14 de agosto de 2025

Información sobre el sarampión para profesionales del agua

Mensajes clave

El sarampión es una enfermedad viral extremadamente contagiosa, prevenible mediante vacunación, que puede propagarse incluso después de una exposición breve. Si bien la mayoría de las personas en EE. UU. se recuperan sin complicaciones, los riesgos siguen siendo graves. Aunque el sarampión se declaró erradicado en EE. UU. en el año 2000, se han notificado más casos en 2025 que en cualquier otro año desde 1992.

¿Qué sabemos a partir de la vigilancia clínica?

- El sarampión es una enfermedad de notificación obligatoria a nivel nacional en EE. UU., cuyo seguimiento se realiza a través del Sistema de Vigilancia de Enfermedades de Notificación Obligatoria a Nivel Nacional, con actualizaciones semanales proporcionadas por los CDC.
- La vacunación generalizada desde la década de 1960 ha conllevado a una drástica disminución de casos y muertes por sarampión.
- Al 5 de agosto de 2025, se habían notificado en EE. UU. un total de 1,356 casos de sarampión, 171 hospitalizaciones y 3 muertes; esta es la cifra más alta desde 1992.
- Como los síntomas del sarampión se parecen a los de otras enfermedades febriles con erupción cutánea, se recomienda confirmación mediante pruebas de laboratorio para todos los casos sospechosos.
- La erupción clásica del sarampión suele aparecer unos 14 días después de la exposición (rango: 7 a 21 días), tras un pródromo de fiebre alta, tos, secreción nasal y conjuntivitis.
- Las complicaciones pueden incluir diarrea, infecciones de oído, neumonía, crup, convulsiones febriles, encefalitis, panencefalitis esclerosante subaguda, inmunosupresión (“amnesia inmunológica”) y la muerte.
- Las personas vacunadas mantienen un bajo riesgo y tienen menos probabilidades de transmitir el virus si se infectan.

El rol de la vigilancia de aguas residuales

- Se ha detectado ARN del virus del sarampión (MeV) en aguas residuales mediante métodos de PCR y secuenciación en múltiples estudios realizados en Europa y Norteamérica.
- En EE. UU., las pruebas en aguas residuales para detectar ARN del MeV de tipo silvestre se llevan a cabo a través de WastewaterSCAN y el contrato nacional de análisis del Sistema Nacional de Vigilancia de Aguas Residuales.
- Algunos departamentos de salud estatales y locales han implementado pruebas adicionales en respuesta a los brotes de sarampión de 2025, con el apoyo técnico y la validación de los ensayos por parte de los CDC.
- La vigilancia de las aguas residuales puede proporcionar una alerta temprana sobre la circulación del sarampión, ayudar a monitorear las tendencias a nivel comunitario y complementar la notificación de casos clínicos, aunque no puede identificar casos individuales ni proporcionar recuentos exactos de infecciones.

Qué deben saber los trabajadores de aguas residuales

- La vacunación es la mejor protección contra el sarampión, y dos dosis de la vacuna MMR tienen una eficacia aproximada del 96% para prevenir la infección.
- Los trabajadores nacidos en 1957 o después deben verificar su estado de vacunación contra el sarampión a través del departamento de salud estatal o su estado de inmunidad a través de su proveedor de atención médica para determinar si es necesario que se vacunen.
- El ARN del MeV puede estar presente en las aguas residuales en áreas con transmisión activa, pero su infectividad en estas aguas aún es incierta.
- La exposición a patógenos en aguas residuales sin tratar puede ocurrir por inhalación de aerosoles, salpicaduras en los ojos o la boca, o contacto con superficies contaminadas.
- El riesgo se puede minimizar realizando evaluaciones de riesgos en el trabajo, usando equipo de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) adecuado, practicando una buena higiene y desinfectando las superficies con productos registrados por la EPA (Lista Q).
- Cualquier persona que crea que puede tener sarampión debe ponerse en contacto con un proveedor de la atención médica para que la evalúe.

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Contenidos

Secciones

Mensajes clave _____ 1
Por qué es preocupante _____ 2
Acerca del virus _____ 3
Descripción general de la enfermedad __ 3
Presencia en aguas residuales _____ 5
Idoneidad para vigilancia de aguas residuales _____ 7
Prevención de infecciones al trabajar con aguas residuales _____ 9
Referencias _____ 13
Autores, revisores y descargo de responsabilidad _____ 16

Figuras y tablas

Figura 1: Casos y muertes por sarampión notificados en EE. UU., 1919 a 2025 ____ 2
Figura 2: Micrografía electrónica de transmisión del virus del sarampión ____ 3
Tabla 1: Detección de ARN del virus del sarampión en muestras de aguas residuales, 2013 a 2025 _____ 8
Figura 3: Colocarse y quitarse el equipo de protección personal _____ 12

¿Por qué es preocupante?

El sarampión fue declarado erradicado en Estados Unidos en el año 2000, debido a que no se había documentado ninguna transmisión comunitaria durante 12 meses y todos los casos notificados ese año estaban relacionados con viajes internacionales (U.S. CDC 2025b). Este hito en la salud pública fue posible gracias a la vacunación generalizada después de la introducción de las primeras vacunas contra el sarampión en 1963[1].

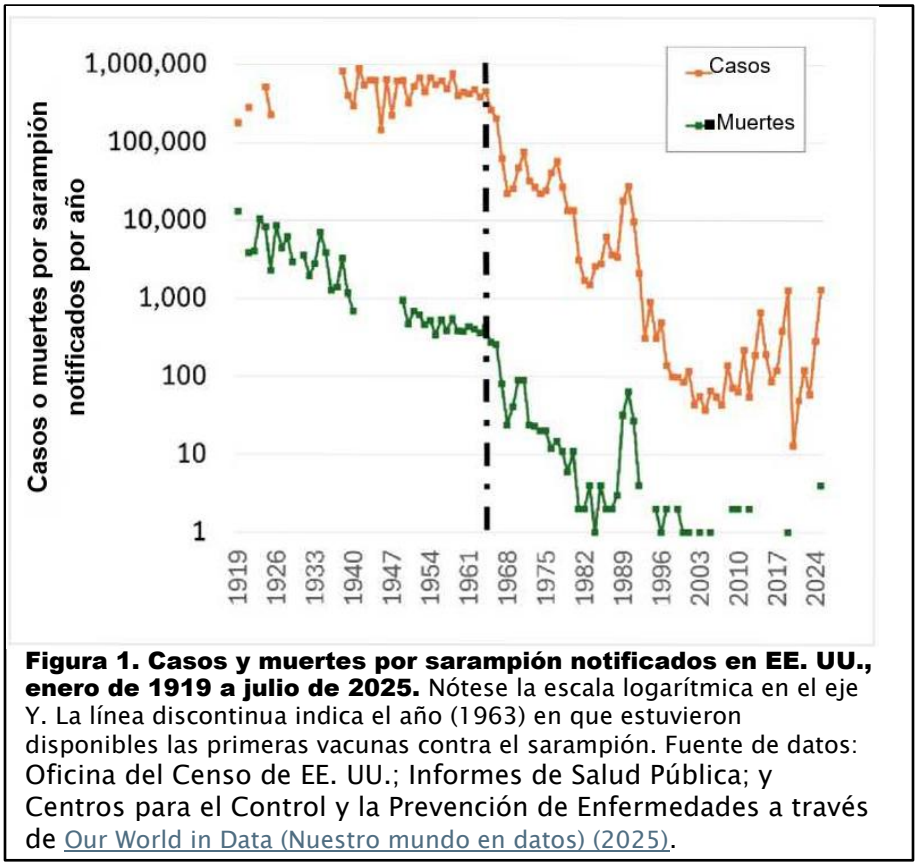


Figura 1. Casos y muertes por sarampión notificados en EE. UU., enero de 1919 a julio de 2025. Nótese la escala logarítmica en el eje Y. La línea discontinua indica el año (1963) en que estuvieron disponibles las primeras vacunas contra el sarampión. Fuente de datos: Oficina del Censo de EE. UU.; Informes de Salud Pública; y Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades a través de Our World in Data (Nuestro mundo en datos) (2025).

La Figura 1 (nótese la escala logarítmica) ilustra la disminución drástica de los casos y muertes por sarampión antes y después de la disponibilidad de la vacuna. Cabe señalar que los datos de casos previos a la vacunación que se muestran probablemente son subestimaciones. Los CDC estiman que entre 3 y 4 millones de personas se infectaron con sarampión anualmente durante

[1] Las primeras vacunas contra el sarampión se autorizaron en EE. UU. el 21 de marzo de 1963: una vacuna inactivada desarrollada por Pfizer (Pfizer-Vax Measles-K) y una vacuna atenuada desarrollada por Merck (Rubeovax). Sin embargo, la vacunación generalizada contra el sarampión no comenzó hasta 1965, cuando la Ley de Asistencia para la Vacunación renovada incluyó el sarampión entre las vacunas elegibles para financiación federal, lo que amplió de manera significativa el acceso y la infraestructura de salud pública para la administración de vacunas (Ratner 2025).

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

la década anterior a la introducción de la vacuna (U.S. CDC 2025b).

A pesar del éxito significativo del programa de vacunación contra el sarampión, EE. UU. ha experimentado recientemente un resurgimiento de casos. Entre el 1 de enero y el 5 de agosto de 2025, se registraron 1,356 casos confirmados de sarampión, 3 muertes por sarampión y 32 brotes, lo que representa el peor año en cuanto a la incidencia de sarampión en EE. UU. desde 1992 (U.S. CDC 2025b).

El sarampión es una enfermedad viral extremadamente contagiosa que puede transmitirse incluso después de una breve exposición. Si bien la mayoría de las personas en EE. UU. se recuperan sin complicaciones, los riesgos siguen siendo graves, especialmente para los niños (APHA 2022). De acuerdo con los CDC (U.S. CDC 2025d):

- Aproximadamente 1 de cada 5 personas no vacunadas con sarampión requiere hospitalización
- 1 de cada 20 niños con sarampión desarrolla neumonía
- 1 de cada 1,000 niños con sarampión desarrolla encefalitis
- Entre 1 y 3 de cada 1,000 niños con sarampión mueren

Además, la infección por sarampión puede afectar la memoria inmunológica, reduciendo así la inmunidad a otras enfermedades (Griffin 2010) y aumentando el riesgo de muerte por otras enfermedades infecciosas en los 2 o 3 años posteriores a la infección (Mina et al. 2015).

Acerca del virus

El virus del sarampión (MeV) es un virus de ARN monocatenario, esférico y con envoltura, perteneciente al género Morbillivirus de la familia Paramyxoviridae (véase **Figura 2**). Cada virión mide generalmente entre 100 y 200 nm y contiene un genoma de 15 894 nucleótidos (Phan et al. 2018; Bankamp et al. 2024). Existe un único serotipo (o tipo antigénico) del MeV, lo que significa que las vacunas contra el sarampión —autorizadas originalmente en 1963— continúan siendo eficaces (U.S. CDC 2021). Existen 24 genotipos distribuidos en 8 clados (de A a H), siendo todos los genotipos del clado A derivados de vacunas y los clados B a H corresponden al MeV de "tipo silvestre" (Riddell et al. 2005). De los genotipos de tipo silvestre, se cree que solo B y D están actualmente en circulación (Mathis et al. 2025).

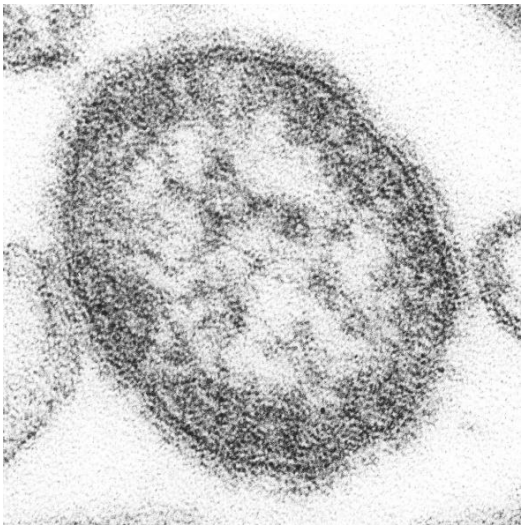


Figura 2. Micrografía electrónica de transmisión del virus del sarampión. Fuente: Biblioteca de imágenes de salud pública de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de EE. UU; de dominio público.

Descripción general de la enfermedad

Reservorios de animales: No se conocen reservorios no humanos para el sarampión (APHA 2022).

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Período de incubación: El tiempo transcurrido entre la exposición al sarampión y la aparición de sarpullido característico es de 14 días en promedio, con un rango de 7 a 21 días (U.S. CDC 2021). Como se describe a continuación, los síntomas suelen aparecer antes de la aparición de sarpullido, y una persona infectada con sarampión puede transmitir la enfermedad hasta 4 días antes de que se manifieste el sarpullido (APHA 2022).

Características clínicas: La infección por sarampión progresa a través de un "pródromo" antes de la aparición de la erupción característica (U.S. CDC 2021; APHA 2022):

- El pródromo puede durar de 1 a 7 días, pero generalmente es de 2 a 4 días, y se asocia con fiebre (que puede alcanzar un pico de 103 a 105°F), tos, secreción nasal (coriza) e inflamación de la membrana transparente que cubre la parte blanca del ojo (conjuntivitis).
- El sarpullido aparece inicialmente en la línea del cabello y en la cara, extendiéndose posteriormente hacia las manos y los pies. El sarpullido, que puede persistir de 4 a 7 días, puede provocar descamación de las lesiones en las áreas más afectadas.

Las posibles complicaciones de la infección por sarampión que pueden presentarse hasta 4 semanas después del sarpullido incluyen: diarrea, infección de oído (otitis media), neumonía (que se presenta en 1 de cada 20 niños con sarampión), crup (laringotraqueobronquitis), convulsiones febriles, inflamación cerebral (encefalitis; que se presenta en 1 de cada 1,000 niños con sarampión) y muerte (que se presenta en 1 a 3 de cada 1,000 niños con sarampión). Entre 1987 y 2000 en EE. UU., se informó que el 30% de los casos de sarampión tuvieron una o más complicaciones, y las complicaciones ocurrieron más comúnmente en niños menores de 5 años y en adultos (U.S. CDC 2021; APHA 2022). Aproximadamente el 20% de las personas no vacunadas que contraen sarampión requieren hospitalización. Además, la panencefalitis esclerosante subaguda (SSPE, por sus siglas en inglés), una enfermedad neurológica rara, progresiva y mortal, se desarrolla en aproximadamente 1 de cada 10,000 casos de sarampión, 5 o más años después de la infección (APHA 2022). El riesgo de SSPE es mayor cuando la infección por sarampión ocurre en una edad temprana (Mubbashir et al. 2025).

Otra complicación de la infección por sarampión está relacionada con la amnesia inmunológica —o pérdida de la inmunidad adquirida contra otras enfermedades— inducida por el MeV. Mina et al. (2019) documentaron la eliminación de entre el 11% y el 73% de los anticuerpos contra otros patógenos en 77 niños no vacunados dos meses después de la infección natural por sarampión. Estos efectos en el sistema inmune no se observaron en los niños vacunados. Existe un mayor riesgo de muerte por otras enfermedades infecciosas entre 2 y 3 años después de la infección por sarampión, probablemente debido a esta amnesia inmunológica (Mina et al. 2015).

Transmisión: El sarampión es una de las enfermedades infecciosas de más fácil transmisión (APHA 2022). Cada persona infectada con sarampión puede potencialmente infectar a entre 12 y 18 personas no vacunadas, o incluso más (Guerra et al. 2017), y se cree que un breve período de contacto limitado puede resultar en la transmisión. El virus del sarampión se propaga principalmente a través de gotitas respiratorias —incluso secreciones nasales y faríngeas y saliva— a corta distancia, pero también puede transmitirse mediante pequeñas partículas de aerosol que permanecen en el aire durante varias horas (Moss and Griffin 2024). Además, puede propagarse a través del contacto directo con las secreciones nasales y de la garganta de personas infectadas, y potencialmente a través del contacto con elementos recién manchados con secreciones nasales y de la garganta (p. ej., ropa, pañuelos de papel; APHA 2022). Las personas infectadas pueden transmitir el virus hasta 4 días antes de que aparezca

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

el sarpullido característico, incluso siendo asintomáticas. Las personas vacunadas contra el sarampión tienen menos probabilidades de transmitir el virus a otras personas si se infectan (Evans et al. 2024; Tranter et al. 2024).

***Diagnóstico*:** El diagnóstico del sarampión requiere pruebas especializadas realizadas por un profesional médico con confirmación de laboratorio. Además del sarampión, existen muchas otras causas de enfermedades febriles con sarpullido, como chikungunya, dengue, roséola, rubéola, escarlatina, toxoplasmosis, varicela y otras (APHA 2022). Por lo tanto, los CDC recomiendan la toma de muestras clínicas para la confirmación de laboratorio de todos los casos sospechosos de sarampión (U.S. CDC 2024). Las pruebas diagnósticas suelen realizarse mediante pruebas serológicas para detectar anticuerpos de inmunoglobulina M (IgM) específicos del sarampión, o mediante la reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa en tiempo real (RT-PCR) para detectar ARN del virus del sarampión a partir de una muestra nasofaríngea o faríngea, o de una muestra de orina o sangre (APHA 2022). Tanto las pruebas serológicas como las de RT-PCR pueden dar falsos negativos, dependiendo del momento en que se realicen. El aislamiento del MeV a partir de una muestra nasofaríngea, faríngea, de orina o de sangre en cultivo celular dentro de los primeros 8 días posteriores a la aparición del sarpullido también puede utilizarse para confirmar el diagnóstico de sarampión.

Grupos de riesgo: Cualquier persona que no esté protegida contra el sarampión —ya sea por una infección previa o por vacunación— es susceptible a contraer la enfermedad. Según una revisión sistemática, se estima que la eficacia de la vacuna contra el sarampión es del 95% después de una sola dosis y del 96% después de dos dosis (Di Pietrantonj et al. 2021). Los grupos de riesgo de sufrir complicaciones graves por el sarampión incluyen: niños menores de 5 años, adultos mayores de 20 años, mujeres embarazadas y personas con sistemas inmunes debilitados (APHA 2022).

Mortalidad: Se estima que la tasa de mortalidad de casos (CFR, por sus siglas en inglés) por sarampión es del 0.1% en países de altos ingresos, pero puede llegar del 1 al 3% en países de ingresos bajos y medios, y del 10 al 30% en campos de refugiados y otras comunidades con desnutrición crónica y acceso deficiente a servicios de salud (APHA 2022; Sbarra et al. 2023). La CFR por sarampión en EE. UU. en lo que va de 2025 es del 0.2% (3 muertes de 1,356 casos confirmados) al 5 de agosto de 2025 (U.S. CDC 2025b). La infección por sarampión durante el embarazo puede causar mortinatos y abortos espontáneos (APHA 2022).

Vigilancia clínica: Desde 1912, el sarampión es una enfermedad de notificación obligatoria a nivel nacional en los EE. UU., y los casos se monitorean actualmente a través del Sistema de Vigilancia de Enfermedades de Notificación Obligatoria a Nivel Nacional (NNDSS, por sus siglas en inglés). El NNDSS se basa en la notificación voluntaria de casos de aproximadamente 120 enfermedades, incluyendo aquellos que cumplen con la definición de caso de sarampión/rubéola. El sarampión es una enfermedad de notificación inmediata. Los departamentos de salud estatales deben notificar los casos de sarampión a los CDC en un plazo de 24 horas. Puede encontrar información sobre casos y brotes de sarampión en el sitio web de los CDC: Casos y brotes de sarampión | Sarampión (Rubéola) | CDC.

Presencia en aguas residuales

Excreción del virus por parte de individuos infectados: Las personas infectadas con sarampión pueden excretar el MeV en exudado faríngeo, la saliva, el esputo y la orina, las cuales pueden llegar a los sistemas de aguas residuales. Tanto el ARN del MeV (Mosquera et al. 2005; Hummel et al. 2006; Magurano et al. 2012; Takao et al. 2012; Michel et al. 2013) como el virus infeccioso (Gresser and Katz 1960; Mosquera et al. 2005) se han recuperado en

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

excreciones de personas infectadas. Por ejemplo:

- Gresser y Katz (1960) recuperaron el MeV infeccioso de la orina en 6 de 11 pacientes pediátricos, comenzando 1 día antes de la aparición de sarpullido y hasta 4 días después.
- Mosquera et al. (2005) encontraron ARN del MeV en el exudado faríngeo, el suero y la orina del 75% de los pacientes 6 días después del inicio del sarpullido, y recuperaron virus infeccioso del exudado faríngeo (75%) y de la orina (25%) en el mismo momento.
- Magurano et al. (2012) detectaron ARN del MeV en el 48% (199 de 414) de las muestras de saliva y orina de individuos infectados mediante RT-PCR.
- Takao et al. (2012) detectaron ARN del MeV en hisopados nasofaríngeos y orina de 8 de 26 casos confirmados de sarampión, entre 4 y 8 días después de la aparición del sarpullido.

Con el fin de evaluar la viabilidad de las pruebas de aguas residuales para la vigilancia del sarampión, Chen y Bibby (2025), estimaron las concentraciones de ARN del MeV (en copias de genes por ml) en las excreciones de la siguiente manera:

- Saliva: media = $10^{6.4}$; rango = $10^{0.62}$ a 10^{11}
- Esputo: media = $10^{5.5}$; rango = $10^{0.84}$ a $10^{9.0}$
- Orina: media = $10^{9.3}$; rango = $10^{2.4}$ a $10^{9.3}$
- Heces: actualmente no hay datos publicados disponibles

Detección en aguas residuales: Los métodos moleculares (es decir, independientes del cultivo) se utilizan comúnmente para detectar el ARN del MeV en aguas residuales. Estos incluyen PCR digital (Gan et al. 2025), PCR digital de gotas (Wu et al. 2024) y PCR cuantitativa/en tiempo real (Benschop et al. 2017; Hayes et al. 2023; Kasprzyk-Hordern et al. 2023; Joseph et al. 2025; Rector et al. 2025; Tomalty et al. 2025). Los ensayos de PCR se pueden diseñar para diferenciar entre cepas silvestres y cepas vacunales, y los enfoques de PCR se utilizaron para detectar el genotipo de tipo silvestre D8 en las aguas residuales de Bruselas (Rector et al. 2025) y la cepa vacunal (genotipo A) en las aguas residuales de Ottawa (Tomalty et al. 2025). Además de los métodos de PCR, también se han utilizado técnicas de secuenciación para confirmar la presencia de ARN del MeV en aguas residuales e identificar el genotipo del virus. Por ejemplo, el genotipo B3 de tipo silvestre se detectó en aguas residuales de Houston mediante técnicas de secuenciación (Javornik Cregeen et al. 2025).

La detección de ARN del MeV mediante métodos basados en PCR no implica necesariamente la presencia de virus infecciosos. Hasta donde sabemos, ningún estudio ha intentado cultivar el MeV a partir de aguas residuales no tratadas.

Persistencia en el ambiente y en las aguas residuales no tratadas: Si bien no disponemos de datos sobre la persistencia del MeV infeccioso en aguas ambientales o residuales, Wu et al. (2024) demostraron que el ARN del MeV añadido a las aguas residuales de afluente persistió durante días a semanas, dependiendo del grado de persistencia de la concentración inicial añadida (baja = $10^{6.2}$ copias de genes/L frente a alta = $10^{7.1}$ copias de genes/L) y la temperatura (4°C vs. temperatura ambiente). El tiempo necesario para la degradación del 10% del ARN del MeV añadido osciló entre 6.2 días (baja concentración añadida a temperatura ambiente) y 41 días (alta concentración añadida a 4°C), lo que sugiere que el ARN del MeV podría ser razonablemente persistente en las aguas residuales. Sin embargo, este estudio no proporciona información sobre la persistencia del virus infeccioso.

Lo que pasa con MeV en los procesos de tratamiento de aguas residuales: La mayoría de las investigaciones sobre el comportamiento de los virus en el tratamiento de aguas

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

residuales se han enfocado en los virus entéricos no envueltos[2] (p. ej., norovirus, adenovirus), que son conocidos por su persistencia ambiental (Katayama et al. 2008; Kitajima et al. 2014; Schmitz et al. 2016). En contraste, los virus envueltos —como el MeV, el virus de la gripe, el virus sincitial respiratorio y el SARS-CoV-2— generalmente se consideran más susceptibles a la inactivación debido a su envoltura lipídica. (Chagroun et al. 2024). Hasta la fecha, ningún estudio ha evaluado directamente que le pasa al ARN del MeV o del MeV infeccioso en los procesos de tratamiento de aguas residuales. Wu et al. (2024) descubrieron que el ARN del MeV se distribuye en la fracción sólida de las aguas residuales, con un coeficiente de partición (Kd) de 219.1 ± 99.3 mL/g. Esto significa que entre el 2% y el 11% del ARN del MeV estaría asociado a la fracción sólida del afluente bruto (suponiendo TSS = 150 a 400 mg/L). Comprender este comportamiento de partición es importante porque ayuda a determinar cómo se desplaza el MeV y cómo se elimina mediante los procesos de tratamiento.

Se necesitan más investigaciones para comprender que le pasa al MeV infeccioso en los sistemas de aguas residuales. No obstante, se espera que las prácticas actuales de tratamiento y monitoreo de aguas residuales y agua potable sean suficientes para proteger la salud pública y el medio ambiente.

Idoneidad para la vigilancia en aguas residuales

Diversos estudios han demostrado la detección de ARN del virus del sarampión (MeV) en aguas residuales mediante métodos basados en PCR y secuenciación en Europa y Norteamérica, como se resume en la Tabla 1. En contraste, estudios realizados en Canadá, Corea y Malawi no detectaron ARN del MeV en muestras de aguas residuales procedentes de sistemas de recolección o instalaciones de recuperación de recursos hídricos (WRRF), si bien a menudo se desconocía la prevalencia del sarampión en la comunidad en el momento de la toma de muestras (Hayes et al. 2023a; Kim et al. 2024; Holm et al. 2025). El tamaño de la cuenca de alcantarillado, el número de personas infectadas y la sensibilidad del método pueden influir en la detección del sarampión en aguas residuales. Chen y Bibby (2025) estiman que, para una WRRF promedio en EE. UU., detectar el virus del sarampión en aguas residuales con una probabilidad del 50% requeriría una persona infectada por cada 1,300 personas en la cuenca de alcantarillado (o 78 casos por cada 100,000 personas)[3].

En EE. UU:, las pruebas de aguas residuales para detectar el sarampión se realizan a través de WastewaterSCAN y el contrato nacional de análisis del NWSS.

- WastewaterSCAN (2025) comenzó a analizar muestras de aguas residuales para detectar ARN del MeV de tipo silvestre en todos los sitios participantes en su programa a partir del 13 de mayo de 2025. Entre el 13 de mayo y el 8 de agosto de 2025, se notificaron 39 casos positivos de ARN del MeV de tipo silvestre en 15 sitios de California, Colorado, Connecticut, Florida, Idaho, Iowa, Indiana, Kansas, Maryland, Michigan, Nevada y Utah. La mayoría de estos sitios (11 de 15) registraron un único caso positivo durante este período. Estos casos se detectaron entre un total de 5,457 muestras recolectadas y analizadas para detectar el MeV en 147 WRRF en 40 estados (A. Bidwell, comunicación personal, 11 de agosto de 2025).

[2] Los virus entéricos están definidos por su hábitat, a saber, el tracto gastrointestinal de los mamíferos. Incluyen virus en el género *Enterovirus* (por ejemplo, coxsackievirus, echovirus, enterovirus, poliovirus, y rinovirus), pero también adenovirus, astrovirus, norovirus, rotavirus, y otros.

[3] Esto supone un límite de detección del proceso de detección de 103 copias de genes por L (Chen and Bibby 2025).

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

- El programa CDC NWSS incorporó el 28 de julio de 2025 las pruebas de ARN del MeV de tipo silvestre a su contrato nacional de análisis. Al 11 de agosto de 2025, este contrato de evaluación nacional abarcaba más de 200 sitios en 38 jurisdicciones. Cuando se detecta sarampión en una muestra de aguas residuales, los CDC alertan en un plazo de 24 horas desde la detección al coordinador de aguas residuales, al epidemiólogo principal del estado/jurisdicción y a otros socios de confianza, a quienes, a su vez, se les exhorta a comunicar los resultados al socio del servicio público correspondiente.

Además, algunos departamentos de salud estatales y locales han comenzado a analizar las aguas residuales para detectar ARN del MeV en respuesta a los brotes de sarampión que afectan a varios estados. Los CDC están brindando apoyo activo a estas comunidades mediante asistencia técnica y esfuerzos de validación de ensayos.

La vigilancia de las aguas residuales puede servir como herramienta de advertencia temprana, complementando los datos clínicos para ayudar a hacer seguimiento de las tendencias de transmisión e informar las respuestas de salud pública. La detección positiva de ARN del MeV de tipo silvestre indica la presencia del virus del sarampión en la comunidad y puede indicar transmisión a nivel comunitario, aunque no permite identificar casos individuales ni cuantificar el número de infecciones.

Se exhorta a las empresas de servicios públicos que coordinen con sus socios de salud pública para determinar si el MeV se incluye en las pruebas de aguas residuales de su comunidad y, de ser así, si el análisis se centra en la cepa silvestre del MeV o si incluye la cepa vacunal. Se exhorta a las empresas de servicios públicos a proporcionar muestras para hacer pruebas de MeV si se sienten cómodas haciéndolo, ya que estos esfuerzos pueden contribuir a proteger la salud pública y facilitar la toma de decisiones oportunas a nivel comunitario.

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Tabla 1. Detección de ARN del virus del sarampión en muestras de aguas residuales, 2013 a 2025

Ubicación(es) de la muestra	Año(s) de recolección de la muestra	Escala de la muestra	Tipo de muestra	Método analítico	Tasa de detección (%)	Cepa y genotipo (si se determina)	Referencia
Múltiples ubicaciones en Países Bajos	2013	Escuelas secundarias; vecindarios	Residuos sépticos	RT-PCR y secuenciación	6/56 (11%)	Tipo silvestre; D8	Benschop et al. (2017)
Ottawa, Canadá	2020–2024	WRRF	Lodo primario compuesto de 4 horas	RT-PCR y secuenciación	11/135 (8.1%)	Cepa vacunal; A	Tomalty et al. (2025)
Chicago, Illinois	2024	Pozo que capta los flujos de una instalación	Aguas residuales no procesadas	ddPCR	1/1 (100%)	Tipo silvestre; no diferenciado entre B3 y D8	Wu et al. (2024)
Lausanne, Suiza	2024	WRRF	Afluente compuesto de 24 horas	dPCR	9/64 (14%)	Tipo silvestre; no diferenciado entre B3 y D8	Gan et al. (2025)
Houston, Texas	2025	WRRF	Afluente	ddPCR y secuenciación	2/2 (100%)	Tipo silvestre; B3	Javornik Cregeen et al. (2025)
Dos ciudades sin nombre, Texas	2025	WRRF	Afluente compuesto de 24 horas	RT-PCR y secuenciación	13/22 (59%)	Tipo silvestre; D8	Joseph et al. (2025)
Bruselas, región de Bélgica	2024	WRRF (5 total)	Afluente compuesto de 24 horas	RT-PCR y secuenciación	5/29 (17%); todo en 1 WRRF	Tipo silvestre; D8	Rector et al. (2025)

***Abreviaturas**: dPCR = PCR digital; ddPCR = PCR digital de gotas; RT-PCR = PCR en tiempo real; PCR = reacción en cadena de la polimerasa; WRRF = instalación de recuperación de recursos hídricos*

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Prevenir la infección al trabajar con aguas residuales

Vías de exposición: Persiste la incertidumbre con respecto a la presencia y persistencia del MeV infeccioso en aguas residuales y lo que eso significa para los trabajadores que manipulan dichas aguas. Sin embargo, la exposición al MeV y otros patógenos puede ocurrir por inhalación de aerosoles durante la recolección y el tratamiento de aguas residuales, o por salpicaduras que entren en contacto con los ojos, la boca u otras membranas mucosas (WEF 2020). También es posible la transmisión a través de fómites. Por lo tanto, el contacto con superficies contaminadas y luego tocarse la cara, especialmente los ojos o la nariz, puede provocar una infección. Las superficies cercanas a los equipos de tratamiento de aguas residuales suelen estar contaminadas, y el riesgo de transmisión de cualquier patógeno infeccioso puede aumentar en personas con cortes, abrasiones o heridas abiertas.

Los trabajadores de aguas residuales pueden exponerse al sarampión por contacto con personas infectadas. Como se mencionó anteriormente, el sarampión es una de las enfermedades infecciosas más contagiosas, y su transmisión se produce con una breve exposición (APHA 2022). El virus se transmite a través de gotitas respiratorias, secreciones nasales o de la garganta, y posiblemente mediante objetos personales contaminados como ropa o ropa de cama. Cabe destacar que las personas infectadas incluso siendo asintomáticas, pueden transmitir el virus hasta 4 días antes de que aparezca el sarpullido característico, lo que dificulta la identificación y el aislamiento de las personas contagiosas.

Medidas de prevención de infección: La vacunación es la forma más confiable de prevenir la infección por sarampión. Además, las recomendaciones de seguridad laboral del Panel de Listón Azul (WEF 2020) siguen siendo relevantes para los trabajadores de aguas residuales en relación con todos los agentes infecciosos presentes en estas aguas residuales. Estas recomendaciones son consistentes con las pautas de los CDC para reducir los riesgos para la salud de los trabajadores que manipulan desechos humanos o aguas residuales (U.S. CDC 2023). Comprender los productos desinfectantes adecuados, realizar evaluaciones de seguridad laboral, practicar una buena higiene y usar equipos de protección personal son factores clave para prevenir las infecciones por patógenos presentes en las aguas residuales.

Vacunación

- La vacunación es la mejor manera de prevenir la infección por sarampión: En EE. UU., la vacuna contra el sarampión solo está disponible en formulaciones combinadas: con paperas y rubéola (MMR) o con paperas, rubéola y varicela (MMRV). La vacuna MMRV está autorizada únicamente para niños de 1 a 12 años.
- En la actualidad, en EE. UU., hay dos vacunas MMR de virus vivos atenuados autorizadas:
    - M-M-R II® (Merck & Co., Inc.)
    - PRIORIX® (GlaxoSmithKline Biologicals)
- La eficacia de las vacunas es alta: Según las estimaciones de los CDC, dos dosis de una vacuna contra el sarampión (generalmente la MMR) tienen una eficacia del 97% (rango: 67 %–100 %) para prevenir el sarampión, mientras que una sola dosis tiene una eficacia del 93% (rango: 39%–100%) (U.S. CDC 2025c). Estos números se alinean con una revisión sistemática de Di Pietrantonj et al. (2021), que indicó una eficacia de las vacunas del 95% después de una dosis y del 96% después de dos dosis.
- Las reacciones adversas a la vacuna MMR son poco frecuentes: Entre 2015 y 2024, se notificaron un total de 46,305 eventos adversos para todos los tipos de la vacuna MMR en el Vaccine Adverse Event Reporting System (VAERS) (Sistema de

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Notificación de Eventos Adversos Relacionados con las Vacunas) (U.S. HHS 2025). Durante el mismo período, se administraron aproximadamente 65.6 millones de dosis de MMR en EE. UU., según datos de cohortes de nacimiento (Statista 2025) y tasas de vacunación estimadas del 90% para una dosis de MMR y del 85% para dos dosis de MMR (U.S. CDC 2025a). Esto corresponde a una incidencia de reacciones adversas del 0.07% o 1 de cada ~1,400 personas que recibieron la vacuna MMR. Las reacciones adversas más comunes fueron leves, incluso fiebre, sarpullido, enrojecimiento, hinchazón y dolor localizados en el sitio de la inyección (U.S. HHS 2025).

- Las recomendaciones para adultos con respecto a las vacunas de los CDC son las siguientes:
    - Se presume que los adultos nacidos antes de 1957 son inmunes debido a una infección previa y no necesitan la vacuna MMR.
    - Para los adultos nacidos en 1957 o después que hayan recibido dos dosis de la vacuna contra el sarampión con virus vivos atenuados, no se requieren dosis adicionales. Quienes tengan dudas sobre su estado de vacunación pueden solicitar sus registros al departamento de salud de su estado.
    - Si los registros indican que solo recibieron una dosis de la vacuna inactivada contra el sarampión (utilizada en ~5% de las dosis entre 1963 y 1967), se recomiendan 2 dosis de la vacuna MMR actual, con un intervalo de ≥28 días.
    - Las personas que hayan tenido una infección por sarampión confirmada por laboratorio no necesitan vacunarse.
    - Quienes desconozcan su estado inmune y no puedan encontrar sus registros pueden solicitar una prueba de anticuerpos IgG contra el sarampión y, si no son inmunes, deben recibir 2 dosis de la vacuna MMR, con un intervalo de ≥28 días.
    - Las personas que estén completamente vacunadas no necesitan una dosis de refuerzo.

Productos desinfectantes

- Al igual que otros virus con envoltura, se espera que el MeV tenga menor resistencia intrínseca a la inactivación mediante métodos de desinfección químicos y físicos en comparación con los virus sin envoltura. Según la designación de virus de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU., el MeV sería un virus de Nivel 1, fácil de desinfectar, debido a que está envuelto. Muchos desinfectantes de la "Lista Q" de la EPA son eficaces contra los virus de Nivel 1 (U.S. EPA 2023). Los productos de esta lista contienen dióxido de cloro, ácido cítrico, etanol, peróxido de hidrógeno, alcohol isopropílico, amoníaco cuaternario, hipoclorito de sodio y otros desinfectantes comunes como ingredientes activos.
- Para el sarampión, Sanekata et al. (2010) demostraron actividad antiviral (>99.99% de inactivación del virus MeV infeccioso) con 100 ppm de hipoclorito de sodio después de 30 segundos y con 1000 ppm después de 15 segundos. Esto se encuentra dentro del rango de recomendación de los CDC para desinfección de superficies (dilución 1:50 de 5.25% de hipoclorito de sodio [0.1% de concentración final de hipoclorito de sodio, o 1,000 pm], o aproximadamente 75 ml [1/3 de taza] de lejía doméstica en un total de 1 galón de agua) con un tiempo de contacto de 1 minuto.

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Evaluaciones de seguridad en el trabajo (JSA por sus siglas en inglés)

- Las JSA deben seguir los protocolos que se describen en WEF (2020). Envíe un correo electrónico a nwbe@wef.org para solicitar plantillas de JSA si es necesario.
- Para informar sus JSA, las empresas de servicios públicos deben coordinarse con las agencias locales de salud pública y las instituciones de atención médica para comprender el riesgo de la presencia de MeV en sus aguas residuales.

Higiene

- Después de manipular aguas residuales o tocar superficies potencialmente contaminadas con estas aguas, las manos deben lavarse con agua y jabón o limpiarse con un desinfectante de manos a base de alcohol (ABHS, por sus siglas en inglés), aunque también se debe usar agua y jabón si las manos están visiblemente sucias. Cabe destacar, como se explica en Weber et al. (2023), "usar guantes no es un reemplazo de la higiene de manos".
- Al trabajar con aguas residuales y cerca de superficies potencialmente contaminadas con aguas residuales, evite tocarse la cara, la boca, los ojos, la nariz o heridas o cortes abiertos, y no fume ni mastique tabaco ni goma de mascar. Además, las heridas y los cortes deben cubrirse con apósitos resistentes al agua.

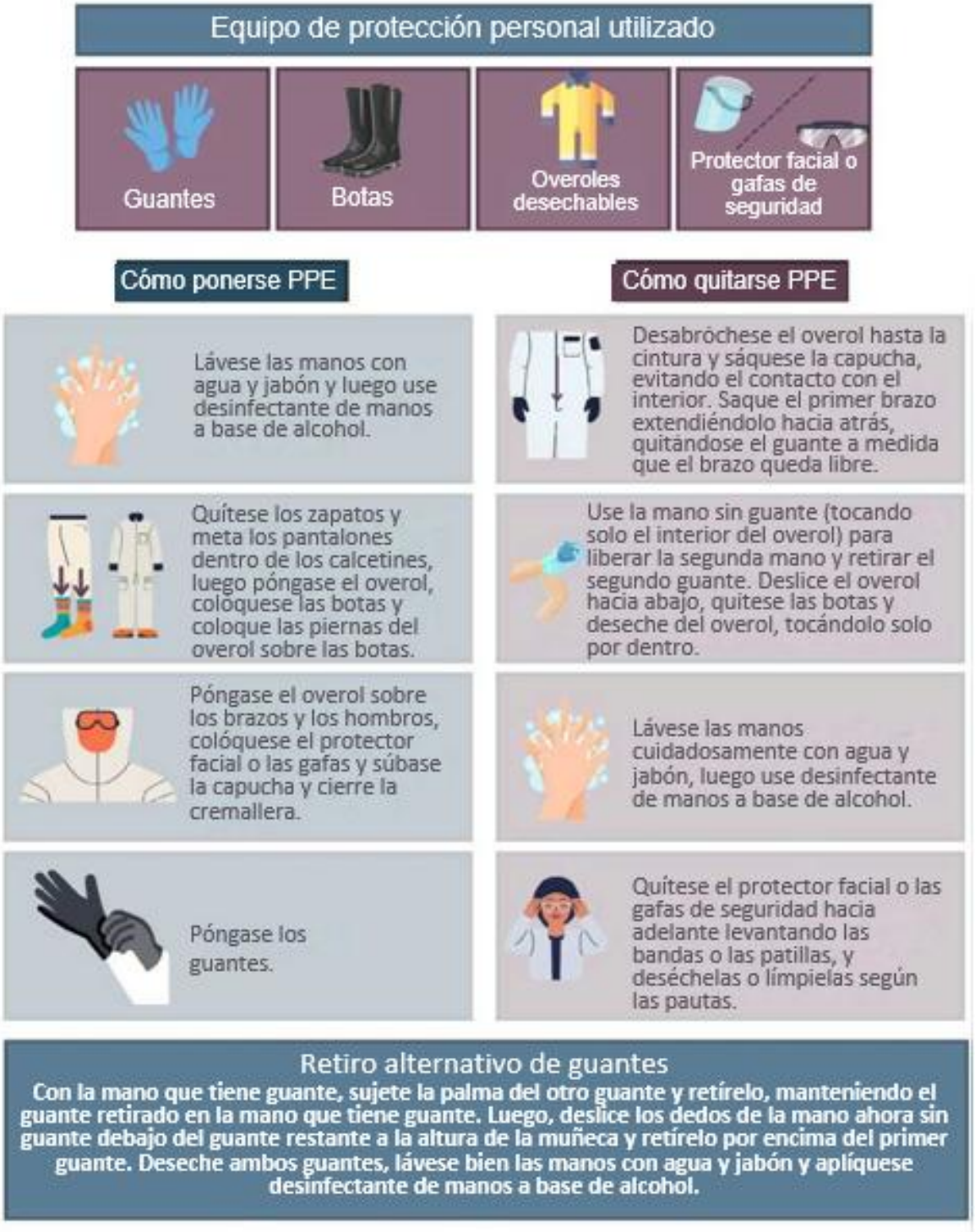
Equipo de protección personal (PPE por sus siglas en inglés)

- El PPE debe seleccionarse para prevenir el contacto con aguas residuales, ya sea directo (por salpicaduras, transferencia por contacto o contacto con todo el cuerpo) o indirecto (por tocar superficies contaminadas).
- El PPE adecuado puede incluir guantes, botas, overoles (como los trajes Tyvek), protectores faciales y gafas de seguridad (LeChevallier et al. 2020).
- Mediante el uso de guantes resistentes se pueden prevenir cortes o pinchazos al manipular aguas residuales. Los guantes deben cambiarse cuando estén rotos o muy contaminados.
- Deben seguirse los procedimientos adecuados para ponerse y quitarse el PPE para minimizar la exposición a patógenos. La **Figura 3** muestra un ejemplo de cómo ponerse y quitarse los guantes, las botas, el overol desechable y el protector facial o las gafas de seguridad, incluso explica cómo quitarse los guantes cuando no se lleva un overol desechable.
- El PPE reutilizable, como botas, protectores faciales y gafas, debe limpiarse después de cada uso. El PPE visiblemente sucio se puede limpiar con agua y jabón, seguido de una solución diluida de lejía (1 parte de 5.25% de hipoclorito de sodio con 49 partes de agua) o un desinfectante de la "Lista Q" de la EPA. Para el PPE que no esté visiblemente sucio o que no se pueda lavar con agua y jabón, se puede usar un desinfectante de la "Lista Q" de la EPA. Además, el PPE debe inspeccionarse antes de cada uso.

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Figura 3. ¿Cómo ponerse y quitarse el equipo de protección personal para reducir la exposición a patógenos?

Para reducir la exposición a patógenos, siga los pasos correctos para ponerse y quitarse el equipo de protección personal (PPE). A continuación, encontrará una breve guía sobre cómo ponerse y quitarse correctamente el PPE mencionado, junto con consejos sobre cómo quitarse los guantes cuando no se usa un overol desechable.



Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Referencias

APHA (American Public Health Association). 2022. *Control of Communicable Diseases Manual* (American Public Health Association: Washington DC). https://www.apha.org/publications/published-books/ccdm

Bankamp, B., G. Kim, D. Hart, A. Beck, M. Ben Mamou, A. Penedos, … P. A. Rota. 2024. 'Global Update on Measles Molecular Epidemiology', *Vaccines*, 12(7):810. https://doi.org/10.3390/vaccines12070810

Benschop, K., H. G. van der Avoort, E. Jusic, H. Vennema, R. van Binnendijk y E. Duizer. 2017. 'Polio and measles down the drain: environmental enterovirus surveillance in the Netherlands, 2005 to 2015', *Applied and Environmental Microbiology*, 83: e00558-17. https://doi.org/10.1128/aem.00558-17

Chaqroun, A., I. Bertrand, S. Wurtzer, L. Moulin, M. Boni, S. Soubies, N. Boudaud y C. Gantzer. 2024. 'Assessing infectivity of emerging enveloped viruses in wastewater and sewage sludge: Relevance and procedures', *Science of the Total Environment*, 943: 173648. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173648

Chen, W. y K. Bibby. 2025. 'Temporal, spatial, and methodological considerations in evaluating the viability of measles wastewater surveillance', *Science of the Total Environment*, 959: 178141. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178141

Di Pietrantonj, C., A. Rivetti, P. Marchione, M. G. Debalini y V. Demicheli. 2021. 'Vaccines for measles, mumps, rubella, and varicella in children', *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11:CDC004407: CD004407. https://doi.org/10.1002/14651858.CD004407.pub5

Evans, I., S. Jury, A. Morrison, E. Best, V. King y E. Reynolds. 2024. 'Onward transmission of measles virus among vaccinated cases in a large community outbreak in Auckland, New Zealand, 2019', *Vaccine*, 42: 126257. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.126257

Gan, C., M. Pitton, J. de Korne-Elenbaas, L. Cobuccio, A. Cassini, C. Ort y T. R. Julian. 2025. 'Retrospective Wastewater Tracking of Measles Outbreak in Western Switzerland in Winter 2024', *Environmental Science & Technology Letters*, 12: 689-94. https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.estlett.5c00244

Gresser, I. y S. L. Katz. 1960. 'Isolation of measles virus from urine', *New England Journal of Medicine*, 263: 452-4. https://doi.org/10.1056/nejm196009012630907

Griffin, D. E. 2010. 'Measles virus-induced suppression of immune responses', *Immunological Reviews*, 236: 176-89. https://doi.org/10.1111/j.1600-065x.2010.00925.x

Guerra, F. M., S. Bolotin, G. Lim, J. Heffernan, S. L. Deeks, Y. Li y N. S. Crowcroft. 2017. 'The basic reproduction number (R(0)) of measles: a systematic review', *Lancet Infectious Diseases*, 17: e420-e28. https://doi.org/10.1016/s1473-3099(17)30307-9

Hayes, E. K, M. T. Gouthro, J. J. LeBlanc y G. A. Gagnon. 2023. 'Simultaneous detection of SARS-CoV-2, influenza A, respiratory syncytial virus, and measles in wastewater by multiplex RT-qPCR', *Science of the Total Environment*, 889: 164261. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164261

Holm, R. H., P. Chigwechokha, W. D. Strike, R. L. Nyirenda, C. Tandwe, A. Noble, J. Keck y S. Berry. 2025. 'Multi-pathogen wastewater surveillance in Malawi: An assessment of culture-based, RT-PCR, and long-read metagenomics methods with multiple ongoing outbreaks', *Science of the Total Environment*, 992: 179946. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179946

Hummel, K. B., L. Lowe, W. J. Bellini y P. A. Rota. 2006. 'Development of quantitative gene-specific real-time RT-PCR assays for the detection of measles virus in clinical specimens', *Journal of Virological Methods*, 132: 166-73. https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2005.10.006

Javornik Cregeen, S., M. J. Tisza, B. Hanson, M. Cook, A. Surathu, R. Schneider, … A. Maresso. 2025. 'Sequencing-Based Detection of Measles in Wastewater: Texas, January 2025', *American Journal of Public Health* 115: 1115-19. https://doi.org/10.2105/AJPH.2025.308146

Joseph, K. M., X. Chen, D. Parikh, J. Rios, C. L. Troisi, M. J. Tisza, … F. Wu. 2025. 'Detection of Measles in Texas Wastewater', *medRxiv*: 2025.04.08.25325475. https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2025.04.08.25325475v1.full

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

Kasprzyk-Hordern, B., N. Sims, K. Jagadeesan, K. Proctor, M. J. Wade y D. L. Jones. 2023. 'Wastewater-based epidemiology for comprehensive community health diagnostics in a national surveillance study: Mining biochemical markers in wastewater', *Journal of Hazardous Materials*, 450: 130989. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.130989

Katayama, H., E. Haramoto, K. Oguma, H. Yamashita, A. Tajima, H. Nakajima y S. Ohgaki. 2008. 'One-year monthly quantitative survey of noroviruses, enteroviruses, and adenoviruses in wastewater collected from six plants in Japan', *Water Research*, 42: 1441-8. https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.10.029

Kim, Y. T., K. Lee, H. Lee, B. Son, M. Song, S. H. Lee, ... K. R. Lee. 2024. 'Development of a wastewater based infectious disease surveillance research system in South Korea', *Scientific Reports*, 14: 24544. https://doi.org/10.1038/s41598-024-76614-4

Kitajima, M., B. C. Iker, I. L. Pepper y C. P. Gerba. 2014. 'Relative abundance and treatment reduction of viruses during wastewater treatment processes--identification of potential viral indicators', *Science of the Total Environment*, 488-489: 290-6. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.087

LeChevallier, M. W., T. J. Mansfield y J. M. Gibson. 2020. Protecting wastewater workers from disease risks: Personal protective equipment guidelines, *Water Environment Research*, 92: 524-33. https://doi.org/10.1002/wer.1249

Magurano, F., C. Fortuna, A. Marchi, E. Benedetti, P. Bucci, M. Baggieri y L. Nicoletti. 2012. 'Molecular epidemiology of measles virus in Italy, 2002-2007', *Virology Journal*, 9: 284. https://doi.org/10.1186/1743-422x-9-284

Mathis, A.D., 2025. Measles update—Estados Unidos, 1 de enero-17 de abril de 2025. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, *74*. https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/74/wr/mm7414a1.htm

Michel, Y., K. Saloum, C. Tournier, B. Quinet, L. Lassel, A. Perignon, ... A. Schnuriger. 2013. 'Rapid molecular diagnosis of measles virus infection in an epidemic setting', *Journal of Medical Virology*, 85: 723-
30. https://doi.org/10.1002/jmv.23515

Mina, M. J., C. J. Metcalf, R. L. de Swart, A. D. Osterhaus y B. T. Grenfell. 2015. 'Long-term measles-induced immunomodulation increases overall childhood infectious disease mortality', *Science*, 348: 694-9. https://doi.org/10.1126/science.aaa3662

Mina, M. J., T. Kula, Y. Leng, M. Li, R. D De Vries, M. Knip, ... M. S. Wilson. 2019. 'Measles virus infection diminishes preexisting antibodies that offer protection from other pathogens', *Science*, 366: 599-606. https://doi.org/10.1126/science.aay6485

Mosquera, M. M., F. de Ory, V. Gallardo, L. Cuenca, M. Morales, W. Sanchez-Yedra, ... J. E. Echevarria. 2005. 'Evaluation of diagnostic markers for measles virus infection in the context of an outbreak in Spain', *Journal of Clinical Microbiology*, 43: 5117-21. https://doi.org/10.1128/JCM.43.10.5117-5121.2005

Moss, W. J. y D. E. Griffin. 2024. 'What's going on with measles?', *Journal of Virology*, 98: e0075824. https://doi.org/10.1128/jvi.00758-24

Mubbashir, Z., Z. H. Tharwani, T. Kambar, S. Munawar, O. Raphael, I. Siddiqui, ... y A. Malikzai. 2025. 'Subacute Sclerosing Panencephalitis: Impact on Public Health, Current Insights, and Future Perspectives', *Brain and Behavior*, 15: e70292. https://doi.org/10.1002/brb3.70292

Our World in Data. 2025. 'Public Health Reports; US Census Bureau; Centers for Disease Control and Prevention (1994); Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2025) - processed by Our World in Data. "Measles cases" [dataset]. Public Health Reports; US Census Bureau; Centers for Disease Control and Prevention, "Historical Measles Cases - United States"; Centers for Disease Control and Prevention (CDC), "CDC Yearly measles cases (1985-present)" [original data].'. https://archive.ourworldindata.org/20250808-063531/grapher/number-of-measles-cases.html

Phan, M. V. T., C. M. E. Schapendonk, B. B. Oude Munnink, M. P. G. Koopmans, R. L. de Swart y M. Cotten. 2018. 'Complete Genome Sequences of Six Measles Virus Strains', *Genome Announcements*, 6. https://doi.org/10.1128/genomeA.00184-18

Ratner, Adam. 2025. *Booster Shots: The Urgent Lessons of Measles and the Uncertain Future of Children's Health* (Penguin Group).

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

https://www.penguinrandomhouse.com/books/670274/booster-shots-by-adam-ratner-md-mph/

Rector, A., M. Bloemen, B. Hoorelbeke, M. Van Ranst y E. Wollants. 2025. 'Detection of Measles Virus Genotype D8 in Wastewater of the Brussels Capital Region, Belgium', *Journal of Medical Virology,* 97: e70251. https://doi.org/10.1002/jmv.70251

Riddell, M. A., J. S. Rota y P. A. Rota. 2005. 'Review of the temporal and geographical distribution of measles virus genotypes in the prevaccine and postvaccine eras', *Virology Journal*, 2: 87. https://doi.org/10.1186/1743-422X-2-87

Sanekata, T., T. Fukuda, T. Miura, H. Morino, C. Lee, K. Maeda, … y T. Shibata. 2010. 'Evaluation of the antiviral activity of chlorine dioxide and sodium hypochlorite against feline calicivirus, human influenza virus, measles virus, canine distemper virus, human herpesvirus, human adenovirus, canine adenovirus and canine parvovirus', *Biocontrol Science and Technology*, 15: 45-9. https://doi.org/10.4265/bio.15.45

Sbarra, A. N., J. F. Mosser, M. Jit, M. Ferrari, R. E. Ramshaw, P. O'Connor, … y A. Portnoy. 2023. 'Estimating national-level measles case-fatality ratios in low-income and middle-income countries: an updated systematic review and modelling study', *The Lancet Global Health*, 11: e516-e24. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00043-8

Schmitz, B. W., M. Kitajima, M. E. Campillo, C. P. Gerba y I. L. Pepper. 2016. 'Virus Reduction during Advanced Bardenpho and Conventional Wastewater Treatment Processes', *Environmental Science & Technology*, 50: 9524-32. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01384

Statista. 2025. 'Number of births in the United States from 1990 to 2023', Accessed July 23, 2025. https://www.statista.com/statistics/195908/number-of-births-in-the-united-states-since-1990/

Takao, S., N. Shigemoto, Y. Shimazu, Y. Tanizawa, S. Fukuda y T. Matsuo. 2012. 'Detection of exanthematic viruses using a TaqMan real-time PCR assay panel in patients with clinically diagnosed or suspected measles', *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 65: 444-8. https://doi.org/10.7883/yoken.65.444

Tomalty, E., E. Mercier, L. Pisharody, T. Nguyen, X. Tian, M. P. Kabir, … y R. Delatolla. 2025. 'Detection of Measles Virus Genotype A in a Non-Endemic Wastewater Setting: Insights from Measles Wastewater and Environmental Monitoring in Canada's Capital Region', *Environmental Science and Technology Letters*, 12: 124-29. https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00945

Tranter, I., N. Smoll, C. L. Lau, D. L. Williams, D. Neucom, D. Barnekow y A. Dyda. 2024. 'Onward Virus Transmission after Measles Secondary Vaccination Failure', *Emerging Infectious Diseases*, 30: 1747-54. https://doi.org/10.3201/eid3009.240150

U.S. CDC (U.S. Centers for Disease Control and Prevention). 2021. *Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases* (Public Health Foundation: Washington, D.C.). https://www.cdc.gov/pinkbook/hcp/table-of-contents/chapter-13-measles.html

———. 2023. 'Guidance for Reducing Health Risks to Workers Handling Human Waste or Sewage'. https://www.cdc.gov/global-water-sanitation-hygiene/about/workers_handlingwaste.html

———. 2024. 'Laboratory Testing for Measles', Accessed May 20, 2025. https://www.cdc.gov/measles/php/laboratories/index.html

———. 2025a. 'Immunization FastStats', fecha de acceso 22 de julio de 2025. https://www.cdc.gov/nchs/fastats/immunize.htm

———. 2025b. 'Measles Cases and Outbreaks', fecha de acceso 5 de agosto de 2025. https://www.cdc.gov/measles/data-research/index.html

———. 2025c. 'Measles Vaccine Recommendations', fecha de acceso 22 de julio de 2025. https://www.cdc.gov/measles/hcp/vaccine-considerations/index.html

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2025. Disinfectants for Emerging Viral Pathogens (EVPs): List Q. Fecha de acceso 14 de agosto de 2025. https://www.epa.gov/pesticide-registration/disinfectants-emerging-viral-pathogens-evps-list-q

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.

U.S. HHS (U.S. Department of Health and Human Services). 2025. Vaccine Adverse Event Reporting System. Fecha de acceso 22 de julio de 2025. https://vaers.hhs.gov/

Weber, D. J., W. A. Rutala y E. Sickbert-Bennett. 2023. Emerging infectious diseases, focus on infection prevention, environmental survival and germicide susceptibility: SARS-CoV-2, Mpox, and Candida auris, *American Journal of Infection Control*, 51: A22-A34. https://doi.org/10.1016/j.ajic.2023.02.006

WEF (Water Environment Federation). 2020. *Protecting Wastewater Professionals from COVID-19 and Other Biological Hazards*. https://www.accesswater.org/publications/-10027929/protecting-wastewater-professionals-from-covid-19-and-other-biological-hazards

Wu, J., M. X. Wang, P. Kalvapalle, M. Nute, T. J. Treangen, K. Ensor, … y L. B. Stadler. 2024. 'Multiplexed Detection, Partitioning, and Persistence of Wild-Type and Vaccine Strains of Measles, Mumps, and Rubella Viruses in Wastewater', *Environmental Science and Technolology*, 58: 21930-41. https://doi.org/10.1021/acs.est.4c05344

Otros recursos

WEF. (2021). *Key Safety Information for COVID-19 and Other Biohazards.* https://www.accesswater.org/?id=-10041707

WEF. (2021). *Safety, Health, and Security Standards for Water Resource Recovery. Manual of Practice 1, 7.°* edición. https://www.accesswater.org/?id=-10079154

WEF. (2023). *The Water Professional's Guide to Infectious Disease Outbreaks*. https://www.accesswater.org/?id=-10092036

WEF. (2023). *Antimicrobial Resistance Information for Water Professionals*. https://www.accesswater.org/?id=-10092030 y https://nwbe.org/?page_id=1511#AMR

WEF. (2024). *Influenza Information for Water Professionals*. https://nwbe.org/?page_id=1511#influenza y https://www.accesswater.org/?id=-10108635

WEF. (2025). *Mpox Information for Water Professionals*. https://nwbe.org/?page_id=1511#mpox y https://www.accesswater.org/?id=-10082077

Autores y revisores

Este hoja informativa fue redactada por Anna Mehrotra, Directora del Wastewater Surveillance Program (Programa de Vigilancia de Aguas Residuales) de la Water Environment Federation (WEF), con la revisión de:

- Daniel Gerrity, Distrito de Agua del Sur de Nevada
- Naoko Munakata, Distritos de Saneamiento del Condado de Los Ángeles
- Adelaide Roguet, Laboratorio Estatal de Higiene de Wisconsin
- Y otros revisores de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de EE. UU.

La WEF agradece los valiosos comentarios de los revisores. Todos los errores u omisiones son responsabilidad exclusiva de WEF.

Agradecimiento por la financiación y descargo de responsabilidad

El desarrollo y la producción de este documento fueron posibles gracias a la financiación otorgada por los CDC a WEF en virtud del Acuerdo de Cooperación CK20-2003 (Mejora de los resultados clínicos y de salud pública mediante asociaciones nacionales para la prevención y el control de las amenazas de enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes). ***El contenido de este documento es exclusiva responsabilidad de WEF y no necesariamente representa la opinión oficial de los CDC.***

Publicado en 2025 por la Water Environment Federation (WEF) con financiación de los CDC; por lo tanto, el texto, las figuras, las tablas y las fotografías son de dominio público y pueden reproducirse o utilizarse sin permiso, siempre que se cite la fuente adecuadamente.