hasta la finalización de la epidemia. En el gráfico A.2. se presenta el resultado de la evolución real (hasta el 26 de abril de 2020) y proyectada de la tasa de letalidad observada para el brote de COVID-19.

Gráfico A.2. Tasa de letalidad observada real y proyectada para el brote de COVID-19 para España



c) La serie de fallecidos se obtiene multiplicando, para cada día, la proyección del número de infectados y de la tasa de letalidad anteriores. Los resultados para la curva real (hasta el 26 de abril de 2020) y proyectada de fallecidos acumulados y los que se producen cada día se presenta en el gráfico A.3.

Gráfico A.3. Curva de fallecidos por el brote de COVID-19 real y estimada para España



Anexo 2. Procedimiento de desagregación del número estimado de fallecidos por COVID-19 en grupos de edad decenales.

Para desagregar el total de fallecidos estimados en este trabajo por grandes grupos de edad, inicialmente se utiliza el peso que tiene cada uno de estos grupos en la información que proviene del Sistema MoMo (0-64, 65-74 y >74) y se considera que todos los colectivos poblacionales considerados anteriormente tienen la misma estructura de edad que la deducida de esta fuente (panel a del cuadro A.1).

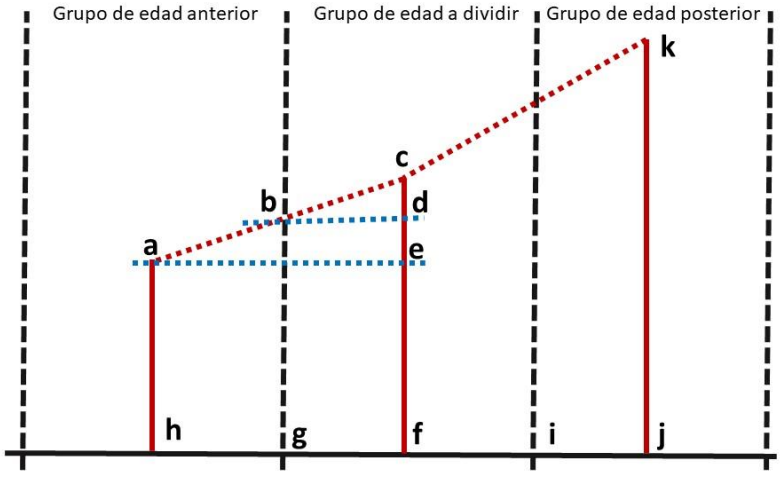
No obstante, la desagregación de los fallecidos en grandes grupos de edad no es la requerida para la extrapolación, puesto que las tasas de letalidad específicas reales están disponibles en grupos de edad decenales. Por ello se utiliza la muestra que el Ministerio de Sanidad incluye en los informes diarios de la situación de la evolución de la epidemia COVID-19. En ellos puede encontrarse la distribución de fallecidos en intervalos de edad decenales, pero referido únicamente a la muestra de individuos para los que se dispone del dato de edad, en torno al 67% de los fallecidos con coronavirus contabilizados oficialmente (panel b.1 del cuadro A.1).

El problema que presenta esta última fuente es que tiene sesgos importantes de edad infravalorando a los colectivos de mayores. Por ello, el procedimiento que se propone, aunque algo complejo, produce una proyección del número de infectados por grupos de edad decenales más acorde a la realidad. El cálculo ha consistido en agregar la muestra de fallecidos por COVID-19 del Ministerio de Sanidad en grandes grupos de edad, comparar esta información con el cálculo real de fallecidos por COVID-19 que se ha obtenido en este trabajo y que incorpora la estructura por edades derivada de MoMo y dividiendo el segundo entre el primero se dispondrá de coeficientes de elevación de la muestra de fallecidos del Ministerio de Sanidad a los datos de fallecidos reales. Estos coeficientes de elevación para grandes grupos de edad permiten el cálculo del mismo tipo de coeficientes, pero para los grupos decenales. De esta forma se va a poder desagregar los fallecidos estimados por COVID-19 en grupos decenales, corrigiendo el sesgo que tenía la información del Ministerio.

Para agregar la información de la muestra del Ministerio de Sanidad en grandes grupos de edad se presenta el problema de separar los grupos de edad de 60-69 años y 70-79 años en grupos quinquenales que nos permita recomponer, agregando al resto de decilas de edad, los grandes grupos de edad 0-64, 65-74 y >74. Para realizar esta desagregación y

suponiendo que a mayor edad se produce una mayor mortalidad -incluso dentro de cada grupo decenal-, se procede de la forma que se explica en el gráfico A.4. Así, suponiendo que el grupo decenal de edad central es aquel que se quiere dividir en dos grupos quinquenales, el objetivo sería calcular cuántos fallecidos se producen en el primer grupo quinquenal, el que va desde g a f, y en el segundo de f a i. Para ello basta con saber sólo uno de ellos y, por diferencia con el total del grupo de edad decenal, se obtendría el del otro grupo quinquenal.

Gráfico A.4. Procedimiento de desagregación de los fallecidos a grupos de edad quinquenales



En este caso la explicación se va a centrar en encontrar los fallecidos pertenecientes al primero de los grupos quinquenales (gf). Para ello, se realizan el supuesto de que existe una evolución de la letalidad uniforme lineal entre la edad central de un grupo de edad decenal y el siguiente. En el gráfico A.4 implicaría que hay una distribución uniforme lineal de los fallecidos entre la cohorte de edad h y la de edad f, representada aquí por la línea ac. Si ello fuera así, el número de fallecidos en el grupo quinquenal gf sería igual a calcular la superficie de la figura gfcb, que puede descomponerse en la suma del rectángulo gfdb y del triángulo bdc.

El rectángulo tiene una base (gf) cuyo valor es 5 (grupo quinquenal de población) y la altura fd es, a su vez, la suma del segmento fe y ed. La distancia fe es igual al valor del número de fallecidos en la edad central del tramo anterior (ha) y se calcula como el total de fallecidos en el grupo de edad decenal anterior dividido entre 10. Es decir, dicha distancia sería el

número medio de fallecidos en cada una de las cohortes de población del intervalo de edad decenal anterior. Por su parte, la distancia ed se calcula como la mitad de la diferencia entre los segmentos fc y ha, es decir, entre los promedios de fallecidos para cada cohorte del grupo de edad a dividir y el de la anterior. La diferencia sería ec, pero dado que hay una evolución monótona lineal y que la distancia hg es igual a gf, entonces la distancia ed es la mitad de ec. La superficie del triángulo tampoco es compleja de cálculo, ya que sería la mitad del producto entre la distancia gf (que era 5 al ser un grupo de edad quinquenal) y la altura dc que es igual a ed y que no es más que la mitad de la diferencia entre ha y fc como se discutió previamente.

Con ello, es posible obtener una división teórica, en grupos quinquenales, de los grupos de edad decenales. Como la suma del desglose por grandes grupos de edad de la población fallecida de esta muestra es inferior a la obtenida del sistema MoMo y del resto de colectivos adicionales de población con que se trabaja, al construir los grandes grupos de población a partir de los grupos decenales y quinquenales de edad se impone una restricción a este último y es que si la suma de las grupos decenales y quinquenal correspondiente excede a la de la magnitud de los fallecidos reales por grandes grupos de edad, entonces esa diferencia se deduce del primer grupo quinquenal y se traspasa al segundo, dentro del mimo intervalo de edad decenal. En concreto, para construir el número de fallecidos en la muestra del Ministerio de Sanidad de 0 a 64 años se agregan los decilas de edad de 0 a 9, 10 a 19, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59 y el grupo quinquenal de 60 a 64 años. Si la suma de todos ellos fuera superior a la población fallecida real en el gran grupo 0 a 64 años, ese exceso se detrae del grupo quinquenal de 60 a 64 y se agrega al de 65 a 69 en la muestra del Ministerio. Los resultados de esta desagregación pueden encontrarse en el panel b.2. del cuadro A.1. Una vez corregida la desagregación es sencillo obtener los fallecidos en grandes grupos de edad según la muestra del Ministerio (panel b.3. del cuadro A.1).

A continuación, se calculan los coeficientes de expansión de los fallecidos de la muestra del Ministerio de Sanidad a los fallecidos reales calculados para los grandes grupos de edad, simplemente dividiendo los segundos entre los primeros (panel c.1. del cuadro A.1). A partir de estos coeficientes se pueden asignar los correspondientes a cada grupo decenal en función del gran grupo de edad donde se anide o de forma proporcional si se incluyen en dos grandes grupos. Es decir, a los intervalos de edad de 0 a 9, 10 a 19, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49 y 50 a 59 años se les asigna el coeficiente calculado para el gran grupo de edad de 0 a

64 años. De igual forma, para los grupos de 80 a 89 y de 90 años o mayores, se les asigna el del gran grupo de 75 y más años. El coeficiente de expansión del grupo de edad de 60 a 69 (70 a 79) se construye como media ponderada de los que poseen los grandes grupos de 0 a 64 y de 65 a 74 años (65 a 74 y 75 años y más), utilizando como ponderación los fallecidos estimados en los grupos quinquenales que los conforman (panel c.2. del cuadro A.1).

Finalmente, aplicando estos coeficientes de expansión a los fallecimientos por grupos de edad decenales de la muestra del Ministerio de Sanidad es posible obtener la distribución de todos los fallecidos reales distribuidos en intervalos de edad decenales, como se quería (panel d del cuadro A.1.). Además, esta información sería compatible con la desagregación en grandes grupos de edad calculados al principio y que incorpora la estructura de MoMo. En consecuencia, la nueva distribución por decilas de edad de la población representa de forma fiel la mortalidad por COVID-19, por un lado, y no tiene el sesgo de edad que tenía la muestra del Ministerio, bajo el supuesto que la distribución real por edades de la población fallecida por coronavirus está bien representada por la que ofrece el Sistema MoMo.

Cuadro A.1. Estimación de los fallecidos por COVID-19 en España por grupos decenales de edad

		Estimación Fallecidos 1	Estimación Fallecidos 2	Estimación Fallecidos 3	Estimación Fallecidos 4
a) Letalidad por COVID-19 estimada por grandes grupos de edad					
Total		**31.829**	**34.056**	**38.384**	**40.878**
0-64 años		1.226	1.312	1.479	1.575
65-74 años		3.603	3.856	4.346	4.628
>74 años		26.999	28.888	32.559	34.675
b) Distribución por edades de la muestra de fallecidos por COVID-19 del Ministerio de Sanidad					
b.1) Grupos de edad decenales					
Total	**14667**				
0-9 años	2				
10-19 años	4				
20-29 años	28				
30-39 años	54				
40-49 años	155				
50-59 años	455				
60-69 años	1288				
70-79 años	3763				
80-89 años	6151				
>89 años	2767				
b.2) Cálculo de los fallecidos para algunos grupos quinquenales					
60-64 años (estimación)	540	528	540	540	540
65-69 años (estimación)	748	760	748	748	748
70-74 años (estimación)	1572	1.572	1.572	1.572	1.572
75-79 años (estimación)	2191	2.191	2.191	2.191	2.191
b.3) Grandes grupos de edad					
0-64 años (estimación)	1238	1.226	1.238	1.238	1.238
65-74 años (estimación)	2320	2.332	2.320	2.320	2.320
>74 años (estimación)	11109	11.109	11.109	11.109	11.109
c) Coeficientes de expansión de la muestra de fallecidos del M. Sanidad a la Letalidad estimada por COVID-19					
c.1) Grandes grupos de edad					
0-64 años		1,00	1,06	1,19	1,27
65-74 años		1,55	1,66	1,87	1,99
>74 años		2,43	2,60	2,93	3,12
c.2) Grupos de edad decenales					
0-9 años		1,00	1,06	1,19	1,27
10-19 años		1,00	1,06	1,19	1,27
20-29 años		1,00	1,06	1,19	1,27
30-39 años		1,00	1,06	1,19	1,27
40-49 años		1,00	1,06	1,19	1,27
50-59 años		1,00	1,06	1,19	1,27
60-69 años		1,32	1,41	1,59	1,69
70-79 años		2,06	2,21	2,49	2,65
80-89 años		2,43	2,60	2,93	3,12
>89 años		2,43	2,60	2,93	3,12
d) Letalidad estimada por COVID-19 por grupos de edad decenale					
Total		**31.829**	**34.056**	**38.384**	**40.878**
0-9 años		2	2	2	3
10-19 años		4	4	5	5
20-29 años		28	30	33	36
30-39 años		54	57	65	69
40-49 años		155	164	185	197
50-59 años		455	482	544	579
60-69 años		1.702	1.815	2.046	2.179
70-79 años		7.754	8.310	9.366	9.974
80-89 años		14.949	15.995	18.028	19.199
>89 años		6.725	7.195	8.110	8.637

ÚLTIMOS DOCUMENTOS DE TRABAJO

2020-05: "Encajando el puzle: Una estimación rápida del número de infectados por COVID-19 en España a partir de fuentes indirecta", **David Martín-Barroso, Juan A. Núñez-Serrano, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez**.

2020-04: "Does the Liquidity Trap Exist?, **Stéphane Lhuissier, Benoît Mojon y Juan Rubio-Ramírez**.

2020-03: "How effective has been the Spanish lockdown to battle COVID-19? A spatial analysis of the coronavirus propagation across provinces", **Luis Orea e Inmaculada C. Álvarez**.

2020-02: "Capital humano y crecimiento: teoría, datos y evidencia empírica", **Angel de la Fuente**.

2020-01: "Twin Default Crises", **Caterina Mendicino, Kalin Nikolov, Juan Rubio-Ramirez y Javier Suarez**.

2019-07: "Vivienda y política pública: objetivos e instrumentos", **Miguel-Ángel López García**.

2019-06: "Mercados, entidades financieras y bancos centrales ante el cambio climático: retos y oportunidades", **Clara I. González y Soledad Núñez.**

2019-05: "Education and Gender Differences in Mortality Rates", **Cristina Belles-Obrero, Sergi Jiménez-Martín y Judit Vall Castello.**

2019-04: "Las viviendas turísticas ofertadas por plataformas on-line: Estado de la cuestión", **Armando Ortuño y Juan Luis Jiménez**.

2019-03: "Now-casting Spain", **Manu García y Juan F. Rubio-Ramírez**.

2019-02: "Mothers' care: reversing early childhood health shocks through parental investments", **Cristina Belles-Obrero, Antonio Cabrales, Sergi Jimenez-Martin y Judit Vall-Castello**.

2019-01: "Measuring the economic effects of transport improvements", **Ginés de Rus y Per-Olov Johansson**.

2018-15: "Diversidad de Género en los Consejos: el caso de España tras la Ley de Igualdad",**J. Ignacio Conde-Ruiz, Manu García y Manuel Yáñez**.

2018-14: "How can urban congestion be mitigated? Low emission zones vs. congestion tolls", **Valeria Bernardo, Xavier Fageda y Ricardo Flores-Fillol**.

2018-13: "Inference in Bayesian Proxy-SVARs", **Jonas E. Arias, Juan F. Rubio-Ramírez y Daniel F. Waggoner**.

2018-12: "Evaluating Large Projects when there are Substitutes: Looking for Possible Shortcuts", **Per-Olov Johansson y Ginés de Rus**.

2018-11: "Planning, evaluation and financing of transport infrastructures: Rethinking the basics", **Ginés de Rus y M. Pilar Socorro**.

2018-10: "Autonomía tributaria subnacional en América Latina", **Juan Pablo Jiménez e Ignacio Ruelas**.

2018-09: "Ambition beyond feasibility?Equalization transfers to regional and local governments in Italy", **Giorgio Brosio.**

2018-08: "Equalisation among the states in Germany: The Junction between Solidarity and Subsidiarity", **Jan Werner.**

2018-07: "Child Marriage and Infant Mortality: Evidence from Ethiopia", **J.García-Hombrados**

2018-06: "Women across Subfields in Economics: Relative Performance and Beliefs", **P. Beneitoa, J.E. Boscá, J. Ferria y M. García**.

2018-05: "Financial and Fiscal Shocks in the Great Recession and Recovery of the Spanish Economy", **J. E. Boscá, R. Doménech, J. Ferri, R. Méndez y J. F. Rubio-Ramírez**.

2018-04: "Transformación digital y consecuencias para el empleo en España. Una revisión de la investigación reciente", **Lucas Gortazar**.

2018-03: "Estimation of competing risks duration models with unobserved heterogeneity using hsmlogit", **David Troncoso Ponce**.

2018-02: "Redistributive effects of regional transfers: a conceptual framework", **Julio López-Laborda y Antoni Zabalza**.

2018-01: "European Pension System: ¿Bismarck or Beveridge?", **J. Ignacio Conde-Ruiz y Clara I. González**.

2017-15: "Estimating Engel curves: A new way to improve the SILC-HBS matching process", **Julio López-Laborda, Carmen Marín-González y Jorge Onrubia.**

2017-14: "New Approaches to the Study of Long Term Non-Employment Duration in Italy, Germany and Spain", **B. Contini, J. Ignacio Garcia Perez, T. Pusch y R. Quaranta**.

2017-13: "Structural Scenario Analysis and Stress Testing with Vector Autoregressions", **Juan Antolín-Díıaz y Juan F. Rubio-Ramírez**.

2017-12: "The effect of changing the number of elective hospital admissions on the levels of emergency provision", **Sergi Jimenez-Martin, Catia Nicodemo y Stuart Redding**.

2017-11: "Relevance of clinical judgement and risk stratification in the success of integrated care for multimorbid patients", **Myriam Soto-Gordoa, Esteban de Manuel, Ane Fullaondo, Marisa Merino, Arantzazu Arrospide, Juan Ignacio Igartua y Javier Mar**.

2017-10: "Moral Hazard versus Liquidity and the Optimal Timing of Unemployment Benefits", **Rodolfo G. Campos, J. Ignacio García-Pérez y Iliana Reggio**.

2017-09: "Un análisis de modelos para financiar la educación terciaria: descripción y evaluación de impacto", **Brindusa Anghel, Antonio Cabrales, Maia Gu̇ell y Analía Viola**.

2017-08: "Great Recession and Disability Insurance in Spain", **Sergi Jiménez-Martín, Arnau Juanmarti Mestres y Judit Vall Castelló**.

2017-07: "Narrative Sign Restrictions for SVARs", **Juan Antolín-Díaz y Juan F. Rubio-Ramírez**.

2017-06: "Faster estimation of discrete time duration models with unobserved heterogeneity using hshaz2", **David Troncoso Ponce**.

2017-05: "Heterogeneous Household Finances and the Effect of Fiscal Policy", **Javier Andrés,José E.Boscá, Javier Ferri y Cristina Fuentes-Albero**.