



# INFORME DEL GTM<sup>1</sup> SOBRE ¿CUÁNTOS RASTREADORES SON NECESARIOS?

Fecha: 26/03/2021

## Estructura del informe

1. Resumen Ejecutivo
2. Introducción
3. ¿Qué es/Qué hace un rastreador?
4. Indicadores de la eficacia del rastreo
5. Protocolos de rastreo
6. Aspectos críticos de la organización del rastreo
7. Rastreo mediante APPs
8. ¿Cuántos rastreadores hay?
9. ¿Cuántos rastreadores hacen falta?
10. ¿Qué podría hacerse para mejorar?

Referencias y notas

---

<sup>1</sup> El Grupo de Trabajo Multidisciplinar (GTM) asesora y apoya al Ministerio de Ciencia e Innovación en materias científicas relacionadas con la COVID-19 y sus consecuencias futuras. El [GTM](#) está compuesto por: José M. Ordovás (Presidente), Mariano Esteban, Rocío García-Retamero, Beatriz González López-Valcárcel, Alfonso Gordaliza, Marco Inzitari, Pedro Jordano, Itziar de Lecuona, Laura M. Lechuga, Ramón López de Mántaras, José Molero, Agustín Portela, Diego Puga, José Javier Ramasco, Francisco Sánchez-Madrid y Alfonso Valencia. Enric Banda actúa como observador, y María Sol Serrano Alonso como secretaria. Todos los componentes del GTM colaboran de forma desinteresada con el Ministerio de Ciencia e Innovación. En este informe además han colaborado Eva Álvarez León, Isabel Falcón, Dulce Fernández Nakoura, Silvia Rodríguez Mireles, Paula López Moreno, María José Villanueva, Pello Latasa Zamalloa, Maties Torrent, Cristina Hernández-Quevedo y agradecemos a Salvador Peiro, su información y comentarios sobre el rastreo, y a Santiago Asenjo y Ricardo Redondas, su ayuda en la elaboración del informe



## 1 Resumen ejecutivo

La pregunta "¿Cuántos rastreadores hacen falta?" no tiene respuesta única, pues el número adecuado de rastreadores dependerá del modelo y la organización del rastreo y de las condiciones locales de la epidemia.

Un rastreador puede ejercer funciones estrictas de *contact tracing* (detectar contactos estrechos de casos sospechosos o confirmados de infección) para romper la cadena de transmisión, mediante la identificación de casos, cuarentena y seguimiento, o bien asumir además otras relacionadas con el seguimiento clínico de casos, sospechosos y contactos o dar el alta epidemiológica y registrarla.

El rastreo forma parte de un sistema o estrategia de test-rastreo-aislamiento (TRA), por lo que el rendimiento del rastreo no debe analizarse aisladamente. Un rastreo altamente efectivo tendrá impacto muy limitado si, por ejemplo, se detectan pocos casos por insuficiencia de test de diagnóstico.

Un sistema de rastreo óptimo sería aquel que investigara al 100% de las personas que han estado en contacto estrecho con un COVID positivo y las pusiera en cuarentena o aislara antes de que se volvieran contagiosas. Hay indicadores de la eficacia del rastreo, como los que recomienda el European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). En España, el porcentaje de trazabilidad de los casos, en los informes de seguimiento del Ministerio a nivel de CCAA, en combinación con la incidencia acumulada, puede aproximar la eficacia del sistema de rastreo.

Los protocolos de rastreo varían entre países. En España hay un protocolo que sigue las pautas generales marcadas por el ECDC, pero algunas CCAA han incorporado, a partir de su propia experiencia, algunas extensiones, como el rastreo "bidireccional" con ventana ampliada.

La organización del rastreo también varía ampliamente entre países, y en España entre CCAA. Unos países tienen sistemas centralizados, otros están descentralizados por regiones, distritos o municipios. El peso de los profesionales sanitarios también es variable, y está asociado a las funciones del rastreador (estrictas o ampliadas). La mayor parte de países han ido evolucionando desde el inicio de la pandemia, en una adaptación basada en la propia experiencia.

La mayoría de los gobiernos europeos han optado por tecnologías derivadas del protocolo descentralizado D3-TP. En estos sistemas es imprescindible la colaboración de las autoridades sanitarias para emitir los códigos de verificación de contagio que la persona infectada introduce en la APP, y luego aceptar en el sistema de rastreo manual a las personas que comuniquen un contacto positivo obtenido a través de la APP.

Se ha encontrado gran variabilidad en los niveles de seguridad de las distintas implementaciones de APPs de rastreo. Además de los problemas de seguridad, las



dificultades de formación de profesionales y usuarios, y las dificultades de la integración en los sistemas de salud y rastreo manual han generado críticas sobre su utilidad y un debate sobre la relación entre privacidad y beneficio social. El desconocimiento de su funcionamiento y posible utilidad, la falta de interés y las sospechas sobre la confidencialidad de la información, aparecen recurrentemente como obstáculos para la implementación efectiva de estos sistemas. A finales de 2020, la proporción de usuarios activos oscila entre el 0.6% de Portugal y el 28.5% de Finlandia. España, con un 7.2%, está en la zona baja del ranking.

En España la APP está disponible desde septiembre 2020. Hasta el 13 de febrero de 2021 se habían comunicado 48,824 positivos. El número de códigos introducidos es muy variable entre Comunidades Autónomas, con un máximo de 5% de los casos detectados en Galicia. No hay datos disponibles sobre el número de casos detectados a partir de esa información. Varios gobiernos autonómicos todavía no han incluido el uso de la APP en sus sistemas de rastreo. Hay publicaciones que demuestran que algunas APPs de rastreo consiguen reducir el número de contagios en otros entornos.

En España no hay datos oficiales del número de rastreadores por CCAA. Según hemos obtenido por comunicación directa con los responsables de rastreo de algunas CCAA, oscilan entre 1,990 y 3,155 habitantes por rastreador, que equivalen a un rango entre 31 y 50 por 100,000 habitantes.

Diferentes organismos y países han definido estándares normativos de rastreadores necesarios, en tasas por población. Por su parte, la ECDC formulaba en una publicación temprana (abril 2020) recomendaciones sobre el número de rastreadores necesarios a nivel regional, según la incidencia, y la Universidad John Hopkins ha desarrollado una herramienta web de rastreo, cuyo código en R es de acceso abierto. El modelo estima la eficacia del rastreo actual y la que se podría conseguir aumentando los efectivos.

La OMS ofrece una herramienta de cálculo, en Excel, para ayudar a los países a decidir el número necesario de rastreadores. Parametriza la incidencia diaria, el número de horas diarias de trabajo, el objetivo (100% de contactos localizados y aislados, seguimiento diario durante 14 días), así como la complementariedad de rastreo mediante APPs y las restricciones vigentes de movilidad y distancia interpersonal. Aplicando la herramienta OMS a los datos actuales de incidencia de España (11,073 casos diagnosticados<sup>1</sup> a 5/2/2021) con los parámetros que la OMS incorpora por defecto, haría falta un número de rastreadores, incluso bajo la hipótesis de comportamiento social muy restrictivo, que multiplican tanto las dotaciones en España como los estándares manejados en otros países. Con parámetros más ajustados a la situación de España hemos calculado las necesidades teóricas diarias de rastreadores para las incidencias de nuevos casos desde septiembre 2020 hasta el 22 de febrero 2021. Los resultados muestran una enorme volatilidad. Solo en febrero 2021, su tasa oscilaría entre 6 y 155 rastreadores por 100,000 habitantes.

En la práctica, el rastreo no es posible para tasas de incidencia como las de mediados de enero 2021 (IA14 en torno a 1,000). Un rango de variación entre 20 y 60 rastreadores



por 100,000 habitantes podría ser adecuado, dependiendo de las condiciones locales y la organización del rastreo, en condiciones de menor incidencia.

Para mejorar el sistema de rastreo en España, proponemos:

1. Estabilidad del personal rastreador
2. Motivación. El trabajo puede llegar a ser monótono y repetitivo. Además de estrategias de motivación y prevención del *burnout* en el puesto de trabajo, la rotación con otras actividades COVID puede prevenir la fuga de talento de los equipos.
3. Flexibilidad. Posiblemente, no exista una estructura u organización "tipo" universalmente óptima. Los rastreadores sanitarios (médicos, enfermeras) tienen unas ventajas, los trabajadores sociales tienen otras. En cualquier caso, se requieren profesionales formados en salud pública como engranaje esencial en la coordinación de cualquier sistema de rastreo. La experiencia en vigilancia epidemiológica de brotes anteriores ha demostrado ser muy valiosa en el seguimiento COVID.
4. Colaboración ciudadana, y sistema ágil de notificación y sanción de incumplimientos
5. Escalable, adaptabilidad progresividad. La capacidad debe poder adaptarse a aumentos exponenciales de casos. El número de rastreadores activos ha de ser variable según la evolución de la epidemia. Esto requiere disponer de una reserva de personas formadas
6. Con tasas de incidencia muy altas como en algunas regiones durante la tercera ola, más que rastrear, el objetivo sería aislar en un cuasi confinamiento a toda la población, y preparar el sistema de rastreo, mejorándolo, para cuando baje la incidencia. En caso de desbordamiento, la prioridad sería detectar y aislar el mayor número de casos posible, pudiendo incluso encomendar a las personas con resultado positivo, en el momento de la llamada, que identifiquen y avisen ellos mismos a sus contactos.
7. Idealmente, el rastreo "manual" podría complementarse con otro basado en algoritmos y apps (radar COVID en España). De cara al futuro, particularmente en situaciones de alta densidad de población y baja incidencia de la epidemia, sería recomendable que los sistemas de trazado manual incluyeran de forma efectiva la información de la APP en sus procedimientos. También que la información sobre las APPs, su funcionamiento y código, y los resultados obtenidos se hicieran públicos abiertamente. También sería interesante una reflexión sobre la incapacidad de Europa y sus gobiernos para ofrecer un modelo integrado y organizar una reflexión informada de la sociedad sobre los conceptos de confidencialidad y bien social.
8. Unos sistemas de información bien articulados tienen gran potencial para mejorar la eficiencia del sistema TRA. Una herramienta centralizada de rastreo, como la que han desarrollado y utilizan en algunas áreas del país, podría ser muy útil.
9. Un sistema de rastreo efectivo y de alta calidad tendría que ser equitativo (facilitar el aislamiento a quien no pudiera y ayudar económicamente a las



personas aisladas por las rentas perdidas en su caso), efectivo en cuanto a adherencia a los aislamientos y cuarentenas, y aceptado por la ciudadanía

## 2. Introducción

Los Ministerios de Ciencia e Innovación y de Sanidad han solicitado al Grupo de Trabajo Multidisciplinar, [GTM](#) que conteste, entre otras, la pregunta "¿cuántos rastreadores harían falta?"

Obviamente, la respuesta dependerá de:

- a) La incidencia de la COVID-19 (que a su vez en parte depende de la eficacia del rastreo del pasado)
- b) La contagiosidad, número medio y distribución del número de contactos estrechos a rastrear por cada caso positivo que se detecta. A su vez, depende del protocolo de definición de caso y contacto estrecho; por ejemplo, la sensibilidad en la definición de contacto, la periodicidad del seguimiento, si se hace test a todos los contactos o solo a los sintomáticos y si el test es al inicio, al final o ambos.
- c) El contexto organizativo, que a su vez condiciona la "productividad" de los rastreadores (cuantas llamadas puede hacer un rastreador en promedio por día, contando por separado "primeras llamadas" y "sucesivas" si es preciso). Otras circunstancias organizativas son si trabajan en equipo y están bien coordinados para evitar duplicidades, si su formación influye en la "productividad", si la organización es descentralizada o centralizada, y cuáles son sus funciones (limitadas al *contact tracing* o ampliadas).

El objetivo sería calcular la tasa necesaria de rastreadores "activos" por 100.000 habitantes en función de la incidencia diaria, la distribución de contactos estrechos por caso y la "productividad" media de un rastreador, para un contexto organizativo definido.

## 3. ¿Qué es/Qué hace un rastreador?

En sentido estricto, la función de un rastreador consiste en detectar contactos estrechos de casos sospechosos o confirmados de infección (*contact tracing*), para romper la cadena de transmisión: Identificación de casos, cuarentena y seguimiento<sup>2</sup>. La diferencia entre cuarentena y aislamiento es que la primera corresponde a personas sospechosas de infección y la segunda se aplica a personas infectadas, con test positivo. Pero en la práctica las funciones de un "rastreador" suelen solaparse y confundirse con las de otros profesionales. En sentido amplio, sus funciones (ampliadas) podrían abarcar:

1. Aislamiento del caso, una vez identificado



2. Búsqueda de contactos (*contact tracing*) mediante comunicación con los casos diagnosticados
3. Prescribir pruebas, dar citas; comunicar resultados
4. Cuarentenar y vigilar el cumplimiento de la cuarentena
5. Actualizar registros, utilizando un software *ad hoc* como Go.Data (OMS)<sup>3</sup> u otro conectado con el sistema de información sanitaria
6. Seguimiento clínico de casos, sospechosos y contactos
7. Dar el alta epidemiológica y registrarla

Legalmente, algunas de esas funciones están reservadas a profesionales sanitarios o a médicos. Prescribir cuarentena lo puede hacer cualquier profesional (sanitario o no) asignado a equipos de rastreo, por ejemplo, los militares, siempre supervisados por profesionales sanitarios. Pero antes de poder sancionar a una persona por incumplir una cuarentena, hay que notificarlo a un profesional sanitario, quien debe verificar que está indicada, y que se le ha comunicado. El alta epidemiológica sólo se aplica a casos confirmados. Una vez que un caso finaliza su periodo de aislamiento porque deja de ser contagioso, este hecho se lo comunica el médico que hace su seguimiento clínico al paciente, y lo registra en la base de datos REVECA. También puede hacer dicho registro un profesional de Salud Pública que revisa el caso, comprueba que ha finalizado el proceso, y registra su alta. Dicho profesional tiene una autorización especial en su perfil de acceso a REVECA, y puede ser sanitario o no (ej: militares, documentalistas sanitarios).

Respecto a dictar el fin de la cuarentena en los contactos estrechos en seguimiento, corresponde a un profesional sanitario (su médico de familia, personal de enfermería de su centro de salud...), quien comunica al paciente el fin de cuarentena para que se reincorpore en su vida normal, y lo anota en la historia clínica.

Complementariamente, son esenciales las tareas de seguimiento epidemiológico, y análisis de brotes para planificar rastreos reforzados, así como las tareas de coordinación de los dispositivos y unidades de rastreo, las cuales, además de las focalizadas en la población general, suelen diferenciarse para colectivos específicos (residencias de ancianos, otros centros de internamiento, colegios, personas mayores, no residentes, etc.).

Idealmente, para cuantificar el número óptimo de rastreadores debería compararse el coste del sistema con sus resultados. Esto implica medir la "productividad" del rastreador. Pero **el rastreo forma parte de un sistema o estrategia de test-rastreo-aislamiento (TRA)**<sup>4</sup>, por lo que el rendimiento del rastreo no debe analizarse aisladamente. Un rastreo altamente efectivo tendrá un impacto muy limitado si, por ejemplo, la detección de casos fuera baja (Grantz et al, 2020)<sup>5</sup>.

Los fallos del sistema pueden ser múltiples<sup>6</sup>, incluyendo desde retrasos en los test PCR hasta la falta de adherencia al aislamiento prescrito, que en países desarrollados puede ser muy prevalente<sup>7</sup>.



#### 4. Indicadores de la eficacia del rastreo

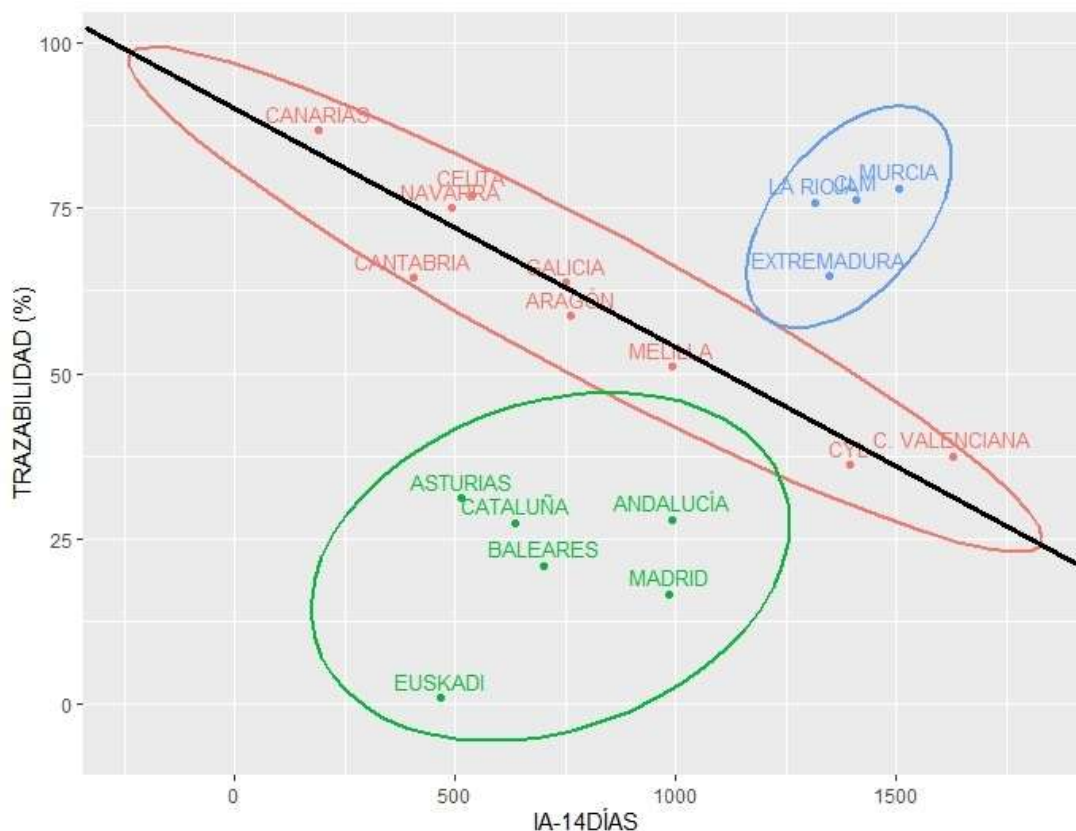
Un sistema de rastreo óptimo sería aquel que investigara al 100% de las personas que han estado en contacto estrecho con un COVID positivo y las **cuarentenara/aislara antes de que se volvieran contagiosas**. La metodología del Reino Unido<sup>8</sup> define varios indicadores. Los referidos estrictamente a la fase de rastreo incluyen el porcentaje de casos positivos que llegan al dispositivo centralizado de rastreo (y el tiempo que tardan en llegar), el tiempo hasta que los llaman para contactar, el porcentaje de contactos estrechos contactados (y el tiempo hasta contactarlos). Esa información está disponible semana a semana. El Centro Europeo para la prevención y control de enfermedades (ECDC,) por su parte, también define y recomienda un conjunto de indicadores para monitorizar las actividades de rastreo<sup>9</sup>.

En España, los indicadores publicados de eficacia del rastreo son limitados. Un indicador que podría aproximar diferencias globales de efectividad entre sistemas de rastreo de las CCAA es el porcentaje de trazabilidad (qué porcentaje de casos son de origen bien establecido por los rastreadores)<sup>10</sup>. Otros indicadores son el porcentaje de personas que cuando dan positivo en el test COVID ya estaban aisladas (el rastreo habría impedido la transmisión) En los informes publicados<sup>11</sup> aparece la media y rango intercuartílico del número de días desde el inicio de síntomas (para asintomáticos, es la fecha del diagnóstico) hasta el aislamiento. El porcentaje de asintomáticos detectados también podría aproximar, con los debidos controles, la eficacia del rastreo, ya que en la definición de casos asintomáticos se incluyen los que no tienen síntomas al diagnóstico, independientemente de que los desarrollen posteriormente. Un porcentaje alto de asintomáticos reflejaría, ceteris paribus, una detección temprana.

Tomando como referencia el porcentaje de trazabilidad, se encuentra una gran variabilidad entre CCAA. La figura 1 representa la Incidencia Acumulada a 14 días (en abscisas) y el % de trazabilidad (en ordenadas) según el informe<sup>12</sup> del Ministerio de Sanidad, de 28 de enero 2021. La trazabilidad varía entre 16,7% en Madrid y 86,7% en Canarias, si exceptuamos el sorprendente dato de Euskadi (1%). En la figura se distinguen a grandes rasgos tres patrones de comportamiento de las CCAA, que aparecen como resultado de la aplicación de la metodología de Análisis Clúster tclust<sup>13</sup><sup>14</sup> (librería del software R). El patrón más numeroso queda recogido en el clúster alargado que ocupa la diagonal secundaria del rectángulo de la figura y se corresponde con lo que cabría esperar como patrón razonable de asociación general entre las variables en estudio, es decir, una asociación decreciente entre la trazabilidad y la incidencia acumulada a 14 días. La pendiente estimada para la recta de regresión en dicho clúster es 0,035, es decir, la trazabilidad desciende en promedio 3,5 puntos porcentuales por cada 100 casos por 100.000 habitantes que aumenta la incidencia acumulada a 14 días. El segundo clúster está formado por una serie de CCAA que se caracterizan por valores de incidencia intermedios en la fecha del estudio (en el rango aproximado de 500-1000) y una trazabilidad muy baja. Hay que hacer notar que este clúster incluye a las tres CCAA de mayor población, Andalucía, Madrid y Cataluña, que acumulan por sí solas cerca del 50% de la población española. Finalmente, el tercer



clúster agrupa unas pocas CCAA caracterizadas por tener simultáneamente valores altos tanto del porcentaje de trazabilidad como de la incidencia acumulada a 14 días.



**Figura 1.** Representación de las CCAA según Incidencia Acumulada a 14 días (*abscisas*) y porcentaje de trazabilidad (*ordenadas*) mostrando la agrupación en tres clústeres y la recta de regresión de la Trazabilidad sobre la IA-14DÍAS en uno de los clústeres.

## 5. Protocolos de rastreo

Los protocolos de rastreo varían entre países<sup>15</sup>. En España, aunque hay un protocolo de rastreo<sup>16</sup> que sigue las pautas generales marcadas por el ECDC<sup>17</sup>, algunas CCAA han incorporado, a partir de su propia experiencia, extensiones propias. El método de rastreo "bidireccional" con ventana ampliada tiene, al menos en teoría, gran potencial para mejorar los resultados<sup>18</sup>. El retro rastreo se recomienda también por el ECDC, siempre que sea posible.

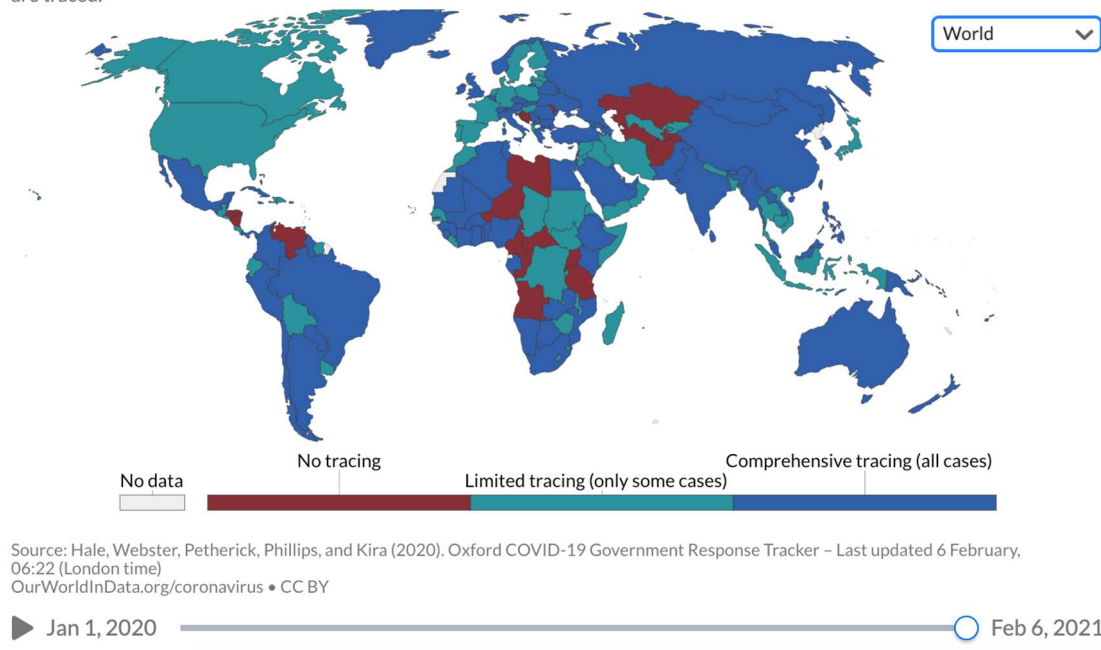
La mayoría de los países hacen rastreo<sup>19 20</sup>, pero éste puede ser comprehensivo o limitado (no abarcar todos los casos). España, al igual que buena parte de los países europeos, y de América del Norte, está en el grupo de rastreo limitado (ver Figura 2).



## Which countries do COVID-19 contact tracing?, Feb 6, 2021

'Limited' contact tracing means some, but not all, cases are traced. 'Comprehensive' tracing means all cases are traced.

Our World  
in Data



**Figura 2.** (Fuente: <https://ourworldindata.org/grapher/covid-contact-tracing?stackMode=absolute&time=2021-02-06&country=&region=World>)

### 6. Aspectos críticos sobre la organización del rastreo

La organización del rastreo varía ampliamente entre países. Hernández-Quevedo et al (2020)<sup>21</sup> comparan los modelos de 31 países europeos, basándose en la información recogida en el COVID-19 Health Systems Response Monitor (HSRM). Unos países tienen sistemas centralizados, otros están descentralizados por regiones, distritos o municipios. El peso de los profesionales sanitarios también es variable, y está asociado a las funciones del rastreador (estrictas o ampliadas). La mayor parte de países han ido evolucionando desde el inicio de la pandemia, en una adaptación basada en la propia experiencia. Así, en enero 2021, Dinamarca empezó a descentralizar el rastreo, desde la Danish Patient Safety Authority hacia los municipios. Jespers et al (2020)<sup>22</sup> revisaron en julio 2020 las estrategias TRA y la organización del rastreo en siete países europeos (Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, España y Países Bajos). Estos autores ponen en evidencia notables variaciones en la definición de contacto estrecho, en los criterios para cuarentenar y en la organización del rastreo. El papel de los rastreadores de los *call centers* difiere, así como los canales y flujos de comunicación, el papel más o menos proactivo del paciente (en Dinamarca se les anima a que envíen la lista de contactos estrechos directamente a través de la web), el de los médicos de atención primaria (en la mayor parte de países son ellos quienes comunican el resultado del test a los pacientes), el de los hospitales (en Italia, hacen rastreo de algunos pacientes), y el papel de las aseguradoras (prominente en Francia, apenas presente en otros países). La responsabilidad final de la estrategia depende generalmente de Salud Pública, pero en



unos países es a nivel local o regional (Italia, Dinamarca desde el verano, España) mientras que en otros está centralizada.

Los aspectos críticos de la organización se refieren a la centralización vs descentralización, a la producción con medios propios o externalización del servicio, a la definición estrecha o ampliada de las funciones del rastreador y al grado de inserción con el resto de la red sanitaria y de salud pública. También se diferencia según el perfil (sanitario o no sanitario) de los rastreadores. Donde el servicio está externalizado, el rastreo suele ser más administrativo (vs. sanitario) y su función suele limitarse estrictamente al *contact tracing*. En algunos países, como Corea del Sur<sup>23</sup>, el rastreo se apoya en el uso masivo de tecnologías de información, apps, etc.

Las organizaciones de rastreo difieren en las siguientes dimensiones:

1. Coordinación y encaje en el sistema TRA, y con atención primaria y salud pública (vigilancia epidemiológica)
2. Papel de los rastreadores (relacionado con su perfil). Tareas y responsabilidades encomendadas. Por ejemplo, si llaman a todos los contactos estrechos identificados, les prescriben (y citan) para pruebas, indagan en su capacidad para aislamiento domiciliario y en su caso buscan soluciones de alojamiento alternativas y les dan recomendaciones de aislamiento, o si simplemente piden a cada caso identificado que mande por WhatsApp o e-mail la lista de sus contactos estrechos (se definen en la conversación) de los últimos 10 días, y a estos se les cita automáticamente para prueba (modelo M).
3. Centralización vs. descentralización de la organización
4. Sistemas de información y automatización de los flujos de datos. Conexión con la historia clínica y con el sistema de información sanitaria
5. Cómo se organizan (y con qué dispositivo) los rastreos especiales (residencias, Centros de Atención al Inmigrante -CAIs-, escuelas, empresas) y como se coordinan con el sistema "central" de vigilancia epidemiológica. Papel colaborador de las mutuas y médicos de empresa, de la red de centros de salud comunitaria y de trabajadores sociales, etc.

## 7. Rastreo mediante APPs

Durante la pandemia se han propuesto diversos modelos sobre el uso de tecnologías de posicionamiento como herramientas base para rastrear posibles casos de contagio utilizando como proxy la distancia entre dispositivos móviles<sup>24 25 26 27 28</sup>. Entre estas propuestas, el uso de las emisiones de baja energía de bluetooth entre teléfonos móviles ha sido la tecnología finalmente más extendida.

El éxito de las distintas implementaciones de sistemas basados en APPs para teléfonos móviles que detectan y reportan este tipo de contactos en distintos países asiáticos ha sido ampliamente reportado<sup>29 30</sup>. Europa fracasó en los intentos iniciales de crear un sistema común de rastreo de contactos, cada país de la Unión optó por poner en marcha



su propia solución y realizando un esfuerzo posterior, todavía incompleto, de coordinación para hacerlas interoperables<sup>2</sup>

En la mayoría de los casos, los gobiernos europeos han optado por tecnologías derivadas del protocolo descentralizado D3-TP, en el que las claves de los contactos cercanos (siempre encriptadas) permanecen en el móvil del individuo sin enviarse en ningún momento a un servidor central. En caso de contagio, el usuario obtendrá del sistema de salud un código de verificación que le permitirá de manera voluntaria subir sus claves al servidor central desde donde se distribuye a los terminales que hayan instalado la aplicación. Con esa información, cada terminal puede de modo autónomo verificar el nivel de riesgo de los contactos sin necesidad de compartir la información externamente<sup>31</sup>.

En este modelo el servidor central únicamente dispone de las claves encriptadas de las personas infectadas que voluntariamente las han subido y no de información sobre los posibles contactos.

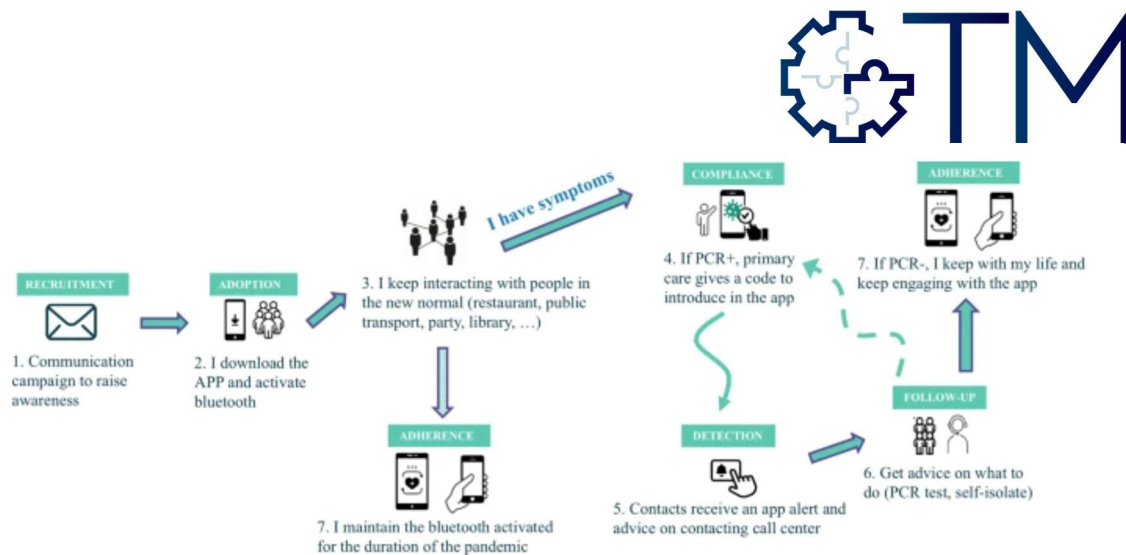
En estos sistemas es imprescindible la colaboración de las autoridades sanitarias para primero emitir los códigos de verificación de contagio que se introducen en la APP y luego aceptar en el sistema de rastreo manual a las personas que reporten un contacto positivo obtenido a través de la APP.

Entre los países europeos, solo Francia ha optado por un modelo distinto con una APP centralizada para la segunda versión de su APP, lanzada el 23 de octubre de 2020 (después del fracaso de la versión anterior)<sup>32</sup>. En este sistema los casos positivos en COVID pueden voluntariamente subir a un servidor central el historial de contactos próximos codificados sin relevar la identidad de ninguno de los usuarios (número de teléfono).

La diferencia fundamental entre ambos sistemas es que en el primer caso la confidencialidad se logra a costa de que el sistema de salud no obtenga ninguna información sobre la epidemia, con lo que es imposible utilizarla para la detección de brotes, estadísticas sobre el tipo de contagios o modelar los patrones de contagios, mientras que en el sistema centralizado, el sistema de salud dispone de datos que le permiten analizar la epidemia salvaguardando la confidencialidad de las personas.

---

<sup>2</sup> Destacar el papel de las multinacionales: En abril de 2020 Apple y Google hicieron público un documento conjunto con las especificaciones técnicas de un protocolo de rastreo de contactos que preserva la privacidad para sus sistemas operativos. La especificación se llama *Exposure Notification* y ofrece un equilibrio entre consumo de energía, privacidad del usuarios y eficacia. Esta especificación ha determinado en buena medida los desarrollos posteriores.



**Figura 2.** Esquema general de funcionamiento de las APPs funcionando con el protocolo descentralizado D3-TP. *Extraído de P.Rodriguez et al (2021)*<sup>33</sup>.

Es interesante mencionar que aunque la mayoría de las implementaciones en Europa se han basado en los teléfonos móviles/ bluetooth, y en general manejan información descentralizada, hay muchas otras posibilidades tecnológicas en funcionamiento en distintos países<sup>34</sup>. Entre otras, pulseras de *contact tracing* diseñadas para el control centralizado de contactos de trabajadores, visitantes o personas que se saltan las cuarentenas, dispositivos, balizas bluetooth, para medir riesgo acumulado en transportes o centros comerciales, o sistemas que combinan bluetooth y localización por GPS, en uso en muchos países. Es un ámbito tecnológico muy reciente, en el que cada una de las alternativas genera nuevos problemas técnicos, éticos y legales aún por resolver.

Un número de publicaciones han revisado los niveles de seguridad de las distintas implementaciones de APPs de rastreo, incluyendo los detalles sobre el manejo de las claves y las posibles fugas de datos a los proveedores intermedios<sup>35</sup>. De hecho, la variabilidad encontrada es muy amplia. Un estudio comparativo<sup>36</sup> informa que TousAntiCovid (Francia) y CovidSafe (Australia) son seguras, mientras que TraceTogether (Singapur) y CombatCovid (Florida) son potencialmente demasiado dependientes de *Google Firebase services* con las posibles consecuencias negativas en términos de seguridad. HaMagen (Israel) usa información sobre localización -GPS- de los casos reportados en la APP lo que supone un potencial problema. Finalmente, en su análisis, Aarogya Setu (India) incluyen almacenamiento de datos sobre localización y transmisión de información sin consentimiento explícito, lo que la hace poco segura en términos de privacidad.

Los aspectos de seguridad, los problemas asociados de formación de profesionales y usuarios, y las dificultades de la integración en los sistemas de salud y rastreo manual, han generado críticas sobre su utilidad, o la delimitación de las condiciones en las que pueden ser útiles, junto a una discusión sobre la relación entre privacidad y beneficio social<sup>37</sup>. De hecho, distintos estudios en grupos de usuarios (estudiantes universitarios en Burdeos<sup>38</sup> o en encuestas en Alemania- seguida de análisis de publicaciones en periódicos<sup>39</sup> demuestran dificultades similares para la adopción: desconocimiento de



su funcionamiento y posible utilidad, falta de interés o sospechas sobre la confidencialidad de la información.

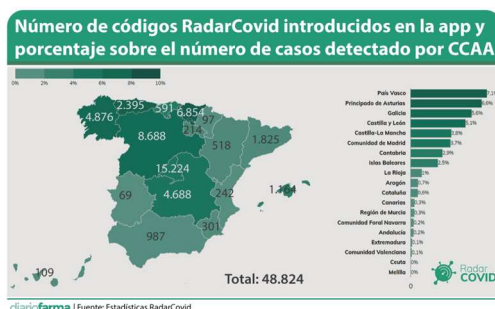
Los datos sobre la penetración de las APPs en distintas poblaciones (Tabla 1) muestran gran heterogeneidad, atribuible tanto a factores sociales como a la calidad de la información disponible, integración con el sistema de rastreo manual e intensidad de las campañas informativas.

**Tabla 1.** Data World Bank, "Population, total," Accessed on December 27, 2020. [Online]. Available: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>  
Extraído de Gonzalez-Cabanas et al, 2021<sup>40</sup>.

Country	Smartphone	Android	Facebook	BT mobile apps	
				Installations	Estimated active users
Australia	105	44	71.42	27.6	17.4
Austria	117	78	50.25	9	5.7
Belgium	68	41	65.00	12.2	7.7
Croatia	71	59	50.84	2	1.3
Czech Rep	84	66	53.32	14	8.8
Denmark	115	55	71.03	34.8	21.9
Finland	140	97	59.65	45.3	28.5
France	79	51	58.35	9.5	6
Germany	90	61	45.50	34.5	21.7
Ireland	78	42	65.54	40.5	25.5
Italy	84	62	57.80	21.1	13.3
Latvia	96	69	52.45	9.1	5.7
Netherlands	82	48	63.09	25	15.8
Portugal	104	78	67.47	1	0.6
Spain	90	71	62.05	11.5	7.2
Switzerland	97	39	52.38	33.4	21.1
United Kingdom	85	40	66.64	23.8	15.1
United States	81	32	69.90	2.5	1.6

En España, la APP Radar COVID está disponible desde el mes de septiembre y la primera descripción sistemática de datos se ha hecho pública en febrero de 2021. Hasta el 13 Feb 2021 se comunicaron a través de la APP 48.822 casos positivos (2.06% de los casos)<sup>41</sup>. El número de códigos introducidos es muy variable entre Comunidades Autónomas, con un máximo de 5% de los casos detectados en Galicia (Tabla 2). Por desgracia, no hay datos disponibles sobre el número de casos detectados a partir de esta información. Esos datos sugieren que, a pesar de las campañas públicas, varios gobiernos autonómicos no han incluido el uso de la APP en sus sistemas de rastreo, lo que quizás no sea sorprendente vista su diversidad organizativa.

**Tabla 2.** Actividad en Radar COVID por CCAA. Extraída de Diariofarma 13 febrero 2021



**Actividad en Radar Covid por CCAA y en relación con los casos positivos de covid-19 diagnosticados**

	Casos de covid-19	Códigos solicitados Núm.	% sobre casos	Códigos introducidos Núm.	% sobre casos	códigos introd. /solicitados
Andalucía	423.005	5.245	1,2%	987	0,23%	18,82%
Aragón	79.041	1.227	1,6%	518	0,66%	42,22%
Asturias	36.430	53.925	148,0%	2.395	6,57%	4,44%
Baleares	46.456	9.025	19,4%	1.164	2,51%	12,90%
Canarias	33.113	3.726	11,3%	109	0,33%	2,93%
Cantabria	20.145	30.917	153,5%	591	2,93%	1,91%
Castilla y León	171.382	124.765	72,8%	8.688	5,07%	6,96%
Castilla-La Mancha	124.907	43.832	35,1%	4.668	3,74%	10,65%
Cataluña	285.542	23.817	8,3%	1.825	0,64%	7,66%
Ceuta	3.696	0	0,0%	0	0,00%	-
Comunidad Valenciana	322.478	2.045	0,6%	242	0,08%	11,83%
Extremadura	63.079	294	0,5%	69	0,11%	23,47%
Galicia	86.464	91.901	106,3%	4.876	5,64%	5,31%
La Rioja	21.027	624	3,0%	214	1,02%	34,29%
Madrid	414.304	143.612	34,7%	15.224	3,67%	10,60%
Melilla	5.784	100	1,7%	0	0,00%	0,00%
Murcia	97.837	746	0,8%	301	0,31%	40,35%
Navarra	39.613	556	1,4%	97	0,24%	17,45%
País Vasco	97.228	108.662	111,8%	6.854	7,05%	6,31%
<b>Total España</b>	<b>2.371.531</b>	<b>645.019</b>	<b>27,2%</b>	<b>48.822</b>	<b>2,06%</b>	<b>7,57%</b>

clarianofarma | Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Radar Covid.

Estos números confirman por una parte las dificultades para la adopción de esta tecnología en Europa, posiblemente por una desconfianza sobre el uso de la información, agravada por casos de falta de transparencia, algunos incidentes de seguridad conocidos, insuficiente experiencia en su uso y persistentes campañas de desinformación<sup>42</sup>. También parecen indicar que en algunos países, y tras varias versiones de la APP, su uso comienza a entrar en los márgenes considerados mínimos necesarios para que resulten útiles

Los primeros resultados sobre la efectividad de las APPs en distintos entornos controlados también comienzan a aparecer. Este es el caso de la isla de Wight<sup>43</sup>, en donde en mayo de 2020 el UK NHS probó la primera versión de su APP y concluyó que el uso – ligado a una campaña de rastreo, test y aislamiento- había contribuido a reducir la transmisión de modo significativo. Un estudio en la isla de La Gomera<sup>33</sup> (véase Tabla 3) probó la APP española durante cuatro semanas en el mes de Julio. Encontró que la adopción se limitó al 33% de la población, después de una intensa campaña informativa, con una detección de unos 6.3 contactos próximos, de los que es de suponer que una proporción corresponden a contactos fuera de los entornos familiares y de trabajo. Destaca la baja proporción de notificaciones que fueron seguidas de una llamada al sistema de seguimiento manual (10%).

**Tabla 3.** Resumen de resultados de La Gomera. *Extraído de P. Rodriguez et al, 2021*





KPI	Result
Adoption	~33%, potentially larger based on indirect survey data.
Adherence	high during the whole duration of the experiment.
Compliance	64% of those cases that are given a code introduce it in the app.
Turnaround time	98% of those index cases that comply introduce the code within 24 h, and on average it takes 2.35 days between a simulated index case introduces a code in the app and the alerted close-contacts follow-up with call centre.
Follow-up	10% of notified close-contacts follow-up with a call to the designated point of care (call centre).
Overall detection	on average and after adequate Bluetooth calibration, the app can trace 6.3 close-contacts per index case.
Hidden detection	between 23% and 39% (depending on the survey form) of exposed close-contacts are strangers to the index case.

En el estado de Washington se calcula que fue posible incrementar la capacidad de los sistemas de rastreo humano consiguiendo una reducción de un 8% en el número de infecciones y un 6% en el de las muertes con un uso activo de la APP por el 15% de la población<sup>44</sup>.

Los resultados en varios países de los primeros meses de funcionamiento de las APPs apuntan a un número significativo de casos de éxito en los que la información, convenientemente integrada en los sistemas de rastreo, ayuda a prevenir casos y cortar cadenas de transmisión de la enfermedad. Algunos de estos casos son:

- **Alemania**, a 18 de febrero de 2021: 25,2 millones de usuarios, con 9.113 nuevas infecciones (media de 7.089). Ese día, 1.195 mandaron un código de contagio (promedio de 7 días, 1.015) y unas 5000 personas recibieron vía APP una señal de posible contagio.
- **Francia**: la aplicación tenía 12,3 millones de descargas el 14 de enero y había emitido 50.000 avisos de posible contagio (números difíciles de comparar al tratarse de una aplicación centralizada)<sup>45</sup>
- En el **Reino Unido**<sup>46</sup>, con 21 Millones de usuarios la APP, se han notificado 1.7 millones de posibles casos entre el 1 de octubre y 31 diciembre de 2020. En este caso de cada notificación se siguieron una media de 4.4 posibles contactos. Según modelos construidos sobre los datos, cada 1% de incremento en el número de usuarios se relaciona con una bajada de entre el 0.8 y 2.3% en el número de casos, lo que implicaría una prevención de más de medio millón de nuevos casos<sup>47</sup>.
- En **Israel**, la APP se considera responsable de la detección temprana de hasta el 7% de los casos. En ese país, el uso de sistemas de localización establecidos como medida provisional ha sido muy recientemente prohibido por la corte suprema<sup>48</sup>
- En **Suiza**, aunque el número de usuarios de la APP es alto, se ha descargado en 3 millones de teléfonos y se hacen 1.7 millones de consultas diarias, la efectividad es reducida, entran diariamente unos 100 códigos, y unas 100 consultas a los sistemas de salud<sup>49</sup>. En el cantón de Zurich en septiembre y octubre 2020, de 537 usuarios, 324 entraron su código en la APP, a partir de los cuales se generaron 1.374 contactos de proximidad y 722 llamadas a los centros de seguimiento





personal. De ellos, a 170 se les recomendó cuarentena y 30 resultaron ser positivos en el test de SARS-COV-2<sup>50</sup>. Esos números indican que en septiembre, mes en el que el número de casos era bajo, la APP contribuía con cifras similares a los rastreadores humanos. Sin embargo, en octubre, con una incidencia de casos muy alta, la efectividad de la APP se reducía drásticamente en términos reales.

## 8. ¿Cuántos rastreadores hay?

En Inglaterra, donde se ha externalizado el servicio de rastreo, en un principio había 18,000 rastreadores contratados<sup>51</sup>, que se apoyaban en otros 15,000 para tareas de recontacto. Esto representa un rastreador por 1,700 habitantes o 59 por 100,000 habitantes. En agosto se redujeron a 12,000. En Bélgica, se partió de 2,000 rastreadores en mayo (17.5 por 100,000 habitantes), y el número se fue ampliando en las semanas siguientes, pero cuando llegaron los picos de incidencia con alta transmisión comunitaria, el rastreo se fue abandonando progresivamente. En Francia, durante la primera ola, había 6,500 agentes de rastreo, de perfil mixto (9.7 por 100,000 habitantes); en septiembre se reforzó con 2,000 más (12.7 por 100,000 habitantes)<sup>52</sup>.

En España no hay datos oficiales del número de rastreadores por CCAA. Según hemos obtenido por comunicación directa con los responsables de rastreo de algunas CCAA, oscilan entre 1,990 y 3,155 habitantes por rastreador, que equivalen a un rango entre 31 y 50 por 100,000 habitantes.

## 9. ¿Cuántos rastreadores hacen falta?

Diferentes organismos y países han definido estándares normativos de rastreadores necesarios, en tasas por población. En la Tabla 4 se cuantifican los rastreadores que serían necesarios para España en caso de aplicar esos estándares.

**Tabla 4.** Estándares de necesidad de rastreadores por población

País	Fuente	Estándar	Cuántos harían falta en España
EEUU	National Association of County and City Health Officials <sup>53</sup>	entre 15 y 30 por 100,000 habitantes, dependiendo de la incidencia	Entre 7,000 y 14,000
EEUU	ASTHO Association of State and Territorial Health Officials <sup>54</sup>	100 por 100,000 habitantes	46,940



Alemania	Acuerdo entre el gobierno federal y los gobiernos de los lander de 25 de marzo <sup>55</sup>	25 por 100,000 habitantes (un equipo de 5 personas por cada 20,000 habitantes)	11,735
----------	--	--	--------

Por su parte, la ECDC formulaba en una publicación temprana (abril 2020) recomendaciones sobre el número de rastreadores necesarios a nivel regional<sup>56</sup>, según la incidencia:

- Si 10 casos nuevos al día: 3-7 personas a tiempo completo para entrevistar a los 10 casos y llamar a cada uno de los contactos estrechos, y 10-21 personas más para hacer llamadas diarias de seguimiento a cada contacto.
- Si 250 casos nuevos al día: 76-180 personas a tiempo completo para llamar a los casos y hacer una única llamada inicial a cada contacto, la llamada de seguimiento diario de los contactos se puede sustituir por mensaje de texto.
- Si 1.000 casos al día: 151-359 personas a tiempo completo para llamar a los casos. El seguimiento se hace mediante una plataforma web, sólo se llama si el contacto no tiene acceso.

La John Hopkins ha desarrollado una herramienta web de rastreo, cuyo código en R es de acceso abierto<sup>57</sup>. El modelo estima la eficacia del rastreo actual. El usuario introduce datos de funcionamiento real del dispositivo de rastreo, como tiempos de retraso y otros parámetros sobre casos detectados y contactos por caso y el programa estima la eficacia real del rastreo y la que se podría conseguir aumentando los efectivos.

La **OMS** ofrece una **herramienta de cálculo**, en Excel, para ayudar a los países a decidir el número necesario de rastreadores. La ha ido adaptando desde las primeras versiones de marzo. En la versión 2 para Europa (8 de mayo)<sup>58</sup>, se parametriza la incidencia diaria, el número de horas diarias que trabaja un rastreador, y el objetivo (100% de contactos localizados y aislados, seguimiento diario durante 14 días), así como la complementariedad de rastreo mediante apps (por defecto, NO) y las restricciones vigentes de movilidad y distancia interpersonal.

Aplicando la herramienta OMS a los datos actuales de incidencia de España (11,073 casos diagnosticados<sup>59</sup> a 5/2/2021) con los parámetros que la OMS incorpora por defecto, harían falta 90,511 rastreadores bajo la hipótesis de comportamiento social muy restrictivo, y 181,021 bajo la hipótesis de distancia social media. Estas cifras equivalen a 519 y 259 habitantes por rastreador o entre 193 y 386 rastreadores por 100.000 habitantes. Multiplican tanto las dotaciones en España como los estándares manejados en otros países<sup>60</sup>.

La Tabla 5 contiene los parámetros aplicados a la herramienta de la OMS, que se han definido a partir de los tiempos y "productividad" que incorpora por defecto, modificados según evidencia local, escenario restrictivo de movilidad, no apoyo de rastreo automático con la app radar COVID, y para rastreadores que solo realizan



contactos por teléfono (no hay visitas) y tienen asignadas funciones estrictas (véase apartado 3).

**Tabla 5.** Parámetros de la aplicación de la herramienta OMS

<b>Model parameters</b>				
<p>This worksheet allows you to modify the model parameters. They should be adjusted to meet local circumstances if this is necessary. Otherwise they should be left unchanged.</p> <p><b>Generic parameters</b> apply across the spreadsheet. The number of cases will depend on the nature of social distancing and public adherence. Travel times should be adjusted for the local travel situation.</p> <p><b>Parameters by stage</b> have been set to typical values derived from the literature.</p> <p><b>Parameters by App</b> allows for efficiency improvements from using digital tools. Improvements from <b>Outbreak response</b> tools apply to the case interview, daily monitoring and initial contact notification. Improvements from <b>Proximity tracking/tracing</b> apply to creating a contact list and retrieving information for each contact. <b>Symptom tracking</b> does not currently have any improvements set.</p>				
<b>Generic parameters</b>				
1. Percentage uncertainty		20%		
2. Effect of social distancing (contacts per case)		Median	Min	Max
Low/None		15	12.0	18.0
Medium/Weak		10	8.0	12.0
High/Strong		3	2.4	3.6
User Defined		4	3.2	4.8
3. Travel time for interviews including return trip		45	45	45
Urban settings (minutes)		45		
Rural settings (minutes)		30		
Percentage interviews requiring travel (not by telephone)		0%	0%	0% cambiado
Percentage time that is for rural travel (0% is all urban)		0%	0%	0% cambiado
<b>Parameters by stage</b>				
4. Identify		Length of case interview (mins)	60	
		Time to retrieve information for each contact (mins)	6	
		Time to classify each contact as high or low risk (mins)	5	
		Time to create contact list (mins)	120	
		Time to enter case interview into database (mins)	15	
5. Inform		Length of initial contact interview (mins)	10	
		Time to enter interview from each contact into database (mins)	10	
6. Manage and monitor		Length of daily monitoring interview (mins)	10	10
		Time to update contact status in database (mins)	10	10
7. Test and isolate		Notification, consultation & triage of symptomatic contact (mins)	45	
		Percentage of contacts that become symptomatic	10%	
		Percentage of symptomatic contacts that require treatment	20%	
		Time to refer to care per symptomatic contact (mins)	10 cambiado	
<b>Parameters by digital tool</b>				
7. Efficiency gain for same activity but done via online platform / tool		Percentage		
Outbreak response		50%	cambiado	
Symptom tracking		50%	cambiado	
Proximity tracking/tracing		75%		

Con esos parámetros, se han calculado las necesidades teóricas diarias de rastreadores, para las incidencias de nuevos casos en España desde septiembre 2020 hasta el 22 de febrero 2021. Los resultados para algunos días seleccionados del último mes se muestran en la Tabla 6. Puede apreciarse la gran volatilidad en el número (y tasa por cien mil habitantes) de rastreadores que se derivarían de la herramienta OMS. En el último mes, oscilan entre 6 y 155 rastreadores por 100,000 habitantes.



**Tabla 6.** Número necesario de rastreadores aplicando la herramienta OMS con los parámetros de la tabla 2 al número de nuevos casos diagnosticados en España en días seleccionados

Fecha	Número de nuevos casos	Número necesario de rastreadores	Tasa de rastreadores por 100,000 habitantes
15/01/2021	39,447	154,731	155
1/02/2021	21,284	83,487	83
10/02/2021	9,883	38,767	39
22/02/2021	1,614	6,331	6

En la práctica, el rastreo no es posible para tasas de incidencia como las de mediados de enero 2021 (IA14 en torno a 1,000). Un rango de variación entre 20 y 60 rastreadores por 100,000 habitantes podría ser adecuado, dependiendo de las condiciones locales y la organización del rastreo.

## 10. ¿Qué podría hacerse para mejorar?

1. **Estabilidad** del personal rastreador. La inversión inicial en formación es alta, con una curva de aprendizaje costosa en recursos de todo tipo. Por tanto, en la medida de lo posible los rastreadores deben ser estables. Esta sugerencia atañe en particular a los militares, que prestan un inestimable servicio, el cual podría ser más efectivo si se mantienen las mismas personas a lo largo del tiempo.
2. **Motivación.** El trabajo puede llegar a ser desmotivador, especialmente cuando los rastreadores (altamente motivados y concienciados) se topan con falta de colaboración ciudadana, trabas burocráticas y falta de recursos (por ejemplo para aislar a personas con dificultades para el aislamiento por su situación social patología mental, etc). El trabajo puede llegar a ser monótono y repetitivo. Además de estrategias de motivación y prevención del burnout en el puesto de trabajo, la rotación con otras actividades COVID puede prevenir la fuga de talento de los equipos. Estas debilidades pueden ser contrarrestadas con estrategias de motivación, desarrollo del talento y otras herramientas clásicas de gestión de recursos humanos.
3. **Flexibilidad.** Posiblemente, no exista una estructura u organización "tipo" universalmente óptima. Los rastreadores sanitarios (médicos, enfermeras) tienen la ventaja de que su ámbito de actuación es más amplio (pueden hacer y hacen seguimiento clínico de contactos, por ejemplo, durante los fines de semana, cuando los centros de salud están cerrados). Los trabajadores sociales (Asturias) tienen la ventaja de no descapitalizar el sistema sanitario, con profesionales escasos: otra ventaja es su menor coste salarial y su experiencia en cuanto a interacción humana, conocimiento de la realidad social y empatía. En cualquier caso, se requieren profesionales formados en salud pública como



engranaje esencial en la coordinación de cualquier sistema de rastreo. La experiencia en vigilancia epidemiológica de brotes anteriores ha demostrado ser muy valiosa en el seguimiento COVID.

4. **Sistema ágil de notificación y sanción de incumplimientos.** La colaboración ciudadana se construye apelando a principios morales de bien común. No obstante, el castigo y el temor al mismo pueden jugar un papel fundamental en la colaboración de muchas personas. Debe haber un sistema ágil y efectivo de notificación, y que los equipos de rastreadores tengan una retroalimentación para mejorar el sistema y evitar la desmoralización, pues con frecuencia los equipos señalan que notificar incumplimientos de ciudadanos no tiene efecto alguno. Igualmente, debe haber un sistema sancionador eficaz, proporcionado y rápido, siguiendo el principio asentado en derecho penal de que las penas previenen el delito cuando hay certeza del castigo y cuando entre el delito y el castigo no transcurre mucho tiempo. Países admirados por su colaboración ciudadana como Japón o Corea del Sur, lo son también por su sistema punitivo. Se ha señalado también que el éxito chino tiene relación con el control férreo de los incumplidores, aunque en un contexto político y organizativo distinto.
5. **Escalable, Adaptabilidad y Progresividad.** La capacidad debe poder adaptarse a aumentos exponenciales de casos. El número de rastreadores activos ha de ser variable según la evolución de la epidemia. Esto requiere disponer de una **reserva** de personas formadas, que se podrían ir incorporando en grupos no muy grandes a medida que la epidemia lo vaya requiriendo.
6. Con IA14 de más de 1000 por cien mil (el 2% de la población puede tener infección activa) como en algunas regiones durante la tercera ola, más que rastrear el objetivo sería aislar en un cuasi confinamiento a toda la población, y preparar el sistema, mejorándolo, para cuando baje la incidencia. El propio rastreo general deja de tener sentido porque es imposible cortar la transmisión comunitaria y el número de rastreadores necesarios sobre el papel (ver por ejemplo la herramienta OMS) no es factible. En caso de desbordamiento del sistema, la prioridad sería detectar y aislar el mayor número de casos posible, pudiendo hasta ser el caso el encargado de avisar a los contactos. El equipo de rastreo se puede adaptar fácilmente para informar al caso del resultado y aislar.
7. Idealmente, el rastreo "manual" podría complementarse con otro basado en algoritmos y apps (radar COVID en España). La evidencia disponible hace recomendable que los sistemas de trazado manual incluyan de forma efectiva la información de la APP en sus procedimientos, particularmente en situaciones de alta densidad de población y baja incidencia de la epidemia. También es fundamental que la información sobre las APPs, su funcionamiento y código, y los resultados obtenidos sean abiertamente públicos, como la mejor forma de garantizar su buen funcionamiento y reducir las posibles reticencias. También sería interesante una reflexión sobre la incapacidad de Europa y sus gobiernos para ofrecer un modelo integrado y reflexionar tanto sobre los conceptos de



confidencialidad y bien social como sobre la relación entre gobiernos y compañías tecnológicas.

8. Unos sistemas de información bien articulados, que transfieran automáticamente los datos del rastreo a los registros epidemiológicos y las historias clínicas, y que integren los subsistemas (mutuas de trabajo, salud escolar, residencias) tienen un gran potencial para mejorar la eficiencia del sistema TRA. Nos remitimos a un informe anterior del GTM<sup>61</sup> sobre datos para complementar este punto. Una herramienta centralizada de rastreo, como la que han desarrollado y utilizan en algunas áreas del país, podría ser muy útil.
9. Un sistema de rastreo efectivo y de alta calidad tendría que ser equitativo (facilitar el aislamiento a quien no pudiera y ayudar económicamente a las personas aisladas por las rentas perdidas en su caso), efectivo en cuanto a adherencia a los aislamientos y cuarentenas, y aceptado por la ciudadanía



## Referencias y notas

1

[https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacion\\_306\\_COVID-19.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacion_306_COVID-19.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-Contract-tracing-scale-up.pdf>

<sup>3</sup> <https://www.who.int/godata/about>

<sup>4</sup> En Inglaterra consideran dos etapas más, una inicial (encontrar o identificar) y otra final (apoyar). Se monitoriza semanalmente la eficacia del sistema (<https://covid.i-sense.org.uk/>), que no suele alcanzar el 50%. El servicio centralizado de rastreo está externalizado en una empresa privada (Sitel) que reporta resultados semanalmente. Ver <https://www.gov.uk/government/publications/nhs-test-and-trace-statistics-england-methodology/nhs-test-and-trace-statistics-england-methodology>

<sup>5</sup> Grantz KH, Lee EC, McGowan LD, Lee KH, Metcalf CJE, Gurley ES, et al. 2020. Maximizing and evaluating the impact of test-trace-isolate programs. medRxiv. (<http://dx.doi.org/10.1101/2020.09.02.20186916> doi:10.1101/2020.09.02.20186916)

<sup>6</sup> Lewis, Dyani. Why many countries failed at COVID contact-tracing-but some got it right. *Nature*, 2020, vol. 588, no 7838, p. 384-387.

<sup>7</sup> Smith, L. E., Amlôt, R., Lambert, H., Oliver, I., Robin, C., Yardley, L., & Rubin, G. J. (2020). Factors associated with adherence to self-isolation and lockdown measures in the UK: a cross-sectional survey. *Public Health*, 187, 41-52.

<sup>8</sup> Lewis, Dyani. Why many countries failed at COVID contact-tracing-but some got it right. *Nature*, 2020, vol. 588, no 7838, p. 384-387.

<sup>9</sup> Véase la definición en tabla 3 del documento: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/covid-19-contact-tracing-public-health-management-third-update.pdf>

<sup>10</sup> La definición está en la página 6 del documento del Ministerio de Sanidad: [https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actuaciones\\_respuesta\\_COVID\\_22.10.2020.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actuaciones_respuesta_COVID_22.10.2020.pdf)

<sup>11</sup> El de 3 febrero 2021 en:

[https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/INFORMES/Informes%20COVID-19/INFORMES%20COVID-19%202021/Informe%20COVID-19.%20N%C2%BA%2064\\_03%20de%20febrero%20de%202021.pdf](https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Documents/INFORMES/Informes%20COVID-19/INFORMES%20COVID-19%202021/Informe%20COVID-19.%20N%C2%BA%2064_03%20de%20febrero%20de%202021.pdf)

<sup>12</sup> INDICADORES PRINCIPALES DE SEGUIMIENTO DE COVID-19. Fecha de informe: 28 - ene – 2021. Ministerio de Sanidad.

[https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/informe\\_covid\\_es\\_publico\\_2021-01-28.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/informe_covid_es_publico_2021-01-28.pdf)

<sup>13</sup> García Escudero, L.A.; Gordaliza, A.; Mayo-Íscar, A. & Matrán, C. (2008) A General Trimming Approach to Robust Cluster Analysis. *The Annals of Statistics* 36, pp. 1324-1345.



<sup>14</sup> Fritz, H., García-Escudero, L.A. & Mayo-Iscar, A. (2012). tclust: An R Package for a Trimming Approach to Cluster Analysis. *Journal of Statistical Software* 47 (12), pp. 1-26.

<sup>15</sup> La OMS define un marco global: <https://www.who.int/publications/i/item/contact-tracing-in-the-context-of-covid-19>

<sup>16</sup>

[https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documento/s/COVID19\\_Estrategia\\_vigilancia\\_y\\_control\\_e\\_indicadores.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documento/s/COVID19_Estrategia_vigilancia_y_control_e_indicadores.pdf)

<sup>17</sup> <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/covid-19-contact-tracing-public-health-management-third-update.pdf>

<sup>18</sup> Bradshaw, W. J., Alley, E. C., Huggins, J. H., Lloyd, A. L., & Esvelt, K. M. (2021). Bidirectional contact tracing could dramatically improve COVID-19 control. *Nature communications*, 12(1), 1-9.

<sup>19</sup> <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/coronavirus-government-response-tracker>

<sup>20</sup> <https://ourworldindata.org/grapher/covid-contact-tracing?stackMode=absolute&country=&region=World>

<sup>21</sup> Cristina Hernandez-Quevedo et al (2020). Effective contact tracing and the role of apps: lessons from Europe. *Eurohealth* 26(2).  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336294/Eurohealth-26-2-40-44-eng.pdf>

<sup>22</sup> Jespers et al (Julio 2020) International comparison of COVID-19 testing and contact tracing strategies. [https://kce.fgov.be/sites/default/files/atoms/files/2020-56\\_COVID-19\\_international\\_comparison\\_testing\\_and\\_contact.pdf](https://kce.fgov.be/sites/default/files/atoms/files/2020-56_COVID-19_international_comparison_testing_and_contact.pdf)

<sup>23</sup> <https://ophrp.org/journal/view.php?doi=10.24171/j.phrp.2020.11.1.09>

<sup>24</sup> G. Cencetti, G. Santin, A. Longa, E. Pigani, A. Barrat, C. Cattuto, S. Lehmann, M. Salathé, B. Lepri. Digital proximity tracing on empirical contact networks for pandemic control. *MedRxiv*  
**doi:** <https://doi.org/10.1101/2020.05.29.20115915>

<sup>25</sup> A.J. Kucharski et al. Effectiveness of isolation, testing, contact tracing, and physical distancing on reducing transmission of SARS-CoV-2 in different settings: a mathematical modelling study. *The Lancet Digital Health* Volume 2, Issue 12, December 2020, Pages e658-e666

<sup>26</sup> A. Ferrari et al. Simulating SARS-CoV-2 epidemics by region-specific variables and modeling contact tracing app containment. *npj Digital Medicine* volume 4, Article number: 9 (2021)

<sup>27</sup> William J. Bradshaw, Ethan C. Alley, Jonathan H. Huggins, Alun L. Lloyd & Kevin M. Esvelt . Bidirectional contact tracing could dramatically improve COVID-19 control. *Nature Communications* volume 12, Article number: 232 (2021)

<sup>28</sup> Luca Ferretti, Chris Wymant, Michelle Kendall, Lele Zhao, Anel Nurtay, Lucie Abeler-Dörner, Michael Parker, David Bonsall, Christophe Fraser. Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science* 08 May 2020: Vol. 368, Issue 6491, eabb6936 DOI: 10.1126/science.abb6936

<sup>29</sup> Young Ern Saw et al. Predicting Public Uptake of Digital Contact Tracing During the COVID-19 Pandemic: Results From a Nationwide Survey in Singapore. *J Med Internet Res* 2021;23(2):e24730 doi:10.2196/24730

<sup>30</sup> Sean Han Sheng Lai, Camelia Qian Ying Tang, Asok Kurup & Gowreeson Thevendran .The experience of contact tracing in Singapore in the control of COVID-19: highlighting the use of digital technology. *International Orthopaedics* volume 45, pages65–69(2021)

<sup>31</sup><https://github.com/RadarCOVID/radar-covid-documentation/blob/31793f4d9f776580a846de827832dc5a79a47b08/EIPD.pdf>

<sup>32</sup> [https://techcrunch.com/2020/10/22/france-rebrands-contact-tracing-app-in-an-effort-to-boost-downloads/?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAMc\\_Wk6eCNRnxpOo\\_G9Ep0d4OUf8mbUgfc5xLlZpaX\\_WFVVd0XWNrmx3JGBusAiSZsJNpjKHL4y69dAE0OZG3E506XFdfj5SL8n8l8WLqTxODDT1vXIHVAuEPk0isGQI8ysOGgCfIB4TiUoDg5lf-7hGXin\\_ZuQ9YfNurYJVM9](https://techcrunch.com/2020/10/22/france-rebrands-contact-tracing-app-in-an-effort-to-boost-downloads/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAMc_Wk6eCNRnxpOo_G9Ep0d4OUf8mbUgfc5xLlZpaX_WFVVd0XWNrmx3JGBusAiSZsJNpjKHL4y69dAE0OZG3E506XFdfj5SL8n8l8WLqTxODDT1vXIHVAuEPk0isGQI8ysOGgCfIB4TiUoDg5lf-7hGXin_ZuQ9YfNurYJVM9)

<sup>33</sup> P. Rodriguez et al. Population-based controlled experiment assessing the epidemiological impact of digital contact tracing. *Nature Communications* volume 12, 587 (2021)

<sup>34</sup> [https://www.researchgate.net/publication/344234461\\_Review\\_and\\_Critical\\_Analysis\\_of\\_Privacy-Preserving\\_Infection\\_Tracking\\_and\\_Contact\\_Tracing](https://www.researchgate.net/publication/344234461_Review_and_Critical_Analysis_of_Privacy-Preserving_Infection_Tracking_and_Contact_Tracing)

<sup>35</sup> Eugene Y.Chan, Najam U.Saqib. Privacy concerns can explain unwillingness to download and use contact tracing apps when COVID-19 concerns are high. *Computers in Human Behavior*. Volume 119, June 2021, 106718

<sup>36</sup> Douglas J. Leith. Contact Tracing App Privacy: What Data Is Shared By Non-GAEN Contact Tracing Apps [https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact\\_tracing\\_nongaen\\_app\\_traffic\\_techreport.pdf](https://www.scss.tcd.ie/Doug.Leith/pubs/contact_tracing_nongaen_app_traffic_techreport.pdf)

<sup>37</sup> Leonardo Maccari, Valeria Cagno. Do we need a contact tracing app? *Computer Communications* Volume 166, 15 January 2021, Pages 9-18

<sup>38</sup> Montagni I Roussel N Thiébaud R Tzourio C. The French Covid-19 contact tracing app: knowledge, attitudes, beliefs and practices of students in the health domain. *Journal of Medical Internet Research*, 31 Jan 2021, DOI: [10.2196/26399](https://doi.org/10.2196/26399) PMID: 33566793

<sup>39</sup> BM Zimmermann. Early Perceptions of COVID-19 Contact Tracing Apps in German-Speaking Countries: Comparative Mixed Methods Study. *J Med Internet Res* 2021;23(2):e25525 doi:10.2196/25525

<sup>40</sup> Jose Gonzalez-Cabanas , Angel Cuevas, Ruben Cuevas, Martin Maier. Digital Contact Tracing: Large-scale Geolocation Data as an Alternative to Bluetooth-based Apps' Failure. [https://www.it.uc3m.es/acrumin/papers/COVID\\_BigTechs.pdf](https://www.it.uc3m.es/acrumin/papers/COVID_BigTechs.pdf)

<sup>41</sup> "Radar Covid: solo se han notificado 48.822 casos en la 'app', el 2,06%" Carlos Arganda, 13 Feb 2021. DiarioFarma [https://www.diariofarma.com/2021/02/13/radarcovid-solo-se-han-notificado-48-822-casos-en-la-app-el-206?&utm\\_source=nwlt&utm\\_medium=regular&utm\\_campaign=02/15/2021&utm\\_source=diariofarma&utm\\_campaign=da0f9490eb-20160129MasLeidas\\_COPY\\_01&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_31971fe691-da0f9490eb-244636797](https://www.diariofarma.com/2021/02/13/radarcovid-solo-se-han-notificado-48-822-casos-en-la-app-el-206?&utm_source=nwlt&utm_medium=regular&utm_campaign=02/15/2021&utm_source=diariofarma&utm_campaign=da0f9490eb-20160129MasLeidas_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_31971fe691-da0f9490eb-244636797)

<sup>42</sup> Dar, Aaqib Bashir and Lone, Auqib Hamid and Zahoor, Saniya and Khan, Afshan Amin and Naaz, Roohie, Applicability of Mobile Contact Tracing in Fighting Pandemic (COVID-19): Issues, Challenges and Solutions (April 1, 2020). *Computer Science Review*, 2020, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3683404> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3683404>

<sup>43</sup> M. Kendall. Epidemiological changes on the Isle of Wight after the launch of the NHS Test and Trace programme: a preliminary analysis. Oct, 2020, *The Lancet Digital Health*. DOI [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30241-7](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30241-7)

<sup>44</sup>

Matthew Abueg, Robert Hinch, Neo Wu, Luyang Liu, William Probert, Austin Wu, Paul Eastham, Yusef Shafi, Matt Rosencrantz, Michael Dikovsky, Zhao Cheng, Anel Nurtay, Lucie Abeler-Dörner, David Bonsall, Michael V. McConnell, Shawn O'Banion, Christophe Fraser. Modeling the combined effect of digital exposure notification and non-pharmaceutical interventions on the COVID-19 epidemic in Washington state. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.08.29.20184135>

<sup>45</sup> <https://www.sudouest.fr/2021/01/14/tousanticovid-marque-le-pas-et-n-a-pas-permis-de-larentir-la-propagation-de-l-epidemie-dit-cedric-o-8287407-4696.php?nic>

<sup>46</sup> Chris Wymant , Luca Ferretti , Daphne Tsallis, Marcos Charalambides, Lucie Abeler-Dörner, David Bonsall, Robert Hinch, Michelle Kendall, Luke Milsom, Matthew Ayres, Chris Holmes, Mark Briers, Christophe Fraser. The epidemiological impact of the NHS COVID-19 App. [https://github.com/BDI-pathogens/covid-19\\_instant\\_tracing/blob/master/Epidemiological\\_Impact\\_Supplement.pdf](https://github.com/BDI-pathogens/covid-19_instant_tracing/blob/master/Epidemiological_Impact_Supplement.pdf)

<sup>47</sup> <https://www.gov.uk/government/news/nhs-covid-19-app-alerts-17-million-contacts-to-stop-spread-of-covid-19>

<sup>48</sup> <https://english.alarabiya.net/coronavirus/2021/03/01/Coronavirus-Israel-s-Supreme-Court-bans-unlimited-COVID-19-mobile-phone-tracking>

<sup>49</sup> Swiss Federal Statistical Office, "Swiss covid app monitoring," Accessed on: December 27, 2020. [Online]. <https://www.experimantal.bfs.admin.ch/expstat/en/home/innovative-methods/swisscovid-app-monitoring.assetdetail.13407769.html>

<sup>50</sup> Dominik Menges, Hélène Aschmann, André Moser, Christian L. Althaus, Viktor von Wyl. The role of the SwissCovid digital proximity tracing app during the pandemic response: results for the Canton of Zurich

doi: <https://doi.org/10.1101/2021.02.01.21250972>

<sup>51</sup> Según esta fuente: <https://news.sky.com/story/covid-19-contact-tracers-fired-after-test-and-trace-told-to-reduce-staff-as-case-numbers-fall-12208997>, contratos de dos semanas y retribución de 10libras la hora

<sup>52</sup>

<https://www.covid19healthsystem.org/countries/france/livinghit.aspx?Section=1.4%20Monitoring%20and%20surveillance&Type=Section>

<sup>53</sup><https://www.naccho.org/uploads/full-width-images/Contact-Tracing-Statement-4-16-2020.pdf>

<sup>54</sup> <https://www.astho.org/COVID-19/A-National-Approach-for-Contact-Tracing/>

<sup>55</sup> Tagesschau.de. Corona Monitoring: Many Offices Remain Behind Guidelines. Hamburg: NDR/tagesschau.de, 2020. <https://www.tagesschau.de/investigativ/ndr-wdr/corona-gesundheitsaemter-103.html>

<sup>56</sup> European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Contact tracing for COVID-19: current evidence, options for scale-up and an assessment of resources needed. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-Contract-tracing-scale-up.pdf>

<sup>57</sup> <https://iddynamicsjhu.shinyapps.io/contessa/>. El artículo donde se explica el modelo está disponible en <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.02.20186916v1.full-text>

<sup>58</sup> <https://euro.sharefile.com/share/view/s1df028894aa49abb/fob92ed8-23cb-4b24-a746-524bb6a27843>

<sup>59</sup>

[https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacion\\_306\\_COVID-19.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Actualizacion_306_COVID-19.pdf)

<sup>60</sup> Con los datos de incidencia máxima diaria en el pico de enero, incluso en el supuesto de máxima restricción de contactos interpersonales haría falta un ejército de 308,000 rastreadores, uno por cada 152 habitantes.

<sup>61</sup> [Informe del GTM sobre "Datos e información en la epidemia COVID-19 y propuestas para la evolución digital del sistema de salud"](#). Diciembre 2020.

### Otras referencias complementarias

Bengio, Y., Ippolito, D., Janda, R., Jarvie, M., Prud'homme, B., Rousseau, J. F., ... & Yu, Y. W. (2021). Inherent privacy limitations of decentralized contact tracing apps. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 28(1), 193-195.



---

Bhattacharya, D., & Ramos, L. (2021, January). COVID-19: Privacy and Confidentiality Issues with Contact Tracing Apps. In *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 2009).

Ivers, L. C., & Weitzner, D. J. (2020). Can digital contact tracing make up for lost time?. *The Lancet Public Health*, 5(8), e417-e418.

Kretzschmar, M. E., Rozhnova, G., Bootsma, M. C., van Boven, M., van de Wijgert, J. H., & Bonten, M. J. (2020). Impact of delays on effectiveness of contact tracing strategies for COVID-19: a modelling study. *The Lancet Public Health*, 5(8), e452-e459.

López, J. A. M., Arregui-García, B., Bentkowski, P., Bioglio, L., Pinotti, F., Boëlle, P. Y. & Poletto, C. (2020). Anatomy of digital contact tracing: role of age, transmission setting, adoption and case detection. *medrxiv*.

Munzert, S., Selb, P., Gohdes, A., Stoetzer, L. F., & Lowe, W. (2021). Tracking and promoting the usage of a COVID-19 contact tracing app. *Nature Human Behaviour*, 1-9.

StraitTimes, "Call for more people to use contact-tracing app," Apr. 2020. [Online]. Available: <https://www.straitstimes.com/singapore/call-for-more-people-to-use-contact-tracing-app>