



Organización
Mundial de la Salud



GUÍAS PARA EL SANEAMIENTO Y LA SALUD

GUÍAS PARA EL SANEAMIENTO Y LA SALUD

Guías para el saneamiento y la salud [Guidelines on sanitation and health]
ISBN 978-92-4-351470-3

© Organización Mundial de la Salud 2019

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0 OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual de Creative Commons (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con las Reglas de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Forma de cita propuesta. Guías para el saneamiento y la salud [Guidelines on sanitation and health]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2019. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Catalogación (CIP): Puede consultarse en <http://apps.who.int/iris>.

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <http://apps.who.int/bookorders>.

Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <http://www.who.int/about/licensing>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Traducido por Equipo Técnico Regional de Agua y Saneamiento ETRAS. En caso de discrepancia entre las versiones en inglés y en español, la auténtica y vinculante será la versión original en inglés.

Diseño y diagramación: L'IV Com Sàrl

Impreso en Suiza

Contenido

Prólogo	vii
Reconocimientos	viii
Acrónimos y abreviaturas	x
Resumen ejecutivo	xii
Capítulo 1 Introducción	1
1.1 El significado del saneamiento para la salud humana	1
1.2 El saneamiento como un tema del desarrollo humano	2
1.3 Alcance	3
1.4 Objetivos	6
1.5 Público objetivo	7
1.6 Mandato de las autoridades sanitarias	7
1.7 Métodos	7
1.8 Estructura de las guías	8
Referencias	9
Capítulo 2 Recomendaciones y acciones de buenas prácticas	11
2.1 Recomendaciones	11
2.2 Acciones de buenas prácticas	20
Referencias	26
Capítulo 3 Sistemas de saneamiento seguro	29
3.1 Introducción	29
3.2 Inodoros	31
3.3 Contención – almacenamiento /tratamiento	34
3.4 Transferencia	38
3.5 Tratamiento	43
3.6 Disposición y/o uso final	49
3.7 Aplicabilidad de los sistemas de saneamiento	52
Referencias	57
Capítulo 4 Permitir la prestación de servicios de saneamiento seguro	59
4.1 Introducción	59
4.2 Componentes de un marco de implementación	59
4.3 Política y planificación	61
4.4 Legislación, reglamentos, normas y guías	64
4.5 Roles y responsabilidades	68
4.6 Las autoridades de salud ambiental y su rol en el saneamiento	70
4.7 La prestación del servicio de saneamiento en el nivel local	74
4.8 El desarrollo de los servicios de saneamiento y los modelos de negocios	75
4.9 El fomento del mercado de los servicios de saneamiento	78
4.10 La gestión de los riesgos especiales del saneamiento	78
Referencias	83

Capítulo 5 Cambio de comportamiento en el saneamiento	84
5.1 Introducción	84
5.2 Responsabilidades institucionales y gubernamentales respecto al cambio de comportamiento en el saneamiento	84
5.3 Comportamientos y determinantes del saneamiento	85
5.4 Cambios de comportamiento	87
5.5 Monitoreo y aprendizaje para el éxito	94
Referencias	97
Capítulo 6 Organismos patógenos relacionados con las excretas	100
6.1 Introducción	100
6.2 Aspectos microbianos relacionados con el saneamiento	102
6.3 Transmisión ambiental de organismos patógenos en los residuos fecales	115
6.4 Tratamiento y control	119
Referencias	122
Capítulo 7 Métodos	125
7.1 Introducción	125
7.2 Colaboradores	125
7.3 Definición del alcance y formulación de las preguntas	126
7.4 Recuperación, evaluación y síntesis de la evidencia	127
7.5 Calificación de la evidencia	128
7.6 El marco de la evidencia a la decisión (EtD)	129
Referencias	132
Capítulo 8 Evidencia sobre la eficacia y la implementación de las intervenciones de saneamiento	133
8.1 Introducción	133
8.2 Resumen y discusión de la evidencia	133
8.3 Revisiones de la eficacia de las intervenciones	134
8.4 Revisiones de la implementación	141
8.5 Síntesis de la evidencia de las revisiones	142
Referencias	150
Capítulo 9 Necesidades de investigación	151
9.1 Suivre un programme de recherche sur l'assainissement	151
9.2 La agenda de la investigación	151
Referencias	157

Anexo

Anexo 1: Hojas de información sobre sistemas de saneamiento	159
Anexo 2: Glosario	193

Cuadros

Cuadro 1.1: El impacto del saneamiento inseguro en la salud	2
Cuadro 2.1: Cuadro de la evidencia a las recomendaciones usando el marco integrado de la OMS	23
Cuadro 3.1: Desempeño del tratamiento de las tecnologías de contención	37
Cuadro 3.2: Tecnologías aceptadas para el tratamiento de aguas residuales	45
Cuadro 3.3: Procesos aceptados para el tratamiento de lodos	47
Cuadro 3.4: Resumen de los productos establecidos para uso final	50
Cuadro 3.5: Aplicabilidad de los sistemas de saneamiento	53
Cuadro 3.6: Ejemplos de opciones de adaptación para sistemas de saneamiento específicos	54
Cuadro 4.1: Áreas que pueden requerir legislación y regulación	64
Cuadro 5.1: Resumen de los enfoques y factores que deben considerarse en su implementación	90
Cuadro 5.2: Métodos y medidas para monitorear el comportamiento	96
Cuadro 6.1: Organismos patógenos relacionados con las excretas	105
Cuadro 6.2: Concentraciones de organismos patógenos en las heces y en las aguas residuales crudas	117
Cuadro 6.3: Factores que influyen en la persistencia microbiana	119
Cuadro 6.4: Selección de valores de ID50 a partir de dosis infecciosa asociada a organismos patógenos	120
Cuadro 7.1: Evidencia a las recomendaciones usando el marco integrado de la OMS para la elaboración de las Guías	131
Cuadro 8.1: Resumen de la revisión de la evidencia	143

Figuras

Figura 1.1: Transmisión de organismos patógenos relacionados con las excretas	4
Figura 1.2: Cadena de los servicios de saneamiento	5
Figura 3.1: Riesgo de la contaminación fecal	30
Figura 3.2: Diagrama de flujo de las heces que muestra ejemplos de eventos peligrosos en cada paso de la cadena de servicios de saneamiento	30
Figura 3.3: Eventos peligrosos de la contención permeable e impermeable – tecnologías de almacenamiento/tratamiento	35
Figura 3.4: Eventos peligrosos de las tecnologías de transferencia	41
Figura 4.1: Categorización de los servicios de saneamiento	60
Figura 4.2: Marco de implementación para el saneamiento	61
Figura 4.3: Ejemplo de eliminación gradual del saneamiento inseguro a lo largo del tiempo	63
Figura 4.4: Opciones de mecanismos de regulación para la cadena de servicios de saneamiento	66
Figura 4.5: Los componentes de la escalera del saneamiento según los ODS	73
Figura 5.1: Ejemplo de los determinantes del comportamiento en la defecación al aire libre.	87
Figura 5.2: Etapas en el diseño de estrategias para el cambio de comportamiento	92
Figura 6.1: Transmisión de organismos patógenos relacionados con las excretas	103
Figura 7.1: Marco conceptual del desarrollo de las Guías	127
Figura 8.1: Marco conceptual preliminar de la influencia del saneamiento inadecuado en el bienestar	141
Figura 8.2: Marco de revisión para la adopción y uso sostenido del saneamiento	142

Recuadros

Recuadro 1.1: El saneamiento y los resultados de salud complejos : disfunción entérica ambiental	1
Recuadro 1.2: El Derecho humano al saneamiento	3
Recuadro 1.3: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el saneamiento.	3
Recuadro 1.4: ¿Por qué se necesitan Guías para el saneamiento y la salud?	6
Recuadro 3.1: Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) relevantes para los servicios de saneamiento	29
Recuadro 3.2: Definiciones	30
Recuadro 3.3: Cambio climático, saneamiento y salud	54
Recuadro 4.1: Establecimiento de metas.	62
Recuadro 4.2: Medidas preventivas inmediatas para las zonas con alto riesgo de brotes de enfermedades entéricas	81
Recuadro 5.1: Consideraciones para el cambio de comportamiento en el saneamiento de entornos urbanos.	87
Recuadro 6.1: Resistencia antimicrobiana (RAM) y el saneamiento	101

Prólogo

El saneamiento salva vidas. Pero la historia nos enseña que también es uno de los pilares fundamentales del desarrollo.

Las antiguas civilizaciones que invirtieron en mejoras sanitarias se convirtieron en sociedades sanas, ricas y poderosas. En tiempos más recientes la modernización y el crecimiento económico han seguido a las inversiones en sistemas de saneamiento.

El saneamiento previene enfermedades y promueve la dignidad y el bienestar humanos, lo que concuerda perfectamente con la definición de salud de la OMS, expresada en su constitución, como “Un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia”.

El derecho al agua y el saneamiento es fundamental para varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Después de décadas de falta de atención, la importancia del acceso al saneamiento seguro para todos, en todas partes, se reconoce ahora con razón como un componente esencial de la cobertura universal de salud. Pero un inodoro por sí sólo no es suficiente para lograr los ODS, se requieren sistemas seguros, sostenibles y bien gestionados.

A nivel mundial, miles de millones de personas viven sin acceso a los servicios de saneamiento más básicos. Miles de millones más están expuestos a organismos patógenos dañinos debido al manejo inadecuado de los sistemas de saneamiento, lo que ocasiona la exposición de la población a las excretas en sus comunidades, en su agua potable, en sus productos agrícolas y en sus actividades recreativas por el contacto con agua contaminada. La magnitud de esta exposición se vé agravada por la urbanización, el cambio climático, la resistencia a los antimicrobianos, la desigualdad y los conflictos

Teniendo presente estos desafíos, la OMS ha elaborado sus primeras Guías generales sobre el saneamiento y la salud, cerrando una brecha de conocimiento en la orientación autorizada sobre salud y saneamiento que se traduce en una mejor salud. A la vez que establecen claramente la necesidad de acción y proporcionan herramientas y recursos, estas guías también revitalizan el papel de las autoridades sanitarias como defensoras del saneamiento.

Las guías reconocen que los sistemas de saneamiento seguro sustentan la misión de la OMS, sus prioridades estratégicas y la misión principal de los ministerios de salud en todo el mundo. Espero que estas guías sean de gran utilidad práctica para los ministerios, las autoridades sanitarias y los encargados de la ejecución a fin de que realicen las mejores inversiones en las mejores intervenciones para obtener los mejores resultados sanitarios posibles para todos.



A handwritten signature in black ink, which appears to read "Tedros Adhanom". The signature is fluid and cursive.

Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus
Director General,
Organización Mundial de la Salud

Reconocimientos

Grupo de desarrollo de las Guías

Patrick Apoya, consultor, Ghana; **Jamie Bartram**, Instituto del Agua en la Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos de América; **Jay Bhagwan**, Comisión de investigación sobre el agua, Sudáfrica; **Lizette Burgers**, UNICEF, EUA; **Alfred Byigero**, Autoridad reguladora de servicios públicos de Rwanda, Rwanda; **Kelly Callahan**, Centro Carter, EUA; **Renato Castiglia Feitosa**, FIOCRUZ, Brasil; **Thomas Clasen**, Rollins School of Public Health, Emory University, EUA; **Oliver Cumming**, Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, Reino Unido; **Robert Dreibelbis**, Departamento de Control de Enfermedades, Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres; **Peter Hawkins**, consultor independiente, RU; **Tarique Huda**, Centro Internacional para Investigación en Enfermedades Diarreicas, Bangladesh; **Andrés Hueso**, WaterAid, RU; **Paul Hunter**, Universidad de Anglia Oriental, RU; **Pete Kolsky**, Instituto del Agua en la Universidad de Carolina del Norte, EUA; **Antoinette Kome**, SNV, Países Bajos; **Julian Kyomuhangi**, Ministerio de Salud, Uganda; **Joe Madiath**, Gram Vikas, India; **Gerardo Mogol**, Ministerio de Salud, Filipinas; **Guy Norman**, Water and Sanitation for the Urban Poor, RU; **Kepha Ombacho**, Ministerio de Salud, Kenya; **Andy Peal**, consultor independiente, RU; **Susan Petterson**, Facultad de Medicina, Griffith University, Australia; **Oscar Pintos**, Asociación Federal de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de Argentina, Argentina; **Andrianaritsifa Ravaloson**, Ministerio de Agua y Saneamiento, Madagascar; **Eva Rehfuess**, Centro para la Salud Internacional, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania; **Virginia Roaf**, consultora, Alemania; **Jan-Willem Rosenboom**, Fundación Bill y Melinda Gates, EUA; Linda Strande, EAWAG, Suiza; **Garusinge Wijesuriya**, Ministerio de Salud, Sri Lanka.

Grupo Consultivo de la OMS y revisores

Magaran Bagayoko, Grupo Orgánico Enfermedades Transmisibles, Oficina Regional para África, República del Congo (Congo-Brazzaville); **Hamed Bakir**, Centro para la acción en salud ambiental, Oficina Regional para el Mediterráneo Oriental, Jordania; **Sophie Boisson**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Kaia Engesveen**, Departamento de Nutrición para Salud y Desarrollo; **Shinee Enkhtsetseg**, Oficina Regional para Europa; **Bruce Gordon**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Rok Ho Kim**, Oficina Regional para el Pacífico Occidental, Filipinas; **Dominique Legros**, Departamento de Gestión de Riesgos Infecciosos, Suiza; **Kate Medicott**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Teofilo Monteiro**, Enfermedades Transmisibles y Determinantes Ambientales de Salud, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), Perú; **Antonio Montresor**, Departamento de Control de Enfermedades Tropicales Desatendidas, Suiza; **María Neira**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Payden**, Oficina Regional para Asia Sudoriental, India; **Annette Prüss-Üstün**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Oliver Schmoll**, Gestión de Recursos Naturales: Agua y Saneamiento, Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS, Alemania; **Anthony Solomon**, departamento de control de enfermedades tropicales desatendidas, Suiza; **Yael Velleman**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Elena Villalobos Prats**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza; **Astrid Wester**, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud, Departamento de Salud Pública, Suiza.

Colaboradores

Kelly Alexander, CARE, EUA; **Nicholas J. Ashbolt**, Escuela de Salud Pública, Universidad de Alberta, Canadá; **Robert Bos**, consultor independiente, Suiza; **Val Curtis**, Escuela de Medicina Tropical e Higiene, Londres, RU; **Matthew C. Freeman**, Rollins School of Public Health, Emory University EUA; **Joshua Garn**, Universidad de Nevada, NV EUA; **Emily D. Garner**, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Virginia Tech, Blacksburg VA EUA; **Guy Hutton**, UNICEF, EUA; **Christine Moe**, Rollins School of Public Health, EUA; **Amy Pruden**, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Virginia Tech, Blacksburg VA EUA; **Lars Schoebitz**, consultor independiente, Suiza; **Gloria Sclar**, Rollins School of Public Health, Emory University EUA; **Pippa Scott**, i san, RU.

Revisores externos

Robert Chambers, Instituto de Estudios de Desarrollo, RU; **Pay Drechsel**, Instituto Internacional de Gestión del Agua, Sri Lanka; **Barbara Evans**, Facultad de Ingeniería, Universidad de Leeds, RU; **Darryl Jackson**, consultor independiente, Australia; **Marion W. Jenkins**, Centro de Ciencias de Cuenas Hidrográficas, UC Davis, EUA; **Jon Lane**, consultor independiente, RU; **Freya Mills**, Instituto para Futuros Sostenibles, Universidad de Tecnología de Sídney, Australia; **Eduardo Perez**, USAID/Centro Mortenson de Ingeniería para Comunidades en Desarrollo, Universidad de Colorado Boulder, EUA; **Jan M. Stratil**, Escuela de Salud Pública Pettekofer, LMU Munich, Alemania; **Naomi Vernon**, Instituto de Estudios de Desarrollo, RU; **Juliet Willetts**, Instituto para Futuros Sostenibles, Universidad de Tecnología de Sídney, Australia.

Editora técnica

Lorna Fewtrell, consultora independiente, RU.

Revisión técnica y edición de la traducción al español

Rosario Castro, consultora independiente, Perú

Diseño e ilustraciones

L'IV Com Sàrl, Suiza; **Rod Shaw**, Centro del Agua, la Ingeniería y el Desarrollo, Universidad Loughborough, RU.

Organismos externos de apoyo

La OMS reconoce con agradecimiento el apoyo financiero prestado por el Departamento para el Desarrollo Internacional, RU, y a la Fundación Bill y Melinda Gates para el desarrollo de estas Guías, y a la Agencia Suiza para el Desarrollo Internacional, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y, a la Agence Française de Développement, Agencia Francesa de Desarrollo, la Dirección General para la Cooperación Internacional de los Países Bajos, la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo y el Organismo Noruego de Cooperación para el Desarrollo, por su amplio respaldo a la Estrategia de Agua, Saneamiento, Higiene y Salud de la OMS.

Acrónimos y abreviaturas

ADN	Ácido desoxirribonucleico
ARN	Ácido ribonucleico
AVAD	Años de vida ajustados por discapacidad
CG	Copia de genes
CHAST	Capacitación en Higiene y Saneamiento para Niños
CRG	Comité de Revisión de las Guías
CS	Centro de salud
CSC	Club de salud comunitaria
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DI50	Dosis con la que se infectaría el 50% de los sujetos o probabilidad de infección = 0.5
DICT	Dosis infecciosa en cultivo tisular
DMS	Desarrollo de Mercados para el Saneamiento
DS	Encuesta demográfica y de salud
ECA	Ensayo controlado aleatorio
EPP	Equipo de protección personal
ETD	Enfermedades tropicales desatendidas
EtD	De la evidencia a la decisión
GDG	Grupo de Desarrollo de las Guías
GRADE	Clasificación de la evaluación, desarrollo y valoración de las recomendaciones
GWPP	Proyecto Global sobre los Patógenos del Agua
HIV	Virus de la inmunodeficiencia humana
HTS	Helmintos transmitidos por el suelo
IC	Intervalo de confianza
IDO	Inodoro desviador de orina
IDP	Persona desplazada internamente
IEC	Información, Educación y Comunicación
ISO	Organización Internacional de Normalización
LRP	Nivel de reducción de patógenos
MdS	Ministerio de Salud
MIC	Encuestas de Indicadores Múltiples por Conglomerados
MS	Mercado de saneamiento
NMP	Número más probable
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización no gubernamental
OyM	Operación y mantenimiento
PCM	Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento

PHAST	Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento
PIBM	Países de ingresos bajos y medios
POE	Procedimientos operativos estandarizados
RAC	Rebose de alcantarillado combinado
RAM	Resistencia a los antimicrobianos
RCP	Reacción en cadena de la polimerasa
RCPC	Reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa
SANTOLIC	Saneamiento Total Liderado por la Comunidad
SBC	Saneamiento basado en contenedores
ScN	El saneamiento como negocio
SIGS	Sistema de información para la gestión de la salud
spp.	Varias especies dentro de un género
STLE	Saneamiento Total Liderado por la Escuela
TCC	Técnica para el cambio de comportamiento
TIP	Ensayos para mejorar la práctica
UFC	Unidades formadoras de colonias
UFF	Unidades formadoras de focos
UFP	Unidades formadoras de placas
ASH	Agua, saneamiento e higiene

Resumen ejecutivo

Introducción y alcance

El saneamiento seguro es esencial para la salud, desde la prevención de la infección hasta la mejora y el mantenimiento del bienestar mental y social. La carencia de saneamiento seguro contribuye a la diarrea, una de las mayores preocupaciones de salud pública y una de las principales causas de enfermedad y muerte entre los niños menores de cinco años en los países de ingresos bajos y medios; el saneamiento deficiente también contribuye a la aparición de varias enfermedades tropicales desatendidas y al surgimiento de resultados adversos más amplios, como la desnutrición. La falta de acceso a instalaciones de saneamiento adecuadas, también es una de las principales causas de riesgo y ansiedad, especialmente para las mujeres y las niñas. Por todas estas razones, el saneamiento que previene la enfermedad y garantiza la privacidad y la dignidad ha sido reconocido como un derecho humano básico.

El **saneamiento** se define como el acceso y uso de instalaciones y servicios para la eliminación segura de la orina y las heces humanas. Un **sistema de saneamiento seguro** es un sistema diseñado y utilizado para evitar el contacto de las excretas humanas con las personas, en todas las etapas de la cadena de servicios de saneamiento, desde la contención en el inodoro, hasta el vaciado, transporte, tratamiento, (in situ o fuera del sitio) su recepción en los inodoros y su contención a través del vaciado, transporte, tratamiento (in situ o fuera del sitio), hasta su uso y/o disposición final. Los sistemas de saneamiento seguro deben cumplir estos requisitos de manera consistente con los derechos humanos, al tiempo que abordan la codisposición de las aguas grises, las prácticas de higiene asociadas y los servicios esenciales que se requieren para el funcionamiento de las tecnologías.

El propósito de estas Guías es fomentar sistemas y prácticas de saneamiento seguro que promuevan la salud. Ellas sintetizan la evidencia sobre los vínculos entre el saneamiento y la salud, proporcionan recomendaciones basadas en la evidencia y ofrecen orientación para alentar políticas y acciones internacionales, nacionales y locales de saneamiento que protejan la salud pública. Las Guías también buscan articular y apoyar el papel que desempeñan la salud y otros actores en las políticas y programas de saneamiento para ayudar a asegurar que los riesgos de salud sean identificados y manejados de manera efectiva.

La principal audiencia de las Guías son las autoridades nacionales y locales responsables de la seguridad de los sistemas y servicios de saneamiento, incluidos los responsables de la formulación de políticas y quienes planifican ejecutan y hacen el seguimiento de las normas y reglamentos. Esto comprende a las autoridades sanitarias y, dado que el saneamiento a menudo se gestiona fuera del sector salud, abarca también a otros organismos con responsabilidades en materia de saneamiento.

Estas Guías se elaboraron de conformidad con los procesos establecidos en el Manual para la elaboración de directrices, publicado por la OMS.

Resumen de la evidencia

La evidencia examinada en el proceso de elaboración de las guías sugiere que el saneamiento seguro se asocia con mejoras en la salud, incluidos los efectos positivos en las enfermedades infecciosas, la nutrición, y el bienestar. Sin embargo, la calidad de la evidencia, en general, es baja. Esto es común en la investigación de salud ambiental, lo que suele deberse a la escasez de ensayos controlados aleatorios y a la incapacidad de proteger la mayoría de las intervenciones ambientales. La evidencia también se caracteriza por una heterogeneidad considerable, pues algunos estudios muestran poco o ningún efecto sobre los resultados en la salud. La heterogeneidad también puede esperarse en los resultados de estudios donde, como en este

caso, había altos niveles de variabilidad en los entornos, las condiciones de base, los tipos de intervenciones, los niveles de cobertura y uso obtenidos, los métodos de estudio y otros factores que pueden influir en la magnitud de los efectos. También se pueden esperar efectos subóptimos por deficiencias en la forma como se implementan las intervenciones de saneamiento (es decir, problemas en la entrega de las intervenciones de saneamiento, que a veces incluso conducen al fracaso de la implementación).

Necesidades de investigación

Es necesario seguir investigando los vínculos entre el saneamiento y la salud, el funcionamiento de la cadena de servicios de saneamiento y los métodos óptimos para su implementación. Las brechas en la investigación incluyen la falta de estrategias para estimular a los gobiernos a priorizar, alentar y monitorear el saneamiento; la creación de un entorno propicio; mejorar la cobertura y asegurar el uso correcto, consistente y sostenido; estimar los impactos de las intervenciones de saneamiento en la salud; mejorar los métodos para evaluar la presencia de organismos patógenos relacionados con el saneamiento y la exposición a ellos en el medio ambiente; y prevenir la descarga de organismos patógenos fecales en el medio ambiente a lo largo de todas las etapas de la cadena de servicios de saneamiento; explorar diseños y servicios alternativos, incluidos el vaciado seguro y la gestión del saneamiento in situ; asegurar que las intervenciones de saneamiento propuestas sean culturalmente apropiadas, que respeten los derechos humanos y reflejen la dignidad humana; mitigar las exposiciones ocupacionales; reducir los efectos ecológicos adversos; estudiar los vínculos entre el saneamiento y los animales y su impacto en la salud humana; e investigar los temas relacionados con el saneamiento y los aspectos de género.

Navegación por las guías

Las Guías están organizadas como se describe en la siguiente tabla. Las recomendaciones y acciones necesarias para su implementación se detallan en el capítulo 2, que sigue a la introducción. Los capítulos 3 a 5 proporcionan orientación técnica e institucional para la implementación y los capítulos 6 a 9, así como los anexos, ofrecen recursos técnicos adicionales.

Introducción, alcance y objetivos	Capítulo 1: Introducción
Recomendaciones y acciones	Capítulo 2: Recomendaciones y acciones de buenas prácticas
Guías para la implementación	Capítulo 3: Sistemas de saneamiento seguro Capítulo 4: Permitir la prestación de servicios de saneamiento seguro Capítulo 5: Cambio del comportamiento en el saneamiento
Recursos técnicos	Capítulo 6: Organismos patógenos relacionados con las excretas Capítulo 7: Métodos Capítulo 8: Evidencia de la eficacia e implementación de las intervenciones de saneamiento Capítulo 9: Necesidades de investigación Anexo 1: Hojas de Información sobre sistemas de saneamiento Anexo 2: Glosario de términos de saneamiento

Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones están dirigidas a las autoridades nacionales y locales.

Recomendación 1: Garantizar el acceso universal y el uso de inodoros que aseguren la disposición segura de las excretas

- 1.a) Los gobiernos deben dar prioridad al acceso universal a los inodoros que garanticen la disposición segura de las excretas y a la eliminación de la defecación al aire libre, vigilando que el progreso sea equitativo y en consonancia con los principios del derecho humano al agua y el saneamiento.
- 1.b) La demanda y el suministro de instalaciones y servicios de saneamiento deben abordarse simultáneamente para asegurar la adopción y el uso sostenido de los inodoros, y permitir su ampliación
- 1.c) Las intervenciones de saneamiento deben garantizar la cobertura de comunidades enteras con inodoros seguros que, como mínimo, contengan las excretas en condiciones de seguridad y tengan en cuenta las barreras tecnológicas y el comportamiento para su uso.
- 1.d) Las instalaciones sanitarias públicas y compartidas que dispongan las excretas de manera segura pueden promoverse para los hogares como un paso gradual cuando las instalaciones domésticas individuales no sean viables
- 1.e) Todas las personas en las escuelas, centros de salud, lugares de trabajo y espacios públicos deben tener acceso a un inodoro seguro que, como mínimo, contenga las excretas de forma segura.

Recomendación 2: Garantizar el acceso universal a sistemas seguros en toda la cadena de servicios de saneamiento

- 2.a) La selección de los sistemas de saneamiento seguro debe adecuarse al contexto específico y responder a las condiciones físicas, sociales e institucionales locales.
- 2.b) Las mejoras progresivas hacia sistemas de saneamiento seguro deben basarse en enfoques de gestión y evaluación de riesgos.
- 2.c) Los trabajadores del saneamiento deben estar protegidos de la exposición ocupacional, mediante medidas adecuadas de salud y de seguridad.

Recomendación 3: El saneamiento debe abordarse como parte de los servicios prestados localmente y de los programas y políticas de desarrollo más amplios

- 3.a) El saneamiento debe proporcionarse y gestionarse como parte de un conjunto de servicios prestados a nivel local para aumentar la eficiencia y el impacto en la salud.
- 3.b) Las intervenciones de saneamiento deben coordinarse con las medidas de agua e higiene, así como con la eliminación segura de las heces de los niños y el manejo de los animales domésticos y sus excretas, para maximizar los beneficios del saneamiento para la salud.

Recomendación 4: El sector de la salud debe cumplir funciones básicas para garantizar un saneamiento seguro a fin de proteger la salud pública

- 4.a) Las autoridades sanitarias deben contribuir a la coordinación general de múltiples sectores en el desarrollo de enfoques y programas de saneamiento, así como, en la inversión para el saneamiento.
- 4.b) Las autoridades sanitarias deben contribuir a la elaboración de normas y estándares de saneamiento
- 4.c) El saneamiento debe incluirse en todas las políticas sanitarias en las que el saneamiento es necesario para la prevención primaria, a fin de permitir la coordinación y su integración en los programas de salud.
- 4.d) El saneamiento debe incluirse en los sistemas de vigilancia de la salud a fin de garantizar que la atención se dirija a entornos con una elevada carga de morbilidad y apoyar los esfuerzos de prevención de brotes.

- 4.e) La promoción y el monitoreo del saneamiento deben incluirse en los servicios de salud para maximizar y sostener el impacto en la salud.
- 4.f) Las autoridades sanitarias deben cumplir su responsabilidad de garantizar el acceso a un saneamiento seguro en los establecimientos de salud para los pacientes, el personal y los cuidadores, y proteger a las comunidades cercanas de la exposición a las aguas residuales no tratadas y a los lodos fecales

Acciones de buenas prácticas para posibilitar la prestación de servicios de saneamiento seguro

Las recomendaciones se complementan con un conjunto de acciones de buenas prácticas para ayudar a todos los interesados a poner en práctica las recomendaciones.

1. Definir políticas, procesos de planificación y de coordinación multisectorial del saneamiento dirigidas por el gobierno.
2. Asegurar que la gestión de los riesgos para la salud se refleje adecuadamente en la legislación, los reglamentos y las normas de saneamiento
3. Mantener la participación del sector salud en el saneamiento mediante la dotación de personal y recursos específicos, y a través de la adopción de medidas de saneamiento en los servicios de salud.
4. Llevar a cabo una evaluación de riesgos local basada en la salud para priorizar las mejoras y gestionar el desempeño del sistema.
5. Facilitar la comercialización de los servicios de saneamiento y desarrollar servicios de saneamiento y modelos de negocios.

Principios para la implementación de intervenciones de saneamiento

Sistemas de saneamiento seguro

Los sistemas de saneamiento deben responder a los siguientes requisitos mínimos para garantizar la seguridad a lo largo de cada paso de la cadena de servicios de saneamiento.

Inodoro

- El diseño, construcción, manejo y uso de los inodoros debe garantizar de forma segura que los usuarios estén separados de las excretas.
- La losa así como la plataforma o pedestal del inodoro se deben construir con materiales duraderos que sean fáciles de limpiar.
- La caseta del inodoro tiene que evitar el ingreso del agua de lluvia, la escorrentía de aguas pluviales, los animales y los insectos. Esta instalación debe proporcionar seguridad y privacidad, con puertas que cierren con llave cuando se trata de inodoros compartidos o públicos.
- El diseño del inodoro debe incluir la provisión de instalaciones que sean cultural y contextualmente apropiadas para la limpieza anal, el lavado de las manos y el manejo de la higiene menstrual.
- Los inodoros necesitan un buen mantenimiento y una limpieza regular.

Contención - Almacenamiento / tratamiento

- Cuando se utilice agua subterránea como fuente de agua potable, la evaluación del riesgo debe garantizar que haya suficiente distancia vertical y horizontal entre la base de un contenedor permeable, el foso de absorción o campo de lixiviación y el nivel freático local o la fuente de agua potable (por regla general se sugiere una distancia horizontal de al menos 15 m y una distancia vertical de 1,5 m entre los contenedores permeables y las fuentes de agua potable).
- Cuando un tanque o fosa tiene una salida, esta debe descargarse a un foso de absorción, a un campo de lixiviación, o a una tubería de alcantarillado. No debe descargarse en un desagüe abierto, en un cuerpo de agua, o en un terreno abierto.
- Cuando los productos procedentes del almacenamiento o tratamiento de una tecnología de contención in situ se manipulan para su disposición o uso final, las evaluaciones de riesgos deben garantizar que los trabajadores o los usuarios aguas abajo adopten procedimientos operativos seguros.

Transferencia

- Siempre que sea posible se debe preferir el vaciado y transporte motorizado y no al vaciado y transporte manual.
- Todos los trabajadores deben recibir capacitación en cuanto a los riesgos de la manipulación de aguas residuales o lodos fecales y sobre los procedimientos operativos estandarizados (POE) de trabajo
- Todos los trabajadores deben usar equipo de protección personal (por ejemplo, guantes, máscaras, sombreros, ropa de faena completa, y calzado cerrado impermeable) especialmente cuando se requiera la limpieza manual de las alcantarillas o el vaciado manual.

Tratamiento

- Independientemente de la fuente (es decir, aguas residuales de tecnologías basadas en el alcantarillado o lodos fecales provenientes del saneamiento in situ), tanto las fracciones líquidas como sólidas deben ser tratadas antes de su uso final o disposición.
- La instalación de tratamiento debe ser diseñada y operada de acuerdo con el objetivo específico de uso final o disposición y operada con un enfoque de evaluación y gestión de riesgos que identifique, gestione y monitoree los riesgos en todo el sistema.

Disposición y/o uso final

- Los trabajadores que manipulan efluentes o lodos fecales deben recibir capacitación sobre los riesgos y los procedimientos operativos estandarizados de trabajo y utilizar equipo de protección personal
- Debe utilizarse un enfoque de barreras múltiples (es decir, el uso de más de una medida de control como barrera contra cualquier peligro de patógenos).

Cambio del comportamiento en el saneamiento

El cambio del comportamiento es un aspecto importante de todos los programas de saneamiento y sustenta la adopción y el uso del saneamiento seguro.

- Los gobiernos son los actores críticos en la coordinación e integración de las actividades del cambio de comportamiento en el saneamiento y deben proporcionar liderazgo y financiamiento adecuado.
- Todas las intervenciones de saneamiento deben incluir un programa sólido de promoción y de cambio de comportamiento en materia de saneamiento (incluidos el monitoreo y la evaluación) con todos los interesados y participantes alineados en torno al mismo conjunto de objetivos y estrategias.
- Para influir en el comportamiento y diseñar actividades de promoción exitosas, es importante comprender los comportamientos prevalentes en el saneamiento y sus determinantes, teniendo en cuenta que cada grupo específico de población tiene diferentes necesidades de saneamiento, oportunidades de cambio y barreras que superar.
- Las intervenciones para el cambio del comportamiento son más efectivas cuando se centran en los determinantes de los comportamientos; existe una serie de modelos y marcos que ayudan a comprender y precisar los determinantes del comportamiento, los que deben ser utilizados en el proceso de diseño de las intervenciones.
- Se debe dar especial atención al modelo de ejecución de la intervención (cambio de comportamiento autónomo frente a enfoques integrados; estrategias enfocadas frente a estrategias globales); para que una estrategia tenga éxito debe lograr la aceptación, el cumplimiento de la práctica y el uso de la conducta segura a largo plazo.
- La programación de la intervención para el cambio de comportamiento requiere recursos adecuados y específicos.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 El significado del saneamiento para la salud humana

El saneamiento seguro es primordial para la salud, desde prevenir infecciones hasta mejorar y mantener el bienestar mental y social. La falta de sistemas de saneamiento seguro da lugar a infecciones y enfermedades como:

- la diarrea, que es un importante problema de salud pública y una de las principales causas de enfermedad y muerte en los niños menores de 5 años en los países de ingresos bajos y medianos (Pruss-Ustun et al., 2016);
- las enfermedades tropicales desatendidas como las geohelmintiasis, la esquistosomiasis y el tracoma que causan una considerable carga de morbilidad a escala mundial (OMS, 2017); y
- las enfermedades transmitidas por vectores como la fiebre por el virus del Nilo Occidental o la filariasis linfática (Curtis et al., 2002; van den Berg Kelly-Hope & Lindsay, 2013) debidas a un saneamiento deficiente que favorece la proliferación de mosquitos Culex.

Las condiciones insalubres se han asociado con retraso del crecimiento (Danaei et al., 2016), el cual afecta a casi la cuarta parte de los niños menores de 5 años en todo el mundo (UNICEF/OMS/Banco Mundial, 2018), a través de diversos mecanismos como las diarreas repetidas (Richard et al., 2013), las helmintiasis (Ziegelbauer et al., 2012) y la disfunción entérica ambiental (Humphrey, 2009; Keusch et al., 2014; Crane et al. 2015) (véase el recuadro 1.1).

La falta de sistemas de saneamiento seguro contribuye a la aparición y propagación de la resistencia antimicrobiana, pues al aumentar el riesgo de contraer enfermedades infecciosas (Holmes et al., 2016) se requiere una mayor utilización de antibióticos contra las infecciones prevenibles. El manejo inadecuado de los residuos fecales que contienen residuos de antimicrobianos provenientes de las comunidades y de los Centros de atención de salud también puede contribuir a la aparición de resistencia (Korzeniewska et al., 2013; Varela et al., 2013).

Recuadro 1.1 El saneamiento y los resultados de salud complejos: disfunción entérica ambiental

La disfunción entérica ambiental es un trastorno asintomático adquirido del intestino delgado, caracterizado por inflamación crónica y subsiguientes modificaciones en el intestino (como atrofia vellosa e hiperplasia de las criptas) (Crane et al., 2015; Harper et al., 2018), que pueden ocasionar un retraso del crecimiento y disminuir la respuesta a las vacunas entéricas (Iqbal et al., 2018; Marie et al., 2018). Se ha generado la hipótesis de que este trastorno puede ser una causa importante para el retraso del crecimiento infantil en los entornos de bajos ingresos, debido a la malabsorción de nutrientes, la permeabilidad del intestino y la activación inmunitaria crónica que desvía los recursos normalmente destinados al crecimiento y desarrollo del niño (Harper et al., 2018; Marie et al., 2018). También se piensa que altera el desarrollo del cerebro con consecuencias ulteriores en la función cognoscitiva y el desempeño escolar (Oriá et al., 2016; Harper et al., 2018).

Aunque es difícil describir con precisión las causas de la disfunción entérica ambiental, se supone que se origina en la exposición a bacterias por contaminación fecal, debida a comportamientos sanitarios inadecuados y sistemas de saneamiento inseguros (Harper et al., 2018). Cuando en una población determinada existe una alta frecuencia de diarreas y desnutrición, esto también se asocia a un saneamiento deficiente y se supone que aumenta la probabilidad de disfunción entérica ambiental (Crane et al., 2015). El potencial significado de esta disfunción en la salud y la nutrición del niño y consecuentemente su impacto en otros resultados importantes en materia de salud (véase el cuadro 1.1) justifica que se dé una mayor atención al saneamiento y a las políticas y programas de salud pública. Sin embargo, el carácter continuo y asintomático de la disfunción entérica ambiental, la incertidumbre con respecto a sus causas, prevención y tratamiento (Crane, 2015) así como las dificultades metodológicas y éticas asociadas con su medición exacta (Harper et al., 2018; Marie et al., 2018), favorecen la persistencia de este trastorno como un aspecto ignorado en los programas de nutrición y salud.

Un saneamiento seguro en los centros de salud es un componente fundamental para la calidad de la atención y las estrategias de prevención y control de infecciones, especialmente para evitar la exposición de los usuarios y el personal de salud de los servicios a las infecciones (OMS, 2016a) y en particular para proteger a las embarazadas y a los recién nacidos de infecciones que pueden causar resultados adversos en el embarazo, septicemia y mortalidad (Benova, Cumming & Campbell, 2014; Padhi et al, 2015; Campbell et al., 2015). El acceso a sistemas de saneamiento seguro en hogares, escuelas, lugares de trabajo, centros de salud, espacios públicos y otros entornos institucionales (como prisiones y campamentos para refugiados) es fundamental para el bienestar general, por ejemplo al reducir los riesgos (Winter & Barchi 2016; Jadhav, Weitzman & Smith-Greenaway, 2016) y la ansiedad causada por la incomodidad y la vergüenza (en Hirve et al., 2015; Sahoo et al. 2015) asociadas con la defecación al aire libre o al usar las instalaciones de saneamiento compartidas.

El cuadro 1.1 resume los efectos de la falta de sistemas de saneamiento seguro sobre la salud.

1.2 El saneamiento como un tema del desarrollo humano

En numerosos lugares del mundo existen sistemas de saneamiento inadecuados. A nivel mundial muchas personas practican la defecación al aire libre y muchas más no cuentan con servicios que eviten la contaminación del medio ambiente por desechos fecales (OMS-UNICEF, 2017). En muchos países de ingresos bajos y medianos, las zonas rurales están subatendidas y las ciudades se esfuerzan para responder a la magnitud de las necesidades de saneamiento que genera la urbanización acelerada; al mismo tiempo, el mantenimiento de los sistemas de saneamiento en todo el mundo supone un reto y es costoso. Los retos planteados por el cambio climático exigen una adaptación continua con el objeto de garantizar que los sistemas de saneamiento protejan la salud pública.

Desde el 2008, el saneamiento ha cobrado importancia en la Agenda Mundial de desarrollo con el Año Internacional de Saneamiento de las Naciones Unidas, seguido por el reconocimiento del Saneamiento como un Derecho Humano (con el agua en el 2010 y como un derecho

Cuadro 1.1 El impacto del saneamiento inseguro en la salud

Impacto directo (infecciones)*	Secuelas (trastornos causados por una infección o infestación anterior)	Bienestar general
<p>Infecciones de transmisión fecal oral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diarreas (incluido el cólera) • Disenterías Poliomielititis • Tifoideas <p>Helmintiasis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ascariasis • Tricuriasis • Anquilostomiasis • Cisticercosis (infestación por <i>Taenia solium</i>) • Esquistosomiasis • Trematodos transmitidos por los alimentos <p>Enfermedades transmitidas por insectos que actúan como vectores* (los vectores se reproducen en las heces o el agua con contaminación fecal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filariasis linfática • Fiebre del Nilo Occidental • Tracoma 	<p>Retraso /falta del crecimiento (relacionado con episodios repetidos de diarrea, helmintiasis, disfunción entérica ambiental)</p> <p>Consecuencias del retraso del crecimiento (obstrucción del trabajo de parto, peso bajo al nacer)</p> <p>Deterioro de la función cognoscitiva</p> <p>Neumonía (relacionada con diarreas repetidas en los niños desnutridos)</p> <p>Anemia (relacionada con anquilostomiasis)</p>	<p>Inmediatos:</p> <p>Ansiedad (vergüenza e incomodidad por la defecación al aire libre, las instalaciones de saneamiento compartidas que no satisfacen las necesidades específicas de género) y consecuencias relacionadas</p> <p>Agresión sexual (y consecuencias relacionadas)</p> <p>Resultados adversos del parto (debidos a una subutilización de los establecimientos de atención de salud con saneamiento inadecuado)</p> <p>A largo plazo:</p> <p>Ausencia escolar</p> <p>Pobreza</p> <p>Productividad económica reducida</p> <p>Resistencia a los antimicrobianos</p>

Recopilado de: Bartram & Cairncross, 2010; Bouzid et al, 2018; Campbell et al, 2015; Cumming & Cairncross, 2016; DFID, 2013; Schlaudecker et al, 2011.

independiente en el 2015 (Recuadro 1.2) y por el llamado del Secretario General Adjunto de Naciones Unidas para poner fin a la defecación al aire libre en el 2013. En los Objetivos de Desarrollo del Milenio se da un lugar central al manejo del saneamiento seguro, así como al tratamiento y reutilización de las aguas residuales. (Recuadro 1.3)

1.3 Alcance

Estas orientaciones procuran lograr que el diseño y manejo de los sistemas de saneamiento sean seguros, con el fin de proteger la salud humana de los riesgos microbianos causados por las excretas humanas, y consecuentemente, prevenir resultados adversos en la

Recuadro 1.2 El Derecho humano al saneamiento (Naciones Unidas, 2015a)

El derecho humano al saneamiento confiere a todas las personas el derecho a acceder a servicios de saneamiento que proporcionen privacidad y garanticen la dignidad, que sean accesibles y asequibles desde el punto de vista físico, que sean inocuos, higiénicos, seguros y aceptables desde el punto de vista social y cultural. Los principios de derechos humanos tienen que aplicarse en el contexto del cumplimiento de todos los derechos humanos, incluidos los derechos humanos al saneamiento:

1. **No discriminación e igualdad:** Todas las personas tienen que tener acceso a servicios de saneamiento adecuados, sin discriminación, dando mayor prioridad a las personas y los grupos más vulnerables y desfavorecidos.
2. **Participación:** Toda persona tiene que poder participar en las decisiones relacionadas con su acceso al saneamiento sin discriminación.
3. **Derecho a la información:** La información relacionada con el acceso al saneamiento, incluidos los programas y proyectos planificados debe estar al alcance y con libre acceso para las personas afectadas, en los idiomas pertinentes y a través de los medios apropiados.
4. **Rendición de cuentas (monitoreo y acceso a la justicia):** Los estados deben garantizar el acceso al saneamiento, asumir la responsabilidad de cualquier falla, y deben supervisar el acceso (y la falta de acceso).
5. **Sostenibilidad:** El acceso al saneamiento debe ser económica y físicamente sostenible, inclusive a largo plazo.

La normatividad de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el saneamiento tiene las siguientes características:

1. **Disponibilidad:** Debe existir un número de instalaciones sanitarias suficiente para todas las personas.
2. **Accesibilidad:** Todas las personas deben tener un fácil acceso a las instalaciones sanitarias en el interior o en las inmediaciones de cada hogar, establecimiento educativo o de atención de salud, instituciones y espacios públicos y lugares de trabajo. Su seguridad física no debe estar en riesgo cuando accede a las instalaciones sanitarias.
3. **Calidad:** Las instalaciones sanitarias deben ser higiénicas y se deben poder utilizar de forma segura desde el punto de vista técnico. Con el fin de garantizar una higiene adecuada, es primordial tener acceso al agua para la limpieza y el lavado de las manos en los momentos críticos.
4. **Asequibilidad:** El precio del saneamiento y los servicios debe ser asequible para toda persona sin limitar su capacidad para pagar por otras necesidades básicas garantizadas por los derechos humanos como el agua, los alimentos, la vivienda y la atención de salud.
5. **Aceptabilidad:** Los servicios, en especial las instalaciones sanitarias, tienen que ser aceptables desde el punto de vista cultural. A menudo esta condición exigirá instalaciones específicas por género, construidas de manera que procuren intimidad y garanticen la dignidad.

Todos los derechos humanos están interrelacionados y se refuerzan mutuamente y ningún derecho humano tiene precedencia sobre otro.

Recuadro 1.3 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el saneamiento (Naciones Unidas, 2015b)

Los ODS ofrecen un marco mundial para poner fin a la pobreza, protegiendo el medio ambiente y garantizando una prosperidad compartida. El objetivo 6 sobre agua limpia y saneamiento (en concreto las metas 6.2 y 6.3 sobre el saneamiento y la calidad del agua, respectivamente) y el objetivo 3 sobre la buena salud y el bienestar son de especial interés para el saneamiento. Otros objetivos a los cuales contribuye el saneamiento o es necesario para su cumplimiento, son aquellos relacionados con la pobreza (en especial la meta 1.4 sobre el acceso a los servicios básicos), la nutrición, la educación, la igualdad de género, el crecimiento económico, la reducción de desigualdades y las ciudades sostenibles. Los ODS también definen los principios que deben seguir los Gobiernos para su implementación, como aumento de su capacidad financiera, fortalecimiento de la capacidad del personal de salud, introducción de estrategias de reducción de riesgos, aprovechamiento de la cooperación internacional y de la participación de las comunidades locales. El objetivo 1 afirma la necesidad de mejorar el flujo de información y de aumentar la capacidad de seguimiento y el desglose de los datos, con el fin de reconocer qué grupos han quedado rezagados.

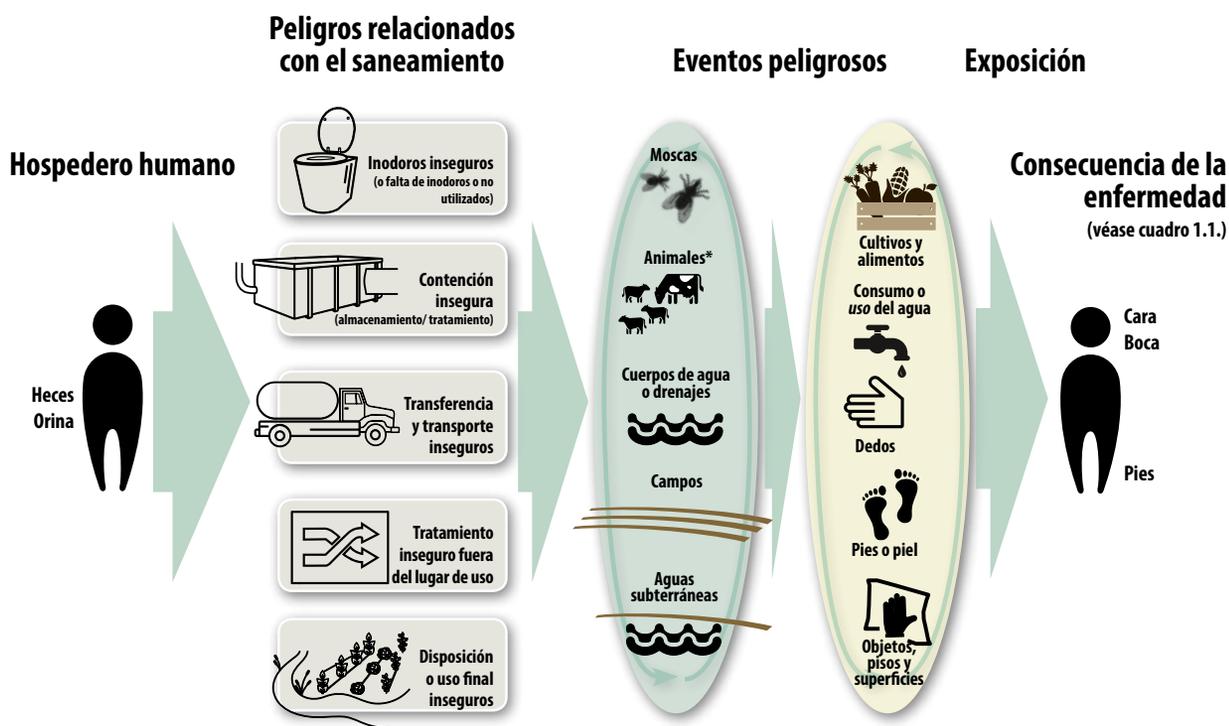
salud como enfermedades infecciosas o afectar el estado nutricional y la educación. Estas guías también consideran el bienestar y las dimensiones psicosociales de la salud (como la privacidad, la seguridad y la dignidad) que son necesarias para promover la sostenibilidad y el uso de los servicios de saneamiento.

Aunque las heces animales contienen organismos patógenos que pueden causar enfermedades a los seres humanos, estas guías no abarcan el manejo de los desechos animales. Las guías abordan los residuos sólidos relacionados con el manejo de la higiene menstrual pero no otros tipos de residuos sólidos, aunque su eliminación en ocasiones se incluye en la definición de saneamiento y también es de importancia para la salud pública.

1.3.1 Justificación del alcance

Desde una perspectiva de salud pública el propósito principal de los servicios de saneamiento seguro es satisfacer el derecho humano al saneamiento y garantizar que los servicios de saneamiento aíslan las excretas humanas (heces y orina) del contacto humano, a fin de interrumpir la transmisión de patógenos. En la figura 1.1, de izquierda a derecha, se presentan las vías de transmisión de las infecciones relacionadas con las excretas. Las excretas entran en la cadena de saneamiento, cuando los riesgos relacionados con el saneamiento se convierten en eventos peligrosos, por los cuales las excretas se introducen en el medio ambiente y llegan a nuevos hospederos. Un “inodoro inseguro” incluye la defecación al aire libre y su uso inconstante. El diagrama permite una interacción

Figura 1.1 Transmisión de organismos patógenos relacionados con las excretas



* Se refiere a los animales como vectores mecánicos.

El diagrama F sobre la transmisión fecal-oral de la enfermedad, utilizado con frecuencia, (diversas versiones adaptadas de Wagner y Lanoix, 1958) no se emplea en estas guías, aunque se pueden discernir claramente varios de sus elementos (hospederos humanos y los elementos descritos como “eventos peligrosos” en este diagrama). Esta figura tiene como objetivo destacar la importancia de los sistemas de saneamiento seguro como una barrera primaria para la transmisión, al mostrar la manera como un manejo inseguro en cada etapa de la cadena de saneamiento disemina las excretas en el medio ambiente; además, el diagrama capta las rutas diferentes de la transmisión fecal-oral y pone en evidencia la manera compleja como se interrelacionan los diferentes peligros y eventos peligrosos. El diagrama constituye una base conceptual para la evaluación de riesgos y la gestión de los sistemas de saneamiento.

La lectura del diagrama de izquierda a derecha, ilustra a partir de un hospedero humano las posibles vías de transmisión de los organismos patógenos que ocasionan enfermedades, desde la excreción y los peligros en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento, hasta los eventos peligrosos y la exposición de un nuevo hospedero; los siguientes son ejemplos de estas vías:

- *Inodoros inseguros o falta de inodoros (o no utilizados)*: la defecación al aire libre puede provocar la descarga de patógenos en los campos, infectando a nuevos hospederos a través de los pies o los cultivos (por ejemplo, las geohelmintiasis); en los cuerpos de agua, infectan a nuevos hospederos por contacto con el agua (por ejemplo, la esquistosomiasis por micción o defecación en aguas superficiales) o con su consumo; y se propagan a todo el ambiente doméstico a través de los insectos o los animales que actúan como vectores mecánicos. Las letrinas de pozo mal construidas facilitan que las moscas y otros insectos se reproduzcan en las excretas o diseminen los patógenos fecales a los alimentos, los dedos y las superficies.
- *Contención insegura (almacenamiento/ tratamiento)*: la contención deficiente como en las letrinas de pozo o los tanques sépticos mal contruidos causa fugas a las aguas subterráneas y de allí al agua consumida por nuevos hospederos; y dispersión en el ambiente doméstico.
- *Transferencia o transporte inseguro*: las prácticas deficientes de vaciado causan que los trabajadores del saneamiento y otras personas que participan en el vaciado queden directamente expuestos a los patógenos. También favorecen el escape de patógenos sobre las superficies domésticas y consecuentemente la exposición a superficies contaminadas; las excretas sin tratar que se vierten en los cuerpos de agua, los canales, los campos y otras superficies pueden causar transmisión por todos los tipos de eventos peligrosos; y los alcantarillados inseguros pueden causar exposición por fugas, desbordes y descargas inseguras en los canales, cuerpos de agua, las aguas subterráneas y las superficies al aire libre.
- *Tratamiento inseguro fuera del lugar de uso*: un tratamiento inadecuado puede llevar a una remoción insuficiente de patógenos del lodo fecal causando que los patógenos se descarguen en los campos (a través de fertilización) y consecuentemente en los cultivos, y dentro de los cuerpos de agua a través de escorrentía o por descargas a propósito, contaminando el agua de consumo humano. Procesos de tratamiento manejados inadecuadamente pueden ocasionar también el contacto de los animales con las excretas no tratadas, contribuyendo a una exposición adicional.
- *Disposición y/o Uso final inseguro*: La descarga en el ambiente de lodo fecal no tratado puede llevar a que ocurran eventos peligrosos a través de múltiples rutas.

El diagrama puede leerse horizontal o verticalmente, tomando en consideración las potenciales interacciones entre diferentes eventos peligrosos para formar rutas indirectas o complejas. Por ejemplo, así como transportan patógenos a los dedos y superficies, los animales también pueden introducir patógenos a los campos de cultivo y cuerpos de agua transmitiendo indirectamente patógenos a un nuevo hospedero; descargas no tratadas de excretas en los campos de cultivo pueden contaminar las aguas subterráneas y los cuerpos de agua, y los dedos contaminados durante el uso del inodoro o por contacto con animales o superficies contaminadas pueden transmitir patógenos a los alimentos durante su preparación o consumo, o contaminar otras superficies.

* Se refiere a animales como vectores mecánicos. La transmisión a huéspedes humanos, de los patógenos existentes en las excretas de los animales no está representada en este diagrama.

tanto vertical como horizontal: en el sentido horizontal todos los peligros tienen el potencial de causar una exposición eventual a través de la mayoría de rutas (o “eventos peligrosos”); en los bloques verticales de “peligros del saneamiento” y “eventos peligrosos”, las interacciones pueden ocurrir a través de todos los elementos (por ejemplo los animales pueden diseminar las excretas humanas al campo y a los cuerpos de agua, así como a los pisos y superficies al interior de los hogares).

El saneamiento se define como el acceso y uso de instalaciones y servicios destinados a la evacuación segura de la orina y las heces humanas. Un **sistema de saneamiento seguro** se define como un sistema

que separa las excretas humanas del contacto con las personas en todas las etapas de la cadena de servicios de saneamiento, desde la captación y la contención en inodoros, el vaciado, el transporte, el tratamiento (in-situ o fuera del lugar de uso), hasta la disposición o uso final (figura 1.2). Es indispensable que los sistemas de saneamiento seguro cumplan estos requisitos en consonancia con los derechos humanos y al mismo tiempo aborden la evacuación conjunta de las aguas grises (aguas generadas en el hogar, pero no de los inodoros), las prácticas de higiene asociadas (por ejemplo, el manejo de los materiales de limpieza anal) y los servicios básicos necesarios para el funcionamiento de las tecnologías (por ejemplo, el agua de arrastre para empujar las excretas a través del alcantarillado).

Figura 1.2 Cadena de los servicios de saneamiento



1.4 Objetivos

Estas guías tienen como objetivo fomentar sistemas y prácticas de saneamiento seguro con el fin de promover la salud. Las guías resumen la evidencia sobre las relaciones entre el saneamiento y la salud, aportan recomendaciones fundamentadas en la evidencia y ofrecen una guía para incentivar políticas y acciones internacionales, nacionales y locales que protejan la salud pública. Las guías buscan además articular y apoyar el rol del sector salud y otros actores en las políticas y la programación del saneamiento, con el fin de contribuir a garantizar que los riesgos para la salud son identificados y manejados eficazmente. Las guías se diseñaron de manera que puedan adaptarse a los contextos locales, teniendo en cuenta los aspectos sociales, económicos, ambientales y de salud. Las guías son pertinentes en todo lugar y especialmente en los países de ingresos bajos y medianos donde el saneamiento plantea los mayores retos.

Las medidas de saneamiento para proteger la salud pública son tanto únicas como múltiples e incluyen tecnologías (capítulo 3), políticas, reglamentos y recursos económicos

y humanos (capítulo 4) y cambio del comportamiento en el saneamiento (capítulo 5). Las medidas de saneamiento se pueden dirigir a espacios domésticos, institucionales y comerciales, incluidos las viviendas, las escuelas, los centros de atención de salud y otras instituciones (como las prisiones) y también a los lugares de trabajo y a todas las instalaciones sanitarias en entornos públicos. Las medidas se pueden ejecutar a escala local, regional, nacional o internacional, a través del sector salud u otros sectores.

Las guías consideran los siguientes objetivos que pueden alcanzarse gradualmente:

1. cobertura y acceso al saneamiento para todos;
2. mejor calidad de los servicios de saneamiento y acceso a servicios de saneamiento de mayor nivel; y
3. sostenibilidad en cuanto al funcionamiento permanente de los servicios de saneamiento, así como, la sostenibilidad ambiental y social.

Todas las guías de la OMS relacionadas con el agua y el saneamiento están respaldadas por el Marco de Estocolmo y sus principios fundamentales de evaluación y gestión de riesgos (Fewtrell y Bartram, 2001). Estos principios se basan

Recuadro 1.4 ¿Por qué se necesitan guías para el saneamiento y la salud?

Las evaluaciones de las intervenciones de saneamiento han puesto en evidencia resultados en materia de salud inferiores a lo previsto, que plantean inquietudes sobre la calidad de la implementación de las intervenciones y los programas de saneamiento. Se necesitan guías exhaustivas que aborden en su totalidad la cadena de servicios de saneamiento y sus consecuencias sobre la salud humana, además de las funciones y las responsabilidades del sector salud con respecto a proteger los beneficios que aporta el saneamiento a la salud.

Estas guías tienen su base en publicaciones anteriores de la OMS, desde el documento “Disposición de excretas en zonas rurales y pequeñas comunidades” (Wagner y Lanoix, 1958) hasta las publicaciones posteriores sobre saneamiento que siguen:

- Guía para el desarrollo del saneamiento in situ (OMS, 1992);
- Guías sobre el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises (tercera edición), en cuatro volúmenes que cubren: políticas y aspectos normativos, uso de las aguas residuales en la agricultura, uso de las aguas residuales y las excretas en la acuicultura y uso de las aguas grises en la agricultura (OMS, 2006a);
- Varios documentos de orientación dirigidos a ámbitos específicos como:
 - los entornos de atención de salud (Normas básicas de higiene del entorno en la atención sanitaria, OMS, 2008);
 - las escuelas (Normas sobre agua, saneamiento e higiene para escuelas en contextos de escasos recursos, OMS, 2009a);
 - el transporte aéreo (Manual de higiene y saneamiento de los transportes aéreos, tercera edición, OMS, 2009b); y
 - los buques (Guía de sanidad a bordo (tercera edición): Referencia mundial sobre requisitos sanitarios para la construcción y operación de buques. OMS, 2011a).

Otras publicaciones ofrecen orientación sobre aspectos relacionados con el agua, el saneamiento y la higiene, incluida la calidad del agua para consumo humano (Guías para la calidad del agua de consumo humano, cuarta edición, OMS, 2011b); actividades acuáticas recreativas (Guías para entornos seguros de actividades acuáticas recreativas, OMS, 2003 y 2006b); y las aguas superficiales (protección de las aguas superficiales para la salud: reconocer, evaluar y gestionar los riesgos de la calidad del agua potable en las cuencas de aguas superficiales, OMS 2016b).

en el reconocimiento, priorización y gestión sistemática de los riesgos para la salud en todo el sistema. En cuanto se refiere al saneamiento, esto significa la cadena de servicios desde la generación de excretas hasta la disposición final o reutilización. (figura 1.2). Se garantiza así que las medidas de control se dirijan a los principales riesgos para la salud y se hace hincapié en un mejoramiento gradual a través del tiempo. Si bien el Marco de Estocolmo se ha enunciado con metas basadas en la salud expresadas como metas numéricas en otras guías, en este documento se adopta un método más flexible de evaluación y manejo de riesgos. En el recuadro 1.4 se describen los documentos relacionados con la orientación normativa.

1.5 Público objetivo

Estas Guías se dirigen principalmente a las autoridades nacionales y locales encargadas de la seguridad de los sistemas y servicios de saneamiento, incluidas las instancias normativas, planificadoras, ejecutoras y los responsables de la elaboración, aplicación y seguimiento de las normas y reglamentos. Se incluyen aquí las autoridades de salud y, dado que la gestión del saneamiento a menudo tiene lugar fuera del sector salud, también otros organismos con responsabilidades de saneamiento.

En los Ministerios de Salud, este documento es de interés para el personal de los departamentos de salud ambiental y de otros programas de salud que orientan sobre las intervenciones de saneamiento en el contexto de las estrategias de prevención y control de enfermedades.

Las organizaciones internacionales, organismos de financiamiento, organizaciones no gubernamentales (ONG), la sociedad civil, la comunidad académica y otras entidades de múltiples sectores que trabajan en saneamiento también tendrán interés en estas guías, cuando desarrollen, y contextualicen estrategias, programas y herramientas para asegurar que las medidas de saneamiento protejan la salud pública. En su aplicación más amplia, las guías constituyen una referencia general sobre saneamiento y salud.

1.6 Mandato de las autoridades sanitarias

El compromiso y la supervisión por parte del sector salud son esenciales para lograr que las políticas y los programas de saneamiento protejan de manera eficaz y sostenible la salud pública (Rehfues et al., 2009; Mara et al., 2010). El mandato del sector salud incluye las siguientes funciones (se describen con más detalle en el capítulo 4):

- la coordinación del saneamiento,
- la salud en las políticas de saneamiento,
- las normas y los criterios que protegen la salud,
- la vigilancia sanitaria y la respuesta,
- el saneamiento en la prestación de programas de salud,
- los cambios de comportamiento en el saneamiento y
- los establecimientos de atención de salud.

1.7 Métodos

Estas guías se prepararon siguiendo los procedimientos y métodos descritos en el Manual de la OMS para la elaboración de directrices (segunda edición, 2014) y fueron revisadas por la presidencia y la secretaria del Comité de Examen de Directrices de la OMS. Este comité no practicó un examen formal del documento, dado que la naturaleza de las recomendaciones se consideró equivalente a las declaraciones de buenas prácticas. Los métodos se abordan con mayor detalle en el capítulo 7.

Las principales etapas metodológicas cubrieron los siguientes aspectos:

1. formulación de las preguntas para determinar el alcance basadas en un fuerte marco conceptual
2. priorización de las preguntas clave
3. búsqueda o realización de revisiones sistemáticas con el fin de abordar las preguntas clave
4. evaluación de la calidad de la evidencia
5. formulación de recomendaciones y acciones de buenas prácticas
6. redacción de las guías y
7. elaboración de un plan de difusión e implementación.

1.8 Estructura de las guías

Este documento muestra la necesidad y objetivo de las guías (capítulo 1), seguidas de recomendaciones detalladas y acciones de buenas prácticas (capítulo 2). Luego, se proporciona orientación detallada sobre todos los aspectos de los sistemas de saneamiento, en especial los aspectos

que fundamentan sus efectos sanitarios y sostenibilidad: principios y aspectos técnicos de los sistemas de saneamiento seguro (capítulo 3), la prestación de los servicios (capítulo 4) y los cambios de comportamiento en el saneamiento (capítulo 5). Luego, en los capítulos 6 a 9 y el anexo 1 se presentan los aspectos técnicos que respaldan la justificación y el proceso de formulación de las guías.

Introducción, alcance y objetivos	Capítulo 1: Introducción
Recomendaciones y acciones	Capítulo 2: Recomendaciones y acciones de buenas prácticas
Orientaciones para la implementación	Capítulo 3: Sistemas de saneamiento seguro Capítulo 4: Permitir la prestación de servicios de saneamiento seguro Capítulo 5: Cambio del comportamiento en el saneamiento
Recursos técnicos	Capítulo 6: Organismos patógenos relacionados con las excretas Capítulo 7: Métodos Capítulo 8: Evidencia sobre la eficacia e implementación de las intervenciones de saneamiento Capítulo 9: Necesidades de investigación Anexo 1: Hojas de información sobre sistemas de saneamiento Anexo 2: Glosario de términos de saneamiento

Referencias

- Bartram J, Cairncross S (2010). Hygiene, sanitation, and water: forgotten foundations of health. *PLoS Med.* 7(11): e1000367. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000367>.
- Benova L, Cumming O, Campbell OM (2014). Systematic review and meta-analysis: association between water and sanitation environment and maternal mortality. *Trop Med Int Health.* 19(4): 368-387.
- Bouzid M, Cumming O, Hunter PR (2018). What is the impact of water sanitation and hygiene in healthcare facilities on care seeking behaviour and patient satisfaction? A systematic review of the evidence from low-income and middle-income countries. *BMJ Glob Health.* 3(3): e000648.
- Cairncross S, Cumming O, Jeandron A, Rheingans R, Ensink J, Brown J et al. (2013). DFID Evidence Paper: Water, sanitation and hygiene. 128 pp.
- Campbell OMR, Benova L, Gon G, Afsana K, Cumming O (2015). Getting the basics right – the role of water, sanitation and hygiene in maternal and reproductive health: a conceptual framework. *Trop Med Int Health.* 20 (3): 252-267.
- Crane RJ, Jones KD, Berkley JA (2015). Environmental enteric dysfunction: an overview. *Food Nutr Bull.* 36 (Suppl 1): 576-87.
- Cumming O, Cairncross S (2016). Can water, sanitation and hygiene help eliminate stunting? Current evidence and policy implications. *Matern Child Nutr.* 12(Suppl 1): 91-105.
- Curtis CF, Malecela-Lazaro M, Reuben R, Maxwell CA (2002). Use of floating layers of polystyrene beads to control populations of the filaria vector *Culex quinquefasciatus*. *Ann Trop Med Parasitol.* 96(Suppl 2): S97-104.
- Danaei G, Andrews KG, Sudfeld CR, Fink G, McCoy DC, Peet E et al. (2016). Risk Factors for Childhood Stunting in 137 Developing Countries: A Comparative Risk Assessment Analysis at Global, Regional, and Country Levels. *PLoS Med.* 13(11): e1002164.
- Fewtrell L, Bartram J (2001). Water quality: Guidelines, standards and health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London, UK.
- Harper KM, Mutasa M, Prendergast AJ, Humphrey J, Manges AR (2018). Environmental enteric dysfunction pathways and child stunting: A systematic review. *PLoS Negl Trop Dis.* 12(1): e0006205.
- Hirve S, Lele P, Sundaram N, Chavan U, Weiss M, Steinmann P et al. (2015). Psychosocial stress associated with sanitation practices: experiences of women in a rural community in India. *J Water Sanit Hyg Dev.* 5(1): 115-126.
- Holmes AH, Moore LS, Sundsfjord A, Steinbakk M, Regmi S, Karkey A et al. (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet.* 387: 176-187.
- Humphrey JH (2009). Child undernutrition, tropical enteropathy, toilets, and handwashing. *Lancet.* 374: 1032–1035.
- Iqbal NT, Sadiq K, Syed S, Akhund T, Umrani F, Ahmed S et al. (2018). Promising Biomarkers of Environmental Enteric Dysfunction: A Prospective Cohort study in Pakistani Children. *Sci Rep.* 8(1): 2966.
- Jadhav A, Weitzman A, Smith-Greenaway E (2016). Household sanitation facilities and women's risk of non-partner sexual violence in India. *BMC Public Health.* 16(1): 1139.
- Keusch GT, Rosenberg IH, Denno DM, Duggan C, Guerrant RL, Lavery JV et al. (2013). Implications of acquired environmental enteric dysfunction for growth and stunting in infants and children living in low- and middle-income countries. *Food Nutr Bull.* 34(3): 357-364.
- Korzeniewska E, Korzeniewska A, Harnisz M (2013). Antibiotic resistant *Escherichia coli* in hospital and municipal sewage and their emission to the environment. *Ecotoxicol Environ Saf.* 91: 96-102.
- Mara D, Lane J, Scott B, Trouba D (2010) Sanitation and Health. *PLoS Med.* 7(11): e1000363.
- Marie C, Ali A, Chandwe K, Petri WA Jr, Kelly P (2018). Pathophysiology of environmental enteric dysfunction and its impact on oral vaccine efficacy. *Mucosal Immunol.* 11(5): 1290-1298.
- Oriá RB, Guerrant LE, Murray-Kolb R, Scharf LL, PD R., Lang GL, et al (2016). Early-life enteric infections: relation between chronic systemic inflammation and poor cognition in children. *Nutr Rev.* 74: 374–386.
- Padhi BK, Baker KK, Dutta A, Cumming O, Freeman MC, Satpathy R, Das BS et al. (2015). Risk of Adverse Pregnancy Outcomes among Women Practicing Poor Sanitation in Rural India: A Population-Based Prospective Cohort Study. *PLoS Med.* 12(7): e1001851.
- Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán CF, Bos R, Neira MP (2016). Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Rehfuess EA, Bruce N, Bartram JK (2009). More health for your buck: health sector functions to secure environmental health. *Bull World Health Organ.* 87(11): 880-882.
- Richard SA, Black RE, Gilman RH, Guerrant RL, Kang G, Lanata CF et al. (2013). Childhood Malnutrition and Infection Network. Diarrhea in early childhood: short-term association with weight and long-term association with length. *Am J Epidemiol.* 178(7): 1129-1138.
- Sahoo KC, Hulland KR, Caruso BA, Swain R, Freeman NC, Panigrahi P et al. (2015). Sanitation-related psychosocial stress: A grounded theory study of women across the life-course in Odisha, India. *Soc Sci Med.* 139: 80-89.
- Schlaudecker EP, Steinhoff MC, Moore SR (2011). Interactions of diarrhea, pneumonia, and malnutrition in childhood: recent evidence from developing countries. *Curr Opin Infect Dis.* 24(5): 496-502.

- United Nations (2015a). General Assembly Resolution 70/169: The human rights to safe drinking water and sanitation. United Nations, New York, USA.
- United Nations (2015b). General Assembly Resolution 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, New York, USA.
- UNICEF, WHO and the World Bank (2018). Joint child malnutrition estimates - Levels and trends (2018 edition). Global Database on Child Growth and Malnutrition.
- van den Berg H, Kelly-Hope LA, Lindsay SW (2013). Malaria and lymphatic filariasis: the case for integrated vector management. *Lancet Infect Dis.* 13(1):89-94.
- Varela AR, Ferro G, Vredenburg J, Yanik M, Vieira L, Rizzo L, et al. (2013). Vancomycin resistant enterococci: from the hospital effluent to the urban wastewater treatment plant. *Sci Total Environ.* 450: 155–161.
- Wagner EG, Lanoix JN (1958). Excreta disposal for rural areas and small communities. *Mongr Ser World Health Organ* 39: 1-182.
- Winter SC, Barchi F (2016). Access to sanitation and violence against women: evidence from Demographic Health Survey (DHS) data in Kenya. *Int J Environ Health Res.* 26(3): 291-305.
- World Health Organization (1992). A guide to the development of on-site sanitation. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2003). Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: Coastal and fresh waters. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2006a). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, third edition. Volume 1: Policy and regulatory aspects; Volume 2: Wastewater use in agriculture; Volume 3: Wastewater and excreta use in aquaculture; Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2006b). Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2: Swimming pools and similar environments. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2008). Essential environmental health standards in health care. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2009a). Water, sanitation and hygiene standards for schools in low-cost settings. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2009b). Guide to hygiene and sanitation in aviation. Third edition. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2011a). Guide to ship sanitation (third edition). Global reference on health requirements for ship construction and operation. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2011b). Guidelines for drinking-water quality, fourth edition. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2014a). Antimicrobial resistance: an emerging water, sanitation and hygiene issue. WHO/FWC/WSH/14.7.
- World Health Organization (2014b). WHO handbook for guideline development – 2nd edition. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2016a). Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at national and acute health care facility level. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2016b). Protecting surface water for health: Identifying, assessing and managing drinking-water quality risks in surface-water catchments. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2017). Integrating neglected tropical diseases in global health and development: Fourth WHO report on neglected tropical diseases. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization and UNICEF (2017). Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. WHO and UNICEF, Geneva, Switzerland.
- Ziegelbauer K, Speich B, Mäusezahl D, Bos R, Keiser J, Utzinger J (2012). Effect of sanitation on soil-transmitted helminth infection: systematic review and meta-analysis. *PLoS Med.* 9(1): e1001162.

CAPÍTULO 2

RECOMENDACIONES Y ACCIONES DE BUENAS PRÁCTICAS

En este capítulo se formulan recomendaciones para los gobiernos y sus socios.

Las recomendaciones se complementan con un conjunto de buenas prácticas dirigidas a apoyar a todos los interesados para que puedan aplicar las recomendaciones.

2.1 Recomendaciones

Recomendación 1: Garantizar el acceso universal y el uso de inodoros que aseguren la disposición segura de las excretas

Esta recomendación está en consonancia con los principios de los derechos humanos y refuerza el ODS 6 (“Garantizar la disponibilidad y el manejo sostenible del agua y el saneamiento para todos”) y la meta 6.2 (“de aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”). La recomendación destaca el principio general según el cual los sistemas de saneamiento seguro deben estar al alcance y ser utilizados por todos, comenzando con el acceso universal a un inodoro seguro que contiene las excretas sin riesgo, como una etapa fundamental hacia una cadena completa de servicios de saneamiento seguro. Los gobiernos son en último término los responsables de garantizar a todas las personas el acceso a inodoros seguros con la subsiguiente cadena de servicios de saneamiento seguro.

1.a) Los gobiernos deben dar prioridad al acceso universal a los inodoros que garanticen la disposición segura de las excretas y a la eliminación de la defecación al aire libre, vigilando que el progreso sea equitativo y en consonancia con los principios del derecho humano al agua y al saneamiento.

Los principios de los derechos humanos al agua y el saneamiento afirman que el progreso hacia el acceso

universal debe ser equitativo. El acceso para todos solo puede lograrse mediante un progreso gradual. Se puede hacer una evaluación de riesgos a escala nacional para identificar los grupos más vulnerables de población y dirigir las intervenciones para garantizar que nadie quede rezagado en las metas nacionales, las políticas, la legislación, la asignación de recursos y el seguimiento y la presentación de informes sobre el progreso. Para garantizar un progreso equitativo, será necesario dedicar esfuerzos y recursos específicos a los grupos más marginados.

Fundamento y evidencia:

- Los derechos humanos al agua y el saneamiento obligan a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas a tener en cuenta todos los aspectos del acceso a los servicios, incluido aumentar el número de personas con acceso al menos a los servicios mínimos, mejorar el nivel de los servicios y dirigir las medidas de manera explícita a las personas pobres, marginadas y desfavorecidas (Comité sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR), 2010; Naciones Unidas, 2015).
- Existe una relación mutua entre saneamiento inadecuado y ocho dimensiones de bienestar social y mental, a saber: la falta de intimidad, la vergüenza, la ansiedad, el temor, la agresión, la falta de seguridad, la incomodidad y la falta de dignidad. La privacidad y la seguridad se han reconocido como dimensiones primordiales (Sclar et al, 2018).

1.b) La demanda y el suministro de instalaciones y servicios de saneamiento deben abordarse simultáneamente para asegurar la adopción y el uso sostenido de los inodoros y permitir su ampliación.

La adopción y uso sostenido de las instalaciones sanitarias exigen la construcción de inodoros seguros y el sostenimiento de su uso. El hecho de tener acceso a un inodoro no significa que este se utilice ni que todos lo usen constantemente en todo momento. Las instalaciones con construcción y gestión deficientes hacen que los hogares reviertan a la defecación al aire libre.

Los inodoros deben estar disponibles, accesibles y asequibles a todos, en todo momento y como mínimo deben separar las excretas del contacto humano. Su diseño debe ser culturalmente apropiado, adecuado para los materiales y las condiciones físicas locales como disponibilidad de agua, condiciones del terreno/suelo, y ser acorde con la capacidad y la disposición para pagar.

Pueden ser necesarias estrategias de promoción para garantizar una demanda sostenida, la adopción de los inodoros y su uso por toda la comunidad, además de las prácticas pertinentes como: eliminación segura de las heces de los niños, lavado de las manos con jabón y limpieza del inodoro. Estas estrategias tienen que ser adaptadas al contexto y ser compatibles con los derechos humanos, el respeto a las personas y a la comunidad. Estas medidas se deben dirigir a todos los sectores de la comunidad, independientemente de la edad, sexo, clase social y la discapacidad. Se debe considerar la posibilidad de adoptar enfoques complementarios para aumentar el acceso y uso sostenido, tales como subsidios y mercadeo del saneamiento para satisfacer la mayor demanda de los productos de saneamiento. Estos enfoques deben ser apropiados y aceptables y su implementación debe incorporar la revisión y la adaptación para garantizar su eficacia y costoeficacia.

Fundamento y evidencia:

- El acceso a las instalaciones sanitarias es indispensable para poner fin a la defecación al aire libre, pero no es una condición suficiente (Barnard et al., 2013; Coffey et al., 2014)
- Existen varias razones posibles para un uso inadecuado de las letrinas y la reversión a la defecación al aire libre, entre ellas los altos costos de reparación y mantenimiento, la calidad deficiente y escasa durabilidad de las letrinas, la falta de seguimiento y vigilancia periódicos y los casos en que se emplearon métodos coercitivos en la construcción de las letrinas sin crear una auténtica aceptación para su uso sostenido (Venkataraman et al., 2018)
- Múltiples factores psicosociales (normas y aprendizaje), no modificables (edad y sexo) y tecnológicos (costo, durabilidad y mantenimiento) influyen sobre la adopción inicial y uso sostenido de las tecnologías de aguas limpias y saneamiento (Hulland et al., 2015).

1.c) Las intervenciones de saneamiento deben garantizar la cobertura de comunidades enteras con inodoros seguros que, como mínimo, dispongan las excretas en condiciones de seguridad, y tengan en cuenta las barreras tecnológicas y el comportamiento para su uso.

El acceso y uso de inodoros seguros por toda la comunidad son necesarios para alcanzar los beneficios de salud que aporta el saneamiento. Sin una cobertura total de la comunidad, las personas que usan los inodoros seguros continúan expuestas al riesgo de prácticas y sistemas de saneamiento inseguros de otros hogares, comunidades e instituciones. Por consiguiente, las intervenciones deben garantizar el uso constante de los inodoros por todas las personas de la comunidad. En las zonas urbanas, también es importante lograr la cobertura completa y la contención segura, para alcanzar lo cual se debe considerar la planificación e implementación en el ámbito de toda la ciudad, dado que pueden existir interconexiones entre los cursos de agua, las aguas subterráneas, las tuberías y los drenajes.

Además, es necesaria una calidad mínima de los inodoros, el almacenamiento y tratamiento para lograr un uso sostenido, evitar que las excretas contaminen el ambiente local y facilitar la conexión a una cadena de saneamiento seguro (recomendación 2). Las intervenciones destinadas a poner fin a la defecación al aire libre no deben promover la adopción de instalaciones que de manera inadvertida aumentan la exposición de los usuarios a los patógenos fecales o hacen que los usuarios regresen a la defecación al aire libre debido a la calidad deficiente, la inaccesibilidad o el deterioro del inodoro. Por esta razón, las intervenciones deben garantizar como mínimo la utilización de inodoros seguros, almacenamiento y tratamiento sin riesgo para toda la comunidad. Es preciso abordar los obstáculos al acceso y uso de inodoros comunitarios, incluidas las barreras estructurales (por ejemplo, un diseño inapropiado o fallido, construcción y operación de calidad deficiente, pozos llenos, falta de privacidad o falta de agua) y las barreras comportamentales (por ejemplo, las preferencias culturales o sociales, instalaciones bajo llave en la noche, carga por mantenimiento, incertidumbre acerca del llenado o vaciado de los pozos).

Las comunidades deben ser el centro del proceso de desarrollo del programa de saneamiento en cuanto al diseño, ubicación, características, servicios y sistemas de operación y mantenimiento, debiendo tomarse en cuenta las preferencias, prioridades, capacidad de pago, necesidades de

género, y prácticas religiosas y culturales. Las comunidades pueden no ser homogéneas, en especial en las zonas urbanas, con lo cual las preferencias y las necesidades de los hogares y las personas pueden ser diferentes.

Fundamento y evidencia:

- La ausencia de defecación al aire libre se asocia con poblaciones más saludables en cuanto a la incidencia o la prevalencia reducida de enfermedades infecciosas (Freeman et al., 2017; Majorin et al., 2017; Speich et al., 2016; Yates et al., 2015), el estado nutricional (Freeman et al., 2017), el desarrollo cognoscitivo (Sclar et al., 2017) y el bienestar general, en especial de las mujeres y las niñas (Sclar et al., 2018; Caruso et al., 2017a y b).
- Los beneficios para la salud asociados con la cobertura y uso a escala comunitaria exceden ciertos niveles que tal vez sean específicos de la ubicación (Garn et al., 2017; Oswald et al., 2017; Fuller et al. 2016).
- Las barreras comportamentales para el uso incluyen las preferencias culturales o sociales, las instalaciones bajo llave en la noche, el agobio por el mantenimiento, la incertidumbre acerca del llenado o vaciado de las fosas (Garn et al., 2017; Nakagiri et al., 2016; Routray et al., 2015).
- Es posible que las barreras sean específicas del contexto (Coffey, Spears y Vyas, 2017; Novotný, Hasman y Lepič, 2017).

1.d) Las instalaciones sanitarias públicas y compartidas que dispongan las excretas de manera segura, pueden promoverse para los hogares como un paso gradual, cuando las instalaciones domésticas individuales no sean viables.

Quizá no sea posible a corto plazo cubrir comunidades enteras con inodoros domésticos seguros. Los factores que limitan el acceso en el ámbito de los hogares incluyen la inseguridad de la tenencia de la tierra y el espacio insuficiente para inodoros, contención y transferencia, y las emergencias. En estas circunstancias, se pueden promover para los hogares inodoros compartidos o públicos que contengan de manera segura las excretas (capítulo 3.2 y 3.3), como una etapa gradual hacia el acceso para todos a un inodoro seguro y la contención de todas las excretas a escala de la comunidad. Las instalaciones compartidas solo son aceptables cuando cumplen con las normas de accesibilidad, seguridad, higiene, mantenimiento y asequibilidad descritas en el capítulo 3.2.2) y las estrategias de promoción del saneamiento dan prioridad a la aceptabilidad por parte de los usuarios..

Fundamento y evidencia:

- Compartir una instalación sanitaria con más de un hogar se asocia con un mayor riesgo de resultados adversos en materia de salud, en comparación con las instalaciones domésticas privadas, incluidas las posibilidades aumentadas de aparición de diarrea de moderada a grave en los niños menores de 5 años (Heijnen et al., 2014, Baker et al., 2016). Sin embargo, el riesgo adicional asociado con las letrinas compartidas por varios hogares se puede atribuir a diferencias en las características demográficas de los usuarios, el acceso, el tipo de instalaciones y la limpieza.
- El saneamiento público y compartido en los asentamientos urbanos se ha vinculado con estrés por falta de limpieza, ansiedad y la postergación del alivio al defecar debido a las largas filas de espera, el temor de las mujeres y las niñas al acoso por parte de los hombres y los niños y la falta de privacidad o seguridad (Sclar et al., 2018).
- Los grupos de población sin hogar, itinerantes y los habitantes de barrios marginales están obligados a defecar al aire libre cuando las instalaciones públicas no funcionan, están sucias, muy alejadas o existen largas filas de espera, que interfieren con el trabajo de las personas o con su cuidado de los niños. Esta situación destaca la necesidad de una política de saneamiento compartido que aborde el mantenimiento, la accesibilidad, la limpieza y el suministro de agua y la provisión de estaciones de lavado de las manos (Heijnen et al., 2015; Rheinländer et al., 2015; Alam et al., 2017).
- El saneamiento compartido significa una ventaja considerable con respecto a la defecación al aire libre o al saneamiento inseguro cuando aún no existen instalaciones domésticas individuales o no son factibles (Heijnen et al., 2014, 2015).

1.e) Todas las personas en las escuelas, centros de salud, lugares de trabajo y espacios públicos deben tener acceso a un inodoro seguro que, como mínimo, disponga las excretas de forma segura.

El acceso universal significa que los inodoros son accesibles para toda la población en todas las situaciones de la vida cotidiana como el hogar, escuela, centros de atención de salud, lugares de trabajo y espacios públicos como mercados y servicios de transporte.

Todos los inodoros en las escuelas, establecimientos de atención de salud, lugares de trabajo y espacios públicos deben cumplir con las normas para inodoros seguros y contención segura y se debe prestar una atención especial a la necesidad de disponibilidad, accesibilidad, privacidad, seguridad y al manejo de la higiene menstrual (capítulo 3.2 y 3.3).

Fundamento y evidencia:

- El saneamiento seguro en los centros de salud es un componente fundamental de la calidad de la atención y de las estrategias de prevención y control de infecciones, en especial con el fin de evitar la exposición de los usuarios y el personal de los servicios de salud a las infecciones (OMS, 2008; OMS, 2016a) y principalmente para proteger a las embarazadas y recién nacidos de infecciones que pueden dar lugar a resultados adversos del embarazo, septicemia y mortalidad (Campbell et al., 2014; Padhi et al., 2015; Campbell et al., 2015).
- Mejores condiciones de saneamiento en las escuelas pueden tener un efecto sobre la salud y el bienestar de los niños (UNICEF, 2012).
- Proveer saneamiento en los negocios y lugares de trabajo contribuye a mejorar la equidad de género, aumentar la productividad y disminuir las ausencias (Kiendrebeogo, 2012; WSSCC y UN Women, 2014; WSUP, 2015).

Recomendación 2: Garantizar el acceso universal a sistemas seguros en toda la cadena de servicios de saneamiento

El acceso para todos y el uso de inodoros seguros que contienen las excretas (recomendación 1) es un primer paso hacia el logro de sistemas y servicios de saneamiento que protegen la salud. Esta recomendación abarca los sistemas de saneamiento seguro más allá de los inodoros y la contención. Una cadena de saneamiento seguro es necesaria para lograr un impacto significativo sobre las enfermedades relacionadas con el saneamiento. Los sistemas de saneamiento deben considerar la contención, vaciado, transferencia, tratamiento y la disposición o uso final de las excretas, para lograr un saneamiento seguro.

Esta recomendación destaca la necesidad de asegurar que la selección de los sistemas y servicios responda al contexto local, y que la inversión y el manejo de los sistemas se basen en evaluaciones locales del riesgo a lo largo de toda la cadena de saneamiento (por ejemplo, la Planificación de la seguridad del saneamiento) a fin de garantizar la protección de los usuarios y la comunidad. Además, se reconoce la necesidad de proteger a los trabajadores del saneamiento mediante condiciones seguras de trabajo.

2.a) La selección de sistemas de saneamiento seguro debe adecuarse al contexto específico y responder a las condiciones locales físicas, sociales e institucionales

No existe un tipo único de sistema de saneamiento que sea ideal para todos los entornos. Es primordial que los sistemas de saneamiento se adapten al contexto y evolucionen con el transcurso del tiempo, en función de la densidad de población, condiciones hidrológicas (por ejemplo, la posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas), costos durante la vida útil y opciones de financiamiento, capacidad para instalarlos, operarlos y mantenerlos, así como también las opciones de disposición final o reuso. El diseño y el proceso de implementación deben incorporar una amplia consulta a los interesados directos, la cual incluye a la comunidad local.

El saneamiento in situ con un buen manejo y uso puede, por ejemplo, reducir de manera eficaz la exposición a las excretas y representa una opción de bajo costo en los entornos con recursos limitados, donde las soluciones de alcantarillados seguros tienen un costo prohibitivo. Es preciso reconocer que los típicos tanques sépticos in situ aportan solo un tratamiento primario y por lo tanto, la remoción de patógenos del lodo y el efluente es baja. Los sistemas de saneamiento in situ cuyo funcionamiento es inadecuado pueden dar lugar a descargas peligrosas de las excretas en el medio ambiente, por ejemplo, por vertido a los drenajes. También existen sistemas descentralizados o a pequeña escala y sistemas de alcantarillado que bien diseñados y con buen mantenimiento ofrecen un medio muy difundido y eficaz de abordar la cadena integral de saneamiento, sobre todo en los ámbitos urbanos y otros contextos con alta densidad de población, pero tienen altos costos de inversión y operación y pueden originar exposición a las excretas cuando su contenido fluye por los drenajes, canales, el tratamiento no es eficiente o cuando existen fugas; además, los sistemas de alcantarillado a gran escala suelen tener menor resistencia a los efectos del cambio climático.

Fundamento y evidencia:

- En la planificación del saneamiento se reconoce cada vez más la importancia del contexto social, institucional y físico para la implementación exitosa y sostenibilidad de las tecnologías y las intervenciones de saneamiento (Ingallinella, 2002; Overbo et al., 2016; Mills et al., 2018).
- En su creativo libro sobre el manejo del lodo fecal, Strande et al. (2014) definieron las condiciones necesarias para la implementación eficaz de las tecnologías y opciones de sistemas, incluyeron condiciones del suelo, clima y densidad de población, así como la importancia de la operación y el mantenimiento. Entre los factores que influyen en la implementación exitosa de marcos institucionales para la gestión del lodo fecal, consideran entre otros: priorización política, coordinación, respuesta holística a zonas y poblaciones enteras, sostenibilidad económica, ambiental y social, capacidad de monitoreo, operación y mantenimiento, así como, el manejo financiero.
- Los abastecimientos de agua se pueden contaminar con patógenos fecales de las letrinas de pozo, las tuberías de aguas residuales y los sistemas deficientes de tratamiento de las mismas (Williams et al., 2015). El impacto de las letrinas y los sistemas sépticos sobre la calidad de las aguas subterráneas depende del tipo de suelo, la distancia entre el agua subterránea y la fosa o lecho de infiltración y las condiciones hidrológicas. También se han reportado efectos estacionales sobre la contaminación de pozos de abastecimiento de agua en zonas con una densidad alta de letrinas o sistemas sépticos.
- Existe un relación inversa entre la distancia de un abastecimiento de agua a una letrina y el riesgo o el grado de contaminación fecal de esta fuente de agua, aunque es posible que los efectos no solo dependan de la distancia sino también de la estacionalidad y la densidad de letrinas (Sclar et al., 2016).

2.b) Las mejoras progresivas hacia sistemas de saneamiento seguro deben basarse en enfoques de gestión y evaluación de riesgos.

Se pueden necesitar muchos años e inversiones a largo plazo para lograr el acceso universal a sistemas de saneamiento seguro. Una estrategia local específica de evaluación y manejo de riesgos (por ejemplo, la Planificación de la seguridad del saneamiento) facilita el reconocimiento de las mejoras graduales en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento, que permiten una implementación progresiva hacia el cumplimiento de las metas de saneamiento y favorecen la priorización de la inversión, en función del riesgo más alto para la salud y potenciando al máximo las ventajas.

La evaluación de riesgos debe tener en cuenta los peligros asociados con las condiciones normales, así como con la variabilidad de la población, las estaciones y el cambio climático debiendo evaluar la exposición y posibles riesgos de todos los grupos a lo largo de la cadena como los usuarios, las comunidades locales, los trabajadores y las comunidades más amplias. Cuando se examina la posibilidad de nuevos controles, se debe evaluar la efectividad de los controles existentes e introducir una combinación de intervenciones técnicas (por ejemplo, mejor contención o infraestructuras de transferencia), de gestión (por ejemplo, reglamentos apropiados) y de modificación de comportamientos (por ejemplo, mejorar las prácticas de los prestadores de servicios o los usuarios) con el objeto de responder a los riesgos.

Fundamento y evidencia:

- El Marco de Estocolmo ofrece la base teórica para la evaluación y la gestión de riesgos que sustenta a todas las directrices de la OMS sobre el manejo de los riesgos para la salud asociados con el agua y el saneamiento (Fewtrell & Bartram, 2001).
- Cuando falla la integridad de los sistemas en cualquier punto puede ocurrir una fuga de excretas, creándose las condiciones para una exposición humana (Sclar et al., 2016) y una posible infección por una diversidad de patógenos fecales (por ejemplo, Freeman et al., 2017, Speich et al., 2015, Mills et al., 2018).

2.c) Los trabajadores del saneamiento deben estar protegidos de la exposición ocupacional, mediante medidas adecuadas de salud y seguridad

Los trabajadores del saneamiento suelen correr un alto riesgo de exposición a los patógenos fecales en su trabajo diario, al manipular el lodo fecal y las aguas residuales, utilizar los equipos de vaciado, transferencia y tratamiento de lodo fecal y aguas residuales, trabajar en espacios confinados, cerca de los aerosoles que se crean durante los procesos de tratamiento y al sufrir cortes y abrasiones por residuos sólidos eliminados de manera simultánea. Los trabajadores también están expuestos a otros riesgos químicos y físicos por el uso de compuestos peligrosos de limpieza y por el trabajo pesado.

En la estrategia de evaluación y manejo de riesgos se deben incluir los riesgos de salud ocupacional (recomendación 2b) y los proveedores oficiales de servicios de saneamiento deben suministrar protección a los trabajadores. Es necesario asociar las medidas de protección técnica como la eliminación paulatina del vaciado manual y su reemplazo por sistemas

mecánicos, con otras medidas como equipos apropiados de protección personal, procedimientos normalizados de trabajo y controles periódicos de salud, con los tratamientos preventivos o curativos necesarios.

Fundamento y evidencia:

- La remoción manual del lodo plantea el mayor riesgo de exposición a patógenos fecales (Thye, Templeton & Ali, 2011; Eales 2005)
- Los trabajadores que se ocupan de las aguas residuales presentan cefaleas, mareo, fiebre, fatiga y síntomas digestivos (Jeggli et al., 2004, Thorn & Kerekes, 2001, Tiwari 2008). Otros problemas de salud ocupacional incluyen infecciones como la hepatitis A y la leptospirosis debida a la exposición a la orina animal y problemas respiratorios como el asma por inhalación de endotoxinas bacterianas (Glas, Hotz & Steffen, 2001, Thorn & Kerekes, 2001, Tiwari, 2008).
- Los trabajadores del saneamiento pueden estar expuestos al “gas del alcantarillado” que se produce durante la descomposición del lodo fecal, el cual está compuesto por sulfuro de hidrógeno, metano, nitrógeno, dióxido de carbono y amoníaco. Este gas es tóxico y su inhalación puede tener consecuencias mortales (Knight & Presnell, 2005, Lin et al., 2013; Tiwari, 2008).
- El trabajo manual que deben realizar los trabajadores del saneamiento puede dar lugar a trastornos osteomusculares como dorsalgia (Charles, Loomis & Demissie, 2009; Tiwari, 2008).
- Los trabajadores del saneamiento que realizan tareas de limpieza pueden sufrir irritación de la piel debida al uso persistente de guantes de látex y la exposición a los agentes de limpieza (Brun, 2009).

Recomendación 3: El saneamiento debe abordarse como parte de los servicios prestados localmente y de los programas y políticas de desarrollo más amplios

Los servicios de saneamiento se deben prestar en el contexto de un conjunto de servicios locales básicos, de los cuales el gobierno es responsable y debe rendir cuentas, incluso cuando son entidades no gubernamentales las que prestan los servicios.

La planificación y prestación de los servicios de saneamiento conjuntamente con otros servicios aumentan la eficiencia en su implementación, la sostenibilidad de los servicios y la probabilidad de alcanzar mejores resultados de salud pública.

3.a) El saneamiento debe proporcionarse y gestionarse como parte de un conjunto de servicios prestados a nivel local para aumentar su eficiencia e impacto sobre la salud

Los servicios de saneamiento se deben incluir en los procesos locales de planificación (uso de la tierra, abastecimiento y drenaje de las aguas, transporte y comunicaciones, manejo de los residuos sólidos) con el fin de evitar un costo más alto y la complejidad de adaptar a posteriori los servicios y la infraestructura de saneamiento donde el espacio es insuficiente y donde el saneamiento es incompatible con otros servicios e infraestructuras locales. Es necesario dar una atención especial cuando se eliminan desechos sólidos junto con las excretas en un inodoro (por ejemplo, eliminar desechos sólidos en los inodoros secos, heces de niños o adultos eliminados en los desechos sólidos) o se mezclan las etapas de disposición y uso final (por ejemplo, disposición del lodo en rellenos, compostaje del lodo junto con desechos sólidos orgánicos).

También es posible aumentar la eficiencia durante la construcción trabajando en múltiples servicios al mismo tiempo asegurando que cualquier desarrollo, tal como la construcción de un camino, se utiliza como una oportunidad para expandir la cobertura de los servicios de saneamiento, por ejemplo con la construcción simultánea de alcantarillados y canales. La efectividad también se puede mejorar al considerar de manera integrada el agua, las aguas pluviales y las aguas residuales en la escala apropiada, sobre todo en las zonas urbanas.

Fundamento y evidencia:

- Los nexos inadecuados entre la planificación del saneamiento urbano y la planificación urbana global dan lugar a un progreso desigual, en el cual quedan rezagados los habitantes pobres de los barrios marginados (WaterAid 2016).

3.b) Las intervenciones de saneamiento deben coordinarse con las medidas de agua e higiene, así como con la eliminación segura de las heces de los niños y el manejo de los animales domésticos y sus excretas para maximizar los beneficios del saneamiento para la salud.

Se necesitan barreras múltiples para poder responder a todas las vías de transmisión de los patógenos fecales. Aunque el saneamiento constituye una barrera inicial, se precisan barreras secundarias como el agua potable, el lavado de las manos con jabón, el manejo de desechos animales y el control de las moscas. Las intervenciones

que abordan todas las vías se pueden aplicar juntas con un enfoque transformativo del agua, el saneamiento y la higiene o por separado, aprovechando disciplinas específicas para el suministro de agua segura, saneamiento, higiene y salud ambiental. Sin embargo, para poder alcanzar beneficios importantes en la salud es fundamental y necesario que se haya actuado sobre todas las vías de transmisión.

Abastecimiento de agua: El acceso a abastecimientos de agua adecuados es vital para garantizar la operación de una cadena de servicios de saneamiento seguro (por ejemplo, el arrastre, el alcantarillado), el mantenimiento y la limpieza de las instalaciones y de varias partes de la cadena de servicios de saneamiento (contenedores, equipo de protección personal, etc.) así como para la higiene personal y doméstica. En algunas culturas, el agua es necesaria para la limpieza después de defecar, de manera que su ausencia puede fomentar la defecación al aire libre cerca de cuerpos de agua superficiales. El suministro de agua por tuberías a los hogares incentiva a todos los residentes de la comunidad a construir y utilizar los inodoros y para facilitar este resultado tiene que estar disponible durante todo el año. No se especifican requisitos mínimos, pues estos dependen del contexto e incluyen aspectos como la disponibilidad del agua, el tipo de instalaciones, el número de usuarios, las necesidades para la limpieza y otros factores locales. Es preciso tener en cuenta todos estos factores cuando se diseña y se ejecuta un programa integral de saneamiento. Todo abastecimiento de agua para el consumo humano debe seguir las Guías para la calidad del agua de consumo humano (OMS, 2011).

Lavado de las manos con jabón: Se debe promover el lavado de las manos con jabón después de defecar y de todo contacto posible con las heces (por ejemplo, las heces de niños) y apoyarlo con la disponibilidad de agua y jabón cerca de las instalaciones sanitarias. En las instalaciones públicas (como escuelas, centros de atención de salud, establecimientos de alimentación, mercados, etc.) deben ser obligatorias las facilidades para el lavado de las manos y su inspección sistemática debe incluirse en los esquemas de monitoreo.

Otros aspectos ambientales: Las intervenciones de saneamiento deben desarrollarse considerando todas las vías de transmisión de las enfermedades relacionadas con las excretas. Entre los aspectos específicos que se

abordan de manera inconstante en la cadena de servicios de saneamiento se cuentan la eliminación segura de las heces de los niños, las medidas para controlar moscas, el considerar a los animales como vectores mecánicos de las heces humanas, y la higiene de los alimentos. Pese a que contienen una mayor cantidad de organismos patógenos que las heces de adultos, las **heces de los niños** se suelen considerar inocuas y por consiguiente no se eliminan de manera segura, incluso cuando se cuenta con acceso a instalaciones sanitarias. La eliminación de las heces de los niños en un inodoro conectado a una cadena de saneamiento seguro es el único método sin riesgo, cuando no son seguros los sistemas de manejo de residuos sólidos para la ropa interior absorbente de los niños (pañales). Las políticas que estimulan la disposición segura de las heces de los niños deben incluir la promoción de productos de apoyo como pañales, orinales y palas sanitarias (Sultana et al., 2013) y estrategias de modificación de comportamientos, con el fin de superar las barreras a la disposición de las heces de los niños y el uso del agua para asear al niño después que defeca. Los orinales, palas sanitarias y pañales se deben limpiar con agua que se elimina de manera segura y se deben eliminar adecuadamente los pañales desechables y las toallitas de los niños.

Las **moscas** y los **animales** pueden actuar como vectores mecánicos de los patógenos fecales. Las moscas se posan o se reproducen en las heces humanas expuestas incluyendo las superficies del inodoro y transfieren la materia fecal y los organismos patógenos a las superficies, los alimentos y las personas. Los animales domésticos y el ganado pueden diseminar materia fecal en los hogares y las fuentes de agua, por contacto con las heces y lodo fecal expuestos. Es preciso considerar medidas que reduzcan estas vías de transmisión junto con los demás aspectos de la cadena de servicios de saneamiento e incluir el manejo de desechos domésticos, la remoción de heces animales, mantener el ganado lejos de las viviendas, usar gradillas de secado a fin de evitar las moscas y restringir la entrada de animales a los espacios de vida doméstica y de preparación de alimentos y a las fuentes de agua. La exposición a organismos patógenos relacionados con las excretas por ingestión de **productos agrícolas frescos** contaminados durante el cultivo, la comercialización o la preparación doméstica es también una vía importante de exposición que se debe abordar en las prácticas de higiene alimentaria en el hogar, además de las medidas de control destinadas a disminuir los patógenos a lo largo de la cadena de saneamiento del inodoro a la mesa.

Fundamento y evidencia:

- Contar con una estación de lavado de las manos cerca de los inodoros promueve al comportamiento de lavado de las manos (Aunger et al., 2010; Biran et al., 2012). Fomentar el lavado de las manos disminuye la diarrea cerca de un 30%, tanto en las guarderías infantiles de los países de ingresos altos como en las comunidades de los países de ingresos bajos y medianos (Ejemot-Nwadiaro et al., 2015).
- La disposición segura de las heces de los niños es aún un reto considerable (Morita, Godfrey & George, 2016; Majorin et al., 2018; Miller-Petrie et al., 2016). Las heces de los niños se suelen considerar inocuas y, como tal, no se eliminan de manera segura (Majorin et al., 2017; Banco Mundial, 2015). Las heces de los niños pueden tener una mayor carga de patógenos que las heces de los adultos (Lanata et al., 1998). Incluso cuando se cuenta con acceso a instalaciones sanitarias, es frecuente que no se utilicen para eliminar las heces de los niños (Miller-Petrie et al., 2016; Majorin et al., 2017; Freeman et al., 2014). En 15 de 26 lugares, más de 50% de hogares afirmaron que las heces de sus niños menores de 3 años de edad se eliminaban de manera insegura (no en una letrina); el porcentaje de heces que terminan en instalaciones sanitarias mejoradas es aún menor (Banco Mundial, 2015).
- Las moscas son vectores mecánicos de una diversidad de microbios enteropatógenos como bacterias y protozoos (Cohen et al., 1991; Fotedar, 2001; Khin et al., 1989; Szostakowska et al., 2004).
- El uso de las aguas residuales en el riego de cultivos (así como el uso de otros productos finales del saneamiento en la fertilización de cultivos) puede tener efectos nocivos sobre la salud por exposición a patógenos, al mismo tiempo que este uso puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y los resultados nutricionales (OMS, 2006).

Recomendación 4: El sector de la salud debe cumplir funciones básicas para garantizar un saneamiento seguro a fin de proteger la salud pública.

Aunque la implementación de los programas de saneamiento a menudo corresponde a los ministerios, organismos y servicios públicos encargados de infraestructura, son las autoridades sanitarias quienes tienen la responsabilidad general de garantizar que estas inversiones den lugar a mejoras de salud pública. Esta responsabilidad implica una función de supervisión general que considere aspectos de saneamiento en todas las funciones del sistema de salud, incluida la definición

de metas en función de los aspectos de salud pública, la coordinación de todos los sectores pertinentes, la utilización de los datos de saneamiento y los datos epidemiológicos relacionados con el saneamiento en la toma de decisiones, la elaboración de normas y las medidas reglamentarias, de monitoreo y de rendición de cuentas.

4.a) Las autoridades sanitarias deben contribuir a la coordinación general de múltiples sectores en el desarrollo de enfoques y programas de saneamiento, así como en la inversión para el saneamiento.

La coordinación es necesaria para adaptarse al carácter multisectorial del saneamiento y facilitar la acción de los múltiples interesados directos, en materia de salud, educación, vivienda, agricultura, desarrollo, obras públicas y programas medioambientales. Estas medidas se deben coordinar con los ministerios y organismos del gobierno pertinentes cuando las intervenciones de saneamiento se ejecutan en ámbitos institucionales como escuelas, establecimientos de atención de salud, y con sectores más amplios e industrias que producen, tratan o utilizan los servicios, productos o subproductos de saneamiento. Las instituciones responsables del agua, el saneamiento y la higiene deben colaborar con las autoridades de salud para la implementación.

4.b) Las autoridades sanitarias deben contribuir a la elaboración de normas y estándares de saneamiento

Esta recomendación incluye contribuir al desarrollo (o revisión) y a la implementación de normas y criterios de seguridad tales como normas mínimas que reflejen los principios del manejo seguro de las excretas en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento y al establecimiento de estrategias de evaluación y gestión de riesgos a lo largo de toda la cadena de servicios.

4.c) El saneamiento debe incluirse en todas las políticas sanitarias en las que el saneamiento es necesario para la prevención primaria, a fin de permitir la coordinación y su integración en los programas de salud.

Esta recomendación considera el desarrollo y fortalecimiento de estrategias nacionales de salud pública, de tal manera que ellas destaquen la importancia del saneamiento como base de la prevención primaria e incluyan medidas destinadas a que cada uno de los organismos responsables mejore el saneamiento. También comprende la generación

de datos fidedignos sobre los riesgos para la salud y la carga provocada por un saneamiento deficiente y el suministro de esta evidencia a otros ministerios, para fundamentar la inversión y la planificación.

4.d) El saneamiento debe incluirse en los sistemas de vigilancia de la salud a fin de garantizar que la atención se dirija a entornos con una elevada carga de morbilidad y apoyar los esfuerzos de prevención de brotes.

La vigilancia sanitaria incluye el fortalecimiento de los sistemas de manejo de la información de salud y el logro de una mejor utilización de los datos epidemiológicos y los factores de riesgo de aparición de enfermedades relacionadas con el saneamiento, con el fin de fundamentar la inversión y la planificación de las intervenciones de saneamiento y mejorar la focalización de los servicios de saneamiento en las poblaciones con alta carga de morbilidad. Esta función incluye sistemas de vigilancia y mecanismos armonizados que vinculen los datos de salud y saneamiento con los instrumentos de alerta temprana para prevenir y controlar las enfermedades relacionadas con el saneamiento.

4.e) La promoción y el monitoreo del saneamiento deben incluirse en los servicios de salud para maximizar y sostener el impacto en la salud.

Es necesario incluir la promoción del saneamiento en los programas de salud dirigidos a mejorar la salud materno infantil, la inocuidad de los alimentos y la nutrición, y prevenir las enfermedades transmitidas por vectores, las enfermedades zoonóticas y las enfermedades tropicales desatendidas. El sector salud es responsable de conseguir que los programas de salud guarden una relación adecuada con el saneamiento donde sea pertinente. Esta función puede considerar las siguientes medidas:

- Incluir medidas preventivas de enfermedades relacionadas con el saneamiento y estrategias de promoción del saneamiento, en los programas de estudios médicos, de enfermería y otros certificados profesionales de capacitación en salud;
- Incorporar el saneamiento en los programas de difusión de la salud, proporcionando a la primera línea del personal de salud y/o los voluntarios, las aptitudes, recursos e incentivos necesarios para promover y monitorear las prácticas de saneamiento;

- Incorporar responsabilidades relacionadas con el saneamiento en las descripciones de los puestos y los sistemas de supervisión y gestión del desempeño para cuadros de salud de primera línea; e
- Incluir actividades relacionadas con el saneamiento en los presupuestos sanitarios locales.

La promoción del saneamiento es una función importante que debe estar arraigada en la mayor medida posible en las iniciativas y campañas comunitarias, escolares y de alcance poblacional. Las autoridades sanitarias deben proporcionar directamente o mediante la contratación de servicios, asesoramiento, orientación, conocimientos técnicos especializados y apoyo al diseño de enfoques eficaces que generen demanda de servicios de saneamiento en la escala adecuada, a través de la promoción del saneamiento.

4.f) Las autoridades sanitarias deben cumplir su responsabilidad de garantizar el acceso a un saneamiento seguro en los establecimientos de salud, para los pacientes, el personal y los cuidadores, y proteger a las comunidades cercanas de la exposición a las aguas residuales y al lodo fecal sin tratar.

Las autoridades sanitarias son directamente responsables de garantizar que todos los establecimientos de atención de salud cuenten con sistemas adecuados de saneamiento para el personal, los pacientes y los cuidadores y que existan procedimientos operativos eficaces que garanticen el manejo seguro de los residuos fecales. Además, se deben adoptar medidas destinadas a proteger las comunidades circundantes de las excretas (y de otros desechos) generadas en los establecimientos de atención de salud. Esta función exige recursos económicos suficientes permanentes, personal dedicado y capacitado y operación regular y mantenimiento periódico. La OMS ha proporcionado directrices específicas sobre los servicios de agua, saneamiento e higiene en los establecimientos de atención de salud (OMS, 2008; OMS/UNICEF, 2018), definiendo principios orientadores y normas.

Fundamento y evidencia:

- La salud ambiental proporcionada a través de las funciones básicas del sector salud es esencial para evitar una proporción considerable de la carga de morbilidad a nivel mundial ; estas funciones son las siguientes: i) garantizar la formulación y ejecución de políticas intersectoriales que aborden de manera adecuada los aspectos de salud ambiental; ii) elaborar y supervisar la ejecución de normas y reglamentos que protejan la salud; iii) incorporar la salud ambiental en los programas de salud específicos de una enfermedad o en programas integrados; iv) considerar la salud ambiental en los establecimientos de atención de salud; v) prepararse y responder a los brotes de enfermedades vinculadas al medio ambiente; y vi) identificar y responder a las nuevas amenazas y oportunidades para la salud (Rehfues, Bruce & Bartram, 2009).
- El éxito de los programas de saneamiento es más probable donde existe coordinación y colaboración entre los diferentes sectores y los interesados directos (Overbo et al., 2016), que influyen tanto en la escala como en la efectividad de los programas.
- Una menor prevalencia o incidencia de enfermedades se asocia con un mayor acceso al saneamiento, sobre todo en enfermedades y afecciones que aún provocan una fuerte carga de morbilidad en los entornos de bajos ingresos como diarrea, geohelmintiasis, tracoma, cólera, esquistosomiasis y el estado de nutrición deficiente (Freeman et al., 2017; Speich et al., 2016).
- El saneamiento cumple un rol significativo en el progreso de aspectos más amplios de salud, incluido el género, la seguridad, la calidad de vida y el bienestar general (Sclar et al., 2018).

2.2 Acciones de buenas prácticas

1. Definir políticas, procesos de planificación y de coordinación multisectorial del saneamiento dirigido por el gobierno

- Fijar metas basadas en el análisis de la situación, vinculadas a la agenda de desarrollo sostenible, a fin de facilitar un progreso gradual hacia el acceso universal a los sistemas y servicios de saneamiento seguro en todos los entornos (es decir, hogares, establecimientos de salud, escuelas, lugares de trabajo y espacios públicos).
 - Definir el saneamiento como un servicio básico en los planes nacionales y subnacionales, de los cuales el gobierno es responsable y debe rendir cuentas.
 - Revisar y actualizar las políticas existentes para identificar las dificultades para la mejora del saneamiento en toda la cadena de servicios y entornos, incluyendo los nexos con sectores relacionados, tales como agricultura y planeamiento urbano
- Definir políticas y planes que:
 - Prioricen a los grupos en función del riesgo (por ejemplo, cobertura baja, endemidad, discapacidad, conflicto, asentamientos informales, zonas anegadizas) y en consonancia con los principios de derechos humanos.
 - Reflejen las necesidades de las mujeres y niñas para la seguridad, la privacidad y el manejo de la higiene menstrual.
 - Se basen en investigaciones científicas sobre implementaciones, tecnología e ingeniería, exposición, epidemiología y comportamiento.
 - Apliquen las enseñanzas de los programas existentes, para responder a las barreras para la adopción y uso del saneamiento y permitir a quienes los aplican, adaptar los programas que las abordan.
 - Proporcionen la base normativa para abordar las deficiencias en asequibilidad y acceso de los grupos vulnerables, además de vincularlas con las políticas de protección social y los mecanismos de financiamiento.
 - Reconocer oficialmente que los sistemas de saneamiento seguro se pueden prestar mediante una combinación de tecnologías, implementadas a través de e estrategias adaptadas al contexto local y que tienen su base en una evaluación sólida de los riesgos.
 - Definir las tareas y responsabilidades de las funciones de saneamiento para evitar lagunas y duplicaciones, diferenciando las responsabilidades para todos los entornos.
 - Crear una función de coordinación (por ejemplo, una secretaría de saneamiento o un grupo de trabajo) en un ministerio importante como el de planificación o finanzas.
 - Establecer partidas presupuestarias del gobierno dedicadas al saneamiento y definir los mecanismos de desembolso y presentación de informes a todos los niveles del gobierno.
 - Definir marcos de responsabilización con metas y plazos concretos, indicadores e hitos, vinculados con el proceso presupuestario y que cubran tanto los fondos gubernamentales como el financiamiento externo por subvenciones y préstamos.
 - Crear un fuerte mecanismo de monitoreo del saneamiento al nivel administrativo más bajo, regido por estructuras existentes en el sistema de salud y vinculado con las estructuras de información y rendición de cuentas.

2. Asegurar que la gestión de los riesgos para la salud se refleje adecuadamente en la legislación, los reglamentos y las normas de saneamiento.

- Revisar la eficacia para la salud pública de la legislación, reglamentos y normas nacionales y locales existentes, a lo largo de todo el servicio y en todos los entornos (incluidos sectores afines como agricultura y planificación urbana) con el fin de identificar reconocer y responder a los impedimentos para mejorar el saneamiento.
- Reconocer explícitamente en la legislación y los reglamentos pertinentes a nivel nacional, subnacional, municipal y local los tipos de sistemas de saneamiento conectados al alcantarillado o sin conexión (incluidos los sistemas descentralizados) que incluyen cadenas completas de servicios.
- Reglamentar la calidad del servicio en todas las etapas de la cadena de servicios de saneamiento, en base al manejo y evaluación de los riesgos para la salud pública.
- Formular criterios y normas de desempeño de las tecnologías de saneamiento, incluyendo si procede, criterios y normas graduales de operación y mantenimiento para entornos específicos.
- Formular normas para los productos fabricados o cultivados con el lodo o las aguas residuales, incluyendo estrategias de evaluación y gestión de riesgos a fin de garantizar controles apropiados en el tratamiento, producción y uso.
- Garantizar que la legislación, los reglamentos y las normas tienen en cuenta la disposición y la capacidad para pagar de los usuarios, e incluyen estructuras tarifarias y acceso a subsidios y otros recursos financieros.
- Donde la aplicación del marco normativo es difícil o improbable debido a la capacidad de pago y otras limitaciones, se deben usar estrategias basadas en incentivos, para fomentar el cumplimiento y mejorar la capacidad de los hogares pobres para acceder a tecnologías de saneamiento seguro.
- Garantizar que la legislación y los reglamentos facilitan y regulan la participación del sector privado en la prestación de servicios de saneamiento.
- Proteger de los peligros ocupacionales a los trabajadores del saneamiento y otras personas que pueden participar en el vaciado de los sistemas in situ, aplicando normas de salud y seguridad adecuadas y procedimientos normalizados de trabajo.

3. Mantener la participación del sector de la salud en el saneamiento mediante la dotación de personal, y a través de la adopción de medidas de saneamiento en los servicios de salud

- Examinar la jerarquía institucional de la salud ambiental y las necesidades de dotación de personal en todos los niveles e instaurar un esquema de servicio del sector público, programas de capacitación y mecanismos de perfeccionamiento y retención del personal.
- Crear puestos de nivel superior con responsabilidad específica para el saneamiento.
- Fortalecer la capacidad del personal de salud ambiental para desempeñar funciones del sector salud como: coordinación del saneamiento, inclusión de la salud en las políticas de saneamiento, normas y criterios que protegen la salud, vigilancia sanitaria y respuesta, saneamiento en la prestación de los programas de salud, modificación del comportamiento sanitario, el saneamiento en los establecimientos de atención de salud.
- Establecer mecanismos de supervisión, seguimiento y aplicación del saneamiento en el sistema de salud, incluido el monitoreo rutinario del saneamiento en los establecimientos de atención de salud.
- Reunir y analizar datos de salud y epidemiológicos pertinentes con el fin de identificar los riesgos y áreas de alta prioridad para mejorar el saneamiento y respaldar la definición de metas, áreas prioritarias de intervención, métodos y normas.
- Elaborar mecanismos de inspección y homologación, a fin de controlar los riesgos relacionados con el saneamiento en otros sectores (por ejemplo, agricultura, medio ambiente, y hotelería).

4. Llevar a cabo una evaluación de riesgos local basada en la salud para priorizar las mejoras y gestionar el desempeño del sistema

- Definir el saneamiento a nivel subnacional como un servicio básico del cual el gobierno local es responsable y debe rendir cuentas.
- Crear grupos de coordinación del gobierno local con representación de directivos de todos los departamentos pertinentes del gobierno local y de los asociados en la implementación, con el fin de armonizar y coordinar las actividades de saneamiento.
- Definir en las normas y las directrices locales las tecnologías que protegen la salud y promover su uso.

- Implementar la promoción de un saneamiento dirigido y contextualizado a través de programas específicos de saneamiento que aborden las barreras para su adopción y uso, con el objeto de crear demanda de inodoros como condición previa necesaria a la adopción y uso de los mismos.
- Diseñar, implementar, gestionar y mejorar los sistemas de saneamiento para toda la cadena de servicios de saneamiento con el fin de reducir al mínimo los riesgos para la salud de los usuarios, trabajadores y comunidades, usando los principios de planificación del saneamiento seguro.
- Asignar recursos económicos y humanos suficientes para la ejecución a largo plazo.
- Crear un mecanismo fuerte de monitoreo del saneamiento con supervisión del nivel administrativo más bajo de salud pública, fortaleciendo las estructuras y personal existente.
- Facilitar los intercambios entre los gobiernos locales con el fin de difundir las prácticas correctas y promover la competencia entre pares sobre el cumplimiento de las metas del programa.

5. Facilitar la comercialización de los servicios de saneamiento y desarrollar servicios de saneamiento y modelos de negocios.

- Diseñar servicios de saneamiento combinados basados en una evaluación del nivel de la vivienda y condiciones sanitarias locales, dando prioridad a las intervenciones factibles institucional y financieramente que abordan los principales riesgos para la salud pública en el plazo más corto.
- Establecer una iniciativa continua de mercadeo para los servicios de saneamiento seguro, dirigida a eliminar la defecación al aire libre y el uso de inodoros no mejorados.
- Promover la prestación de servicios por el sector privado

en las partes de la cadena de servicios de saneamiento que aportan un alto beneficio a los usuarios (por ejemplo, construcción de inodoros y algunos servicios de vaciado seguros) considerando la posibilidad de establecer acuerdos de colaboraciones público-privadas cuando convenga.

- Utilizar fondos públicos para cubrir la brecha de asequibilidad entre las normas mínimas de servicios de saneamiento y la disposición y capacidad de los usuarios para pagar, aplicando medidas específicas que garanticen que los servicios también lleguen a las personas más pobres y vulnerables.
- Invertir en soluciones seguras y eficaces para el vaciado de sistemas in-situ y para el tratamiento del lodo fecal de sistemas in-situ o fuera del lugar.
- Introducir mecanismos financieros que faciliten a los usuarios el pago de los costos altos e infrecuentes, tales como las tarifas por conexión al alcantarillado y por remoción del lodo, instalaciones en zonas rocosas o inundables, considerando las políticas, legislación, reglamentos y normas que toman en cuenta la disposición y capacidad para pagar.
- Reconocer a los proveedores informales de servicios de saneamiento, aceptando que los servicios mejorados tendrán que competir con ellos y que su experiencia es un recurso valioso que debe utilizarse en el sistema oficial.
- Fortalecer la capacidad de los proveedores de servicios para que de forma sostenible cumplan con las metas y requisitos de nivel nacional y local de la legislación, reglamentos y normas.
- Fortalecer el mercado de los servicios de saneamiento mediante la introducción de la competencia.
- Propiciar la innovación y la experimentación aunadas a un riguroso monitoreo y evaluación de los sistemas y soluciones propuestas.

Cuadro 2.1 Cuadro de la evidencia a las recomendaciones usando el marco linteado de la OMS (Rehfues et al., en prensa)

Crterios	Pregunta orientadora	Fundamento y evidencia	Juicio
Equilibrio entre los beneficios y los perjuicios para la salud	¿Es el equilibrio entre los efectos deseables e indeseables para la salud favorable a la intervención o al mantenimiento de la "situación tal como está"?	<p>Cuando la intervención se implementa considerando lo establecido en estas guías, los efectos indeseables son muy improbables. Los efectos favorables incluyen: exposición reducida a los patógenos fecales, menor incidencia y prevalencia de diversas afecciones y sus consecuencias como el retraso del crecimiento, e influencias positivas en diversas dimensiones del bienestar social y mental como privacidad, dignidad, seguridad y reducción de la vergüenza, ansiedad, temor, agresión e incomodidad.</p> <p>Cuando la intervención no se lleva a cabo o no se ejecuta según se establece en estas guías, tal vez ocurran efectos indeseables en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento, como una mayor exposición de los usuarios a las excretas por la defecación al aire libre o un mantenimiento deficiente de las instalaciones sanitarias; o exposición más amplia en la comunidad por una contención deficiente y sistemas inadecuados de transporte del lodo fecal; y mayor exposición de los trabajadores por prácticas de manejo deficientes. Los inodoros compartidos y públicos inadecuados también pueden dar lugar a efectos nocivos para el bienestar general como la vergüenza y la ansiedad, la exposición de determinados grupos a otros riesgos (por ejemplo, agresión o acoso al utilizar instalaciones públicas o compartidas) o el refuerzo de la estigmatización de grupos específicos a quienes están dirigidos, multiplicando de ese modo la probabilidad de la reversión hacia la defecación al aire libre. Un mayor acceso a los inodoros y una mayor utilización también pueden dar lugar a efectos adversos de salud pública cuando la calidad deficiente del inodoro o un control inadecuado de la cadena de servicios de saneamiento dan lugar a una descarga de lodo sin tratar en el medio ambiente donde viven y trabajan las personas.</p>	<input type="checkbox"/> Favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> No favorece ni la intervención ni el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece la intervención <input checked="" type="checkbox"/> Favorece la intervención
Derechos humanos y aceptabilidad socio cultural	¿Es la intervención conforme con las normas y principios universales de los derechos humanos?	<p>La intervención, toma en cuenta la disponibilidad, accesibilidad, calidad, asequibilidad y aceptabilidad de los servicios de saneamiento seguro, es conforme con los derechos humanos al agua y el saneamiento que obligan a los Estados Miembros de las Naciones Unidas a considerar todos los aspectos del acceso universal a los servicios. Esta condición incluye aumentar el número de personas con acceso al menos a los servicios mínimos, mejorar el nivel de los servicios y dirigir las medidas de manera explícita a las personas pobres, marginadas y desfavorecidas. También contribuye al cumplimiento del derecho humano a la salud y al logro de la cobertura universal de salud.</p> <p>La construcción y manejo de los servicios de saneamiento sin la debida consideración de todos los criterios de derechos humanos pueden dar lugar a la exclusión de grupos marginados por discriminación física, cultural y de género.</p>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí
	¿Es la intervención aceptable para los principales interesados directos?	<p>Si la intervención se implementa según se establece en estas guías, es decir, está diseñada y se aplica de una manera que responde al contexto cultural, social y económico y también a las necesidades y preferencias de las personas, los hogares y las comunidades es probable que sea aceptada por todos los principales interesados directos. Cuando la intervención no se implementa según se establece en estas guías, posiblemente disminuya la aceptabilidad de los servicios (por ejemplo, privacidad y seguridad insuficientes del inodoro, provisión inadecuada para el manejo de la higiene menstrual de las mujeres y las niñas o el uso de equipos o tecnologías como pedestales y opciones de agua de arrastre que no corresponden a las preferencias de los usuarios) y puede dar lugar a una falta de aceptación de los servicios, su utilización (incluida la reversión hacia la defecación al aire libre) y la falta de disposición para pagar por servicios de mejor calidad.</p> <p>El cumplimiento de las normas de saneamiento puede dar lugar a una carga económica adicional para los hogares pobres, por un mayor costo de la vivienda (incluidos costos de construcción de inodoros, tanques sépticos, etc. cuando las familias son propietarias de su hogar, pero tal vez también a mayores costos de alquiler). Es necesario considerar esta situación al diseñar las intervenciones y fijar los precios de las estructuras para los servicios al consumidor.</p> <p>Los propietarios y los proveedores informales de servicios de saneamiento pueden oponerse a la reglamentación y su aplicación debido a las implicaciones de costos y perjuicios. Las medidas punitivas destinadas a reforzar la aplicación del saneamiento quizá sean invasivas si se convierten en inspecciones y sanciones considerables.</p>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí

Criterio	Guiding question	Rationale and evidence	Judgement
Equidad, igualdad en materia de salud y ausencia de discriminación	¿Cuál sería el efecto de la intervención sobre la equidad y la igualdad en salud y la no discriminación?	<p>La intervención puede responder a las desigualdades en materia de salud a diversos niveles, a saber: mundial (entre los países), nacional (entre regiones geográficas, grupos de población urbanos o rurales y grupos de ingresos) y local (en cuanto al sexo, edad, clase social y discapacidad). La intervención, cuando se aplica en una escala suficientemente amplia (como en comunidades enteras) y da lugar a un mayor acceso y uso de los servicios de saneamiento seguro, es especialmente beneficiosa para los grupos pobres y vulnerables incluidas las mujeres y los niños, que tienen una mayor probabilidad de contraer infecciones asociadas con las excretas y sufrir luego resultados adversos en materia de salud y menor probabilidad de poder costear el tratamiento con otras consecuencias económicas de la mala salud y el bienestar deficiente. Cuando la intervención se presta de manera adecuada garantiza el acceso a los servicios de una manera que favorece una mayor inclusión social y económica.</p> <p>Los servicios de saneamiento seguro quizá no sean asequibles a los grupos pobres y marginados y el acceso a la infraestructura tal vez no sea conveniente para todos los grupos (como los niños, personas con discapacidades o ancianas). Por consiguiente, el impacto sobre la igualdad o la equidad en salud depende de la forma como se presta la intervención y de si se han tenido en cuenta en su justa medida todas las formas de pobreza y marginación. Algunas formas de intervenciones de modificación de comportamientos sanitarios que promueven un aumento gradual del acceso basado en la inversión doméstica pueden aumentar las desigualdades en materia de salud a corto plazo. Sin embargo, la disponibilidad de tecnologías de bajo costo, además de las instalaciones compartidas y públicas, puede disminuir suficientemente los costos para permitir la asequibilidad y al mismo tiempo reducir los costos de oportunidad de no tener acceso a un inodoro (en cuanto al tiempo, la enfermedad y otros aspectos del bienestar que afectan la productividad económica y pobreza). Las comunidades residentes en zonas bajas pueden sufrir un efecto negativo causado por las aguas residuales sin tratar y las emisiones superficiales de lodo fecal cuando los inodoros no están conectados a una cadena de servicios segura.</p> <p>No existe ninguna opción diferente a la intervención; es un principio clave que respalda el derecho humano al agua y el saneamiento.</p>	<input type="checkbox"/> Aumento <input type="checkbox"/> Aumento probable <input type="checkbox"/> Ni aumento ni disminución <input checked="" type="checkbox"/> Disminución probable <input type="checkbox"/> Disminución
Consecuencias sobre la sociedad	¿Es el equilibrio entre las consecuencias deseables e indeseables para la sociedad favorable a la intervención o al mantenimiento de la "situación tal como está"?	<p>Cuando la intervención se implementa en la forma prevista, garantizando la no exclusión del acceso a los servicios, sobre todo de las personas y grupos pobres y marginados, si la infraestructura se construye de una manera sostenible y los inodoros están conectados a un sistema seguro de saneamiento son poco probables consecuencias desfavorables para la sociedad o el medio ambiente. Además del impacto social positivo en la reducción de infecciones, la intervención puede contribuir a otros aspectos sociales como reducción de la pobreza, incremento de los ingresos a mediano y largo plazo, educación (al mejorar los ambientes de las escuelas y la enseñanza) y la aceptación de los servicios de atención de salud (al mejorar los entornos de atención de salud).</p> <p>Cuando la intervención no se ejecuta en la forma prevista, las consecuencias indeseables pueden incluir vertido de las excretas al medio ambiente exponiendo a una comunidad más amplia a los patógenos y deteriorando los ecosistemas de los cuales dependen las comunidades, por ejemplo, en cuanto al agua de bebida, la recreación y los medios de subsistencia.</p>	<input type="checkbox"/> Favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> No favorece ni la intervención ni el mantenimiento de la "situación tal como está" <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente favorece la intervención <input type="checkbox"/> Favorece la intervención

Criterios	Pregunta directriz	Justificación y datos probantes	Avisos
Aspectos económicos y de financiamiento	¿Cuál sería el impacto de la intervención sobre los aspectos económicos y de financiamiento?	<p>Es probable que la implementación de la intervención en gran escala (nacional) exija una inversión considerable del gobierno, las empresas y los hogares en costo de capital y gastos de funcionamiento, incluyendo la construcción inicial de infraestructuras y la operación y el mantenimiento continuos. Se necesitarán gastos públicos adicionales para satisfacer las necesidades de saneamiento y los sistemas de salud, tales como capacitación, contratación de personal de salud ambiental (técnico y de gestión), sistemas de vigilancia y elaboración de programas de modificación de comportamientos. El impacto sobre la economía dependerá de los recursos utilizados en estas intervenciones. Préstamos grandes al gobierno tendrán repercusión sobre los intereses, mientras que subvenciones importantes pueden tener consecuencias inflacionarias.</p> <p>Se deben cotejar estos costos con los beneficios probables a mediano y largo plazo. Cada dólar invertido en saneamiento produce ahorro de costos, por la reducción de costos al sistema de salud, mayores ingresos disponibles para las familias pobres a un más largo plazo y por consiguiente más alto poder adquisitivo y mayor productividad y eficiencia de la fuerza laboral que contribuyen en último término al crecimiento económico.</p>	<input type="checkbox"/> Negativa <input type="checkbox"/> Probablemente negativa <input type="checkbox"/> Ni negativa ni positiva <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente positiva <input type="checkbox"/> Positiva
Factibilidad y aspectos relacionados con el sistema de salud	¿Es factible la implementación de la intervención?	<p>La capacidad de ofrecer acceso universal a inodoros seguros y promover su uso varía de manera significativa entre los países y en cada uno de ellos. Se precisarán iniciativas que garanticen un marco jurídico adecuado para el saneamiento, incluida la coordinación a fin de abordar las duplicaciones e incongruencias. Es probable que se requieran esfuerzos significativos para responder a la influencia y recursos relativamente bajos de la salud ambiental en los ministerios de salud, con el fin de reforzar el liderazgo en salud y la gobernanza para el saneamiento.</p> <p>En muchos entornos de ingresos bajos y medianos, será necesaria una inversión considerable para incrementar la capacidad de las autoridades sanitarias y otras dependencias del gobierno para aumentar la demanda y suministro de inodoros seguros. La implementación de intervenciones de modificación de comportamientos sanitarios en el marco de los programas de salud puede tener consecuencias sobre el volumen de trabajo del personal de salud (posible aumento de las actividades y responsabilidades de supervisión y posible disminución con respecto al tratamiento de infecciones así como dependencia de los tratamientos antihelmínticos colectivos).</p> <p>Se puede necesitar una inversión considerable para mejorar la infraestructura de saneamiento en los establecimientos de atención de salud en todos los niveles asistenciales, reforzar la capacidad de prevención y control de infecciones en los entornos de atención de salud, aumentar la aceptación de los servicios de atención de salud y mejorar las condiciones de trabajo de los profesionales de salud.</p> <p>A pesar de estas dificultades, la experiencia de varios países de ingresos bajos y medianos indica que estas intervenciones son factibles si se otorga prioridad política al saneamiento y si se asignan de manera razonable los recursos.</p>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí

Referencias

- Aunger R, Schmidt WP, Ranpura A, Coombes Y, Maina PM, Matiko CN et al. (2010). Three kinds of psychological determinants for hand-washing behaviour in Kenya. *Soc Sci Med*. 70(3): 383-391.
- Alam MU, Winch PJ, Saxton RE, Nizame FA, Yeasmin F, Norman G et al. (2017). Behaviour change intervention to improve shared toilet maintenance and cleanliness in urban slums of Dhaka: a cluster-randomised controlled trial. *Trop Med Int Health*. 22(8): 1000-1011.
- Baker KK, O'Reilly CE, Levine MM, Kotloff KL, Nataro JP, Ayers TL et al. (2016). Sanitation and Hygiene-Specific Risk Factors for Moderate-to-Severe Diarrhea in Young Children in the Global Enteric Multicenter Study, 2007-2011: Case-Control Study. *PLoS Med*. 13(5): e1002010.
- Barnard S, Routray P, Majorin F, Peletz R, Boisson S, Sinha A et al. (2013). Impact of Indian Total Sanitation Campaign on latrine coverage and use: a cross-sectional study in Orissa three years following programme implementation. *PLoS One*. 8(8): e71438.
- Benova L, Cumming O, Campbell OM (2014). Systematic review and meta-analysis: association between water and sanitation environment and maternal mortality. *Trop Med Int Health*. 19(4): 368-387.
- Biran A, Schmidt WP, Zeleke L, Emukule H, Khay H, Parker J et al. (2012). Hygiene and sanitation practices amongst residents of three long-term refugee camps in Thailand, Ethiopia and Kenya. *Trop Med Int Health*. 17(9): 1133-1141.
- Brun E (ed.) (2009). Literature review on the occupational safety and health of cleaning workers. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA).
- Campbell OMR, Benova L, Gon G, Afsana K, Cumming O (2015). Getting the basics right – the role of water, sanitation and hygiene in maternal and reproductive health: a conceptual framework. *Trop Med Int Health*. 20(3): 252-267.
- Caruso BA, Clasen T, Yount KM, Cooper HLF, Hadley C, Haardörfer R (2017a). Assessing Women's Negative Sanitation Experiences and Concerns: The Development of a Novel Sanitation Insecurity Measure. *Int J Environ Res Public Health*. 14(7).
- Caruso BA, Clasen TF, Hadley C, Yount KM, Haardörfer R, Rout M et al. (2017b). Understanding and defining sanitation insecurity: women's gendered experiences of urination, defecation and menstruation in rural Odisha, India. *BMJ Glob Health*. 2(4): e000414.
- Charles LE, Loomis D, Demissie Z (2009). Occupational hazards experienced by cleaning workers and janitors: A review of the epidemiologic literature. *Work*. 34(1): 105-116.
- Coffey D, Gupta A, Hathi P, Khurana N, Spears D, Srivastav N et al. (2014). Revealed preference for open defecation. *Econ Polit Wkly*. 49: 43-55.
- Coffey D, Spears D, Vyas S (2017). Switching to sanitation: Understanding latrine adoption in a representative panel of rural Indian households. *Soc Sci Med*. 188: 41-50.
- Cohen D, Green M, Block C, Slepon R, Ambar R, Wasserman SS, et al. (1991). Reduction of transmission of shigellosis by control of houseflies (*Musca domestica*). *Lancet*. 337(8748): 993-997.
- Committee on Economic, Social and Cultural Rights (CESCR) (2010). Statement on the right to sanitation (E/C.12/2010/1).
- Eales K (2005). Sanitation partnership series: Bringing pit emptying out of the darkness: A comparison of approaches in Durban, South Africa, and Kibera, Kenya. Building Partnerships for Development.
- Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Arikpo D, Meremikwu MM, Critchley JA (2015). Hand washing promotion for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 9:CD004265.
- Fewtrell L, Bartram J (2001). Water quality: Guidelines, standards and health. Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. IWA Publishing, London, UK.
- Fotedar R (2001). Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) in the transmission of *Vibrio cholerae* in India. *Acta Trop*. 78(1): 31-34.
- Freeman MC, Stocks ME, Cumming O, Jeandron A, Higgins JP, Wolf J et al. (2014). Hygiene and health: systematic review of handwashing practices worldwide and update of health effects. *Trop Med Int Health*. 19(8): 906-916.
- Freeman MC, Garn JV, Sclar GD, Boisson S, Medlicott K, Alexander KT et al. (2017). The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health* 220(6): 928-949.
- Fuller JA, Eisenberg JN (2016). Herd Protection from drinking water, sanitation, and hygiene Interventions. *Am J Trop Med Hyg*. 95(5): 1201-1210.
- Garn JV, Sclar GD, Freeman MC, Penakalapati G, Alexander KT, Brooks P et al. (2017). The impact of sanitation interventions on latrine coverage and latrine use: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health* 220(2 Pt B): 329-340.
- Glas C, Hotz P, Steffen R (2001). Hepatitis A in workers exposed to sewage: a systematic review. *Occup Environ Med*. 58(12): 762-768.
- Heijnen M, Cumming O, Peletz R, Chan GK, Brown J, Baker K et al. (2014). Shared Sanitation versus Individual Household Latrines: A Systematic Review of Health Outcomes. *PLoS One*. 9(4): e93300.
- Heijnen M, Routray P, Torondel B, Clasen T (2015). Neighbour-shared versus communal latrines in urban slums: a cross-sectional study in Orissa, India exploring household demographics, accessibility, privacy, use and cleanliness. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 109(11): 690-699.
- Hulland K, Martin N, Dreibelbis R, DeBruicker Valliant J, Winch P (2015). What factors affect sustained adoption of safe water, hygiene and sanitation technologies? A systematic review of literature. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, UCL Institute of Education, University College London.
- Ingallinella AM, Sanguinetti G, Koottatep T, Montanger A, Strauss M (2002). The challenge of faecal sludge management in urban

- areas--strategies, regulations and treatment options. *Water Sci Technol.* 46(10):285-94.
- Jeggli S, Steiner D, Joller H, Tschopp A, Steffen R, Hotz P (2004). Hepatitis E, *Helicobacter pylori*, and gastrointestinal symptoms in workers exposed to waste water. *Occup Environ Med.* 61(7): 622-627.
- Khin NO, Sebastian AA, Aye T (1989). Carriage of enteric bacterial pathogens by house flies in Yangon, Myanmar. *J Diarrhoeal Dis Res* 7(3-4): 81-84.
- Kiendrebeogo Y (2012). Access to Improved Water Sources and Rural Productivity: Analytical Framework and Cross-country Evidence. *African Development Review* 24: 153-166.
- Knight LD, Presnell SE (2005). Death by sewer gas: case report of a double fatality and review of the literature. *Am J Forensic Med Pathol.* 26(2): 181-185.
- Lanata CF, Huttly SR, Yeager BA (1998). Diarrhea: whose feces matter? Reflections from studies in a Peruvian shanty town. *Pediatr Infect Dis J.* 17(1): 7-9.
- Lin J, Aoll J, Niclass Y, Velazco MI, Wünsche L, Pika J et al. (2013). Qualitative and quantitative analysis of volatile constituents from latrines. *Environ Sci Technol.* 47(14): 7876-82.
- Majorin F, Torondel B, Ka Seen Chan G, Clasen TF (2018). Interventions to improve disposal of child faeces for preventing diarrhoea and soil-transmitted helminth infection. *Cochrane Review* (In press)
- Majorin F, Torondel B, Routray P, Rout M, Clasen T (2017). Identifying potential sources of exposure along the child feces management pathway: A cross-sectional study among urban slums in Odisha, India. *Am J Trop Med Hyg.* 97(3): 861-869.
- Miller-Petrie MK, Voigt L, McLennan L, Cairncross S, Jenkins MW (2016). Infant and Young Child Feces Management and Enabling Products for Their Hygienic Collection, Transport, and Disposal in Cambodia. *Am J Trop Med Hyg.* 94(2): 456-465.
- Mills F, Willetts J, Petterson S, Mitchell C, Norman G (2018). Faecal Pathogen Flows and Their Public Health Risks in Urban Environments: A Proposed Approach to Inform Sanitation Planning. *Int J Environ Res Public Health.* 23;15(2).
- Morita T, Godfrey S, George CM (2016). Systematic review of evidence on the effectiveness of safe child faeces disposal interventions. *Trop Med Int Health.* 21(11): 1403-1419.
- Nakagiri A, Niwagaba CB, Nyenje PM, Kulabako RN, Tumuhairwe JB, Kansiime F (2016). Are pit latrines in urban areas of Sub-Saharan Africa performing? A review of usage, filling, insects and odour nuisances. *BMC Public Health.* 16:120.
- Novotný J, Hasman J, Lepič M (2017). Contextual factors and motivations affecting rural community sanitation in low- and middle-income countries: A systematic review. *Int J Hyg Environ Health.* 221(2): 121-133.
- Oswald WE, Stewart AE, Kramer MR, Endeshaw T, Zerihun M, Melak B et al. (2017). Active trachoma and community use of sanitation, Ethiopia. *Bull World Health Organ.* 95(4): 250-260.
- Overbo A, Williams A, Ojomo E, Joca L, Cardenas H, Kolsky P et al. (2016). The influence of programming and the enabling environment on sanitation adoption and sustained use: A systematic review. The Water Institute at UNC, Chapel Hill, NC, USA. (In press)
- Padhi BK, Baker KK, Dutta A, Cumming O, Freeman MC, Satpathy R, Das BS et al. (2015). Risk of Adverse Pregnancy Outcomes among Women Practicing Poor Sanitation in Rural India: A Population-Based Prospective Cohort Study. *PLoS Med.* 12(7): e1001851.
- Rand EC, Loughnan EC; Maule L; Reese H 2015. Management of child feces : Current disposal practices. *Water and Sanitation Program research brief.* Washington, D.C. : World Bank Group.
- Rehfuess EA, Bruce N, Bartram JK (2009). More health for your buck: health sector functions to secure environmental health. *Bull World Health Organ.* 87(11) :880-2.
- Rehfuess EA, Stratil JM, Scheel IB, Baltussen R. Integrating WHO norms and values with guideline and other health decisions: the WHO-INTEGRATE evidence to decision framework version 1.0. *BMJ Glob Health.* (In press)
- Rheinländer T, Konradsen F, Keraita B, Apoya P, Gyapong M (2015). Redefining shared sanitation. *Bull World Health Organ.* 93(7): 509-10.
- Routray P, Schmidt WP, Boisson S, Clasen T, Jenkins MW (2015). Socio-cultural and behavioural factors constraining latrine adoption in rural coastal Odisha: an exploratory qualitative study. *BMC Public Health.* 15:880.
- Sclar GD, Penakalapati G, Amato HK, Garn JV, Alexander K, Freeman MC et al. (2016). Assessing the impact of sanitation on indicators of faecal exposure along principal transmission pathways: A systematic review. *Int J Hyg Environ Health.* 19(8): 709-723.
- Sclar GD, Garn JV, Penakalapati G, Alexander KT, Krauss J, Freeman MC et al. (2017). Effects of sanitation on cognitive development and school absence: A systematic review. *Int J Hyg Environ Health.* 220(6): 917-927.
- Sclar GD, Penakalapati G, Caruso BA, Rehfuess EA, Garn JV, Alexander KT et al. (2018). Exploring the relationship between sanitation and mental and social well-being: A systematic review and qualitative synthesis. *Soc Sci Med.* 217: 121-134.
- Speich B, Croll D, Fürst T, Utzinger J, Keiser J (2016). Effect of sanitation and water treatment on intestinal protozoa infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 16(1): 87-99.
- Strande L, Ronteltap M, Brdjanovic D (2014). *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation.* IWA Publishing, UK.
- Sultana R, Mondal UK, Rimi NA, Unicomb L, Winch PJ, Nahar N et al. (2013). An improved tool for household faeces management in rural Bangladeshi communities. *Trop Med Int Health.* 18(7): 85460.

- Szostakowska B, Kruminis-Lozowska W, Racewicz M, Knight R, Tamang L, Myjak P et al. (2004) *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* recovered from flies on a cattle farm and in a landfill. *Appl Environ Microbiol.* 70(6): 3742-3744.
- Thorn J, Kerekes E (2001) Health effects among employees in sewage treatment plants: A literature survey. *Am J Ind Med.* 40(2):170-179.
- Thye YP, Templeton MR, Ali M (2011). A critical review of technologies for pit latrine emptying in developing countries. *Crit Rev Environ Sci Tech* 41: 1793-1819.
- Tiwari RR (2008) Occupational health hazards in sewage and sanitary workers. *Indian J Occup Environ Med.* 12(3): 112-115.
- United Nations Children's Fund (UNICEF) (2012). *Water, Sanitation and Hygiene (WASH) in Schools.* New York, UNICEF.
- United Nations (2015). *General Assembly Resolution 70/169: The human rights to safe drinking water and sanitation.* United Nations, New York, USA.
- Venkataramanan V, Crocker J, Karon A, Bartram J (2018). *Community-Led Total Sanitation: A Mixed-Methods Systematic Review of Evidence and Its Quality.* *Environ Health Perspect.* 126(2): 026001.
- Water Supply and Sanitation Collaborative Council (WSSCC) and UN Women (2014). *Menstrual Hygiene Management: Behaviour and Practices in the Louga Region, Senegal.*
- Water and Sanitation for the Urban Poor (WSUP) (2015). *Discussion Paper – Creating business value and development impact in the WASH sector.*
- WaterAid (2016). *A tale of clean cities: insights for planning urban sanitation from Ghana, India and the Philippines.* Synthesis report.
- Williams, Ashley R. and Alycia Overbo (2015). *Unsafe return of human excreta to the environment: A literature review.* Chapel Hill, NC, USA: The Water Institute at UNC.
- World Health Organization (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, third edition.* Volume 1: Policy and regulatory aspects; Volume 2: Wastewater use in agriculture; Volume 3: Wastewater and excreta use in aquaculture; Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2008). *Essential environmental health standards in health care.* WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2011). *Guidelines for drinking-water quality, fourth edition.* WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (2016). *Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at national and acute health care facility level.* WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization and UNICEF (2018). *Water and sanitation for health facility improvement tool (WASH FIT): A practical guide for improving quality of care through water, sanitation and hygiene in health care facilities.* WHO, Geneva, Switzerland.
- Yates T, Lantagne D, Mintz E, Quick R (2015). *The Impact of Water, Sanitation, and Hygiene Interventions on the Health and Well-Being of People Living With HIV: A Systematic Review.* *J Acquir Immune Defic Syndr.* 68 Suppl 3: S318-330.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE SANEAMIENTO SEGURO

3.1 Introducción

Los sistemas de saneamiento seguro separan las excretas humanas del contacto humano en todas las etapas de la cadena del servicio de saneamiento que lleva las excretas del inodoro a su eventual uso o disposición final. Los peligros para la salud asociados con la cadena de saneamiento pueden ser microbianos (el punto central de estas guías), químicos o físicos. La definición de salud es no solo la ausencia de enfermedades o afecciones sino también un estado de bienestar mental y social. Por consiguiente, es primordial reconocer la importancia de los sistemas de saneamiento seguro en la respuesta a los riesgos psicosociales que influyen sobre la aceptabilidad y la utilización (por ejemplo, aspectos que afectan el bienestar tales como la privacidad del inodoro) en las etapas que corresponden al inodoro y la contención.

En cada etapa de la cadena se puede aplicar una combinación de tecnologías, que cuando se vinculan y gestionan de manera adecuada constituyen una cadena segura. El tipo de tecnología necesaria depende en gran medida del contexto, según factores técnicos, económicos y sociales locales, que deben tenerse en cuenta en el marco de toda la cadena de servicios de saneamiento

y también desde una perspectiva de la ciudad en su totalidad. Es necesario tomar en consideración el impacto del cambio climático sobre la seguridad y la sostenibilidad de las tecnologías y los efectos de estas sobre el perfil de emisiones de gases de efecto invernadero del país.

En este capítulo se definen las principales características técnicas y de gestión que permiten mejorar el bienestar de los usuarios y minimizar los riesgos de todas las personas frente a la exposición a las excretas en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento desde el inodoro, contención, almacenamiento y tratamiento in situ, transferencia, tratamiento y uso o disposición final. Al final del documento se presenta un glosario con los términos técnicos.

El centro de interés de estas guías son las excretas humanas procedentes de todas las fuentes, incluidos los hogares, entornos comerciales, instituciones como escuelas y establecimientos de atención de salud, además de lugares de trabajo y entornos públicos. Las guías no abarcan los riesgos que plantean a los seres humanos las sustancias peligrosas contenidas en las aguas residuales y los lodos industriales ni su efecto sobre los procesos de tratamiento del lodo y aguas residuales.

Recuadro 3.1 Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) relevantes para los servicios de saneamiento

- ISO/FDIS 30500 (2018): Sistemas de saneamiento sin conexión a un alcantarillado. Unidades prefabricadas de tratamiento integrado. Requisitos generales de seguridad y desempeño para el diseño y la puesta a prueba
- ISO 24521 (2016): Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y de agua residual. Guías para el manejo del servicio básico in situ de las aguas residuales domésticas.
- ISO 24510 (2007): Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y de agua residual. Guías para la evaluación y mejora de los servicios prestados a los usuarios
- ISO 24511 (2007): Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y de aguas residuales. Guías para el manejo de las instalaciones de aguas residuales y para la evaluación de los servicios de agua residual

3.1.1 Reducción de peligros y exposiciones

Recuadro 3.2 Definiciones (OMS, 2016)

Riesgo: La probabilidad y las consecuencias de que ocurrirá un evento con un impacto negativo.

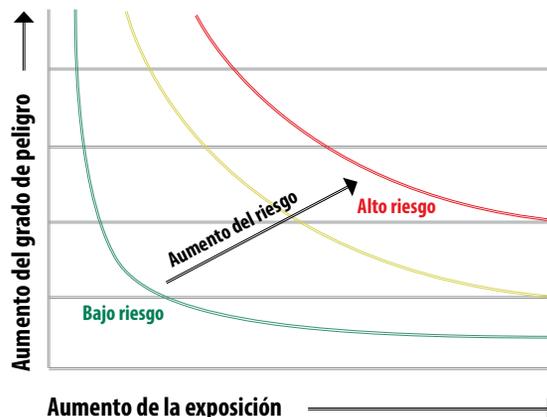
Peligro: Un componente biológico, químico o físico que puede causar daño a la salud humana.

Evento peligroso: Cualquier incidente o situación que introduce o libera un peligro (por ejemplo patógenos fecales) al medio ambiente en el que los seres humanos viven o trabajan, o aumenta la concentración del peligro en el ambiente en el que los seres humanos viven o trabajan, o fracasa en eliminar un peligro del entorno humano.

El riesgo de infección por exposición a la contaminación fecal es una combinación de la probabilidad de la exposición al peligro y del impacto del peligro patógeno en sí mismo sobre la persona expuesta. El peligro de por sí no representa un riesgo si no existe ninguna exposición al mismo. Esta relación se presenta en la figura 3.1. Por consiguiente, reducir el riesgo de contaminación fecal se refiere a disminuir el grado del peligro de patógenos fecales (por ejemplo, concentración o cantidad del agente patógeno), y/o disminuir la exposición al peligro que

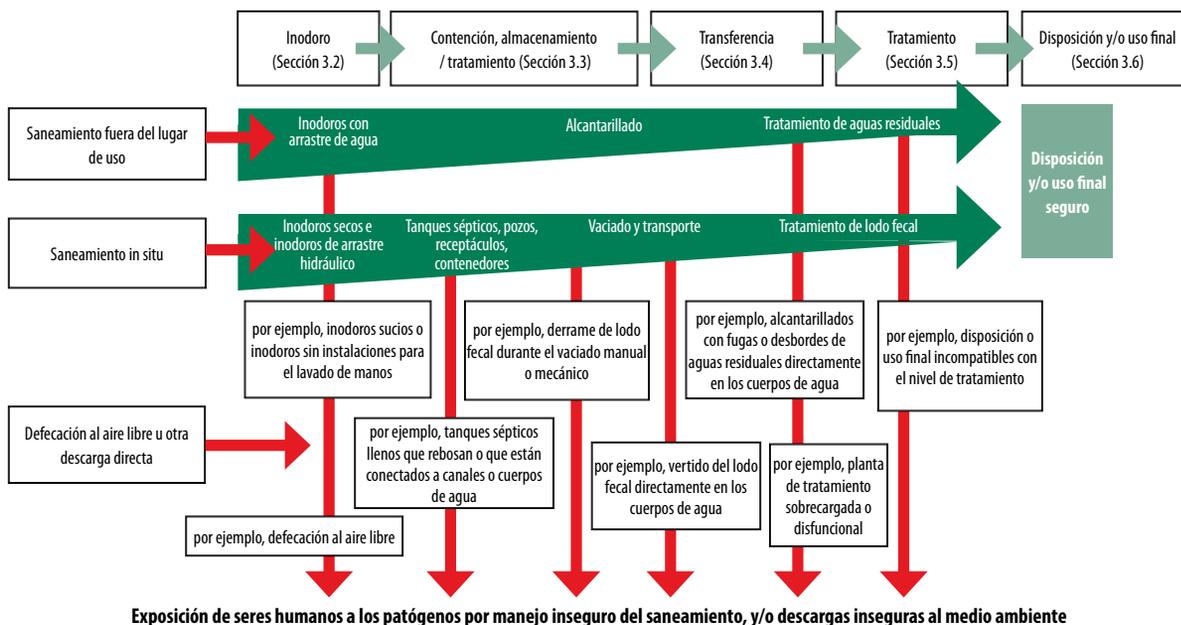
enfrentaría un posible hospedero humano o disminuir ambas (concentración y exposición) (Mills et al., 2018; Robb et al., 2017).

Figura 3.1 Riesgos de la contaminación fecal



Para describir los principios de un manejo seguro es necesario identificar los diversos eventos peligrosos que podrían ocurrir. En la figura 3.2 se presenta un diagrama ilustrativo del flujo de las excretas que pone de manifiesto que la exposición a los patógenos fecales de las excretas puede ocurrir a partir de eventos peligrosos en cada tipo de

Figura 3.2 Diagrama de flujo de las heces que muestra ejemplos de eventos peligrosos en cada paso de la cadena de servicios de saneamiento (adaptado de Peal et al., 2014)



sistema de saneamiento y en cada punto de la cadena de servicios de saneamiento. Los eventos peligrosos causados por un manejo inseguro de las excretas pueden dar lugar a la exposición.

Eventos peligrosos, medidas de control y grupos de exposición

En este capítulo se describe cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento y las medidas de control que podrían aplicarse para reducir el riesgo de exposición.

Las medidas de control se definen como toda barrera o acción que se puede aplicar para prevenir o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento o reducirlo a un nivel de riesgo aceptable.

Las personas con mayor probabilidad de estar expuestas pertenecen a uno de los siguientes cuatro grupos de riesgo:

- Usuarios de sistemas de saneamiento: todas las personas que utilizan un inodoro.
- Comunidad local: personas que viven o trabajan cerca (por ejemplo, personas que no son necesariamente usuarios del sistema de saneamiento) y pueden estar expuestas.
- Comunidad más amplia: la población general (por ejemplo, agricultores, comunidades de tierras más bajas) que están expuestas (por ejemplo, por actividades de recreación o inundación), utilizan productos finales del saneamiento (por ejemplo, compost, lodo fecal, aguas residuales) o consumen artículos (por ejemplo, pescado, cultivos) expuestos a productos de uso final del saneamiento a propósito o de manera involuntaria.
- Trabajadores del saneamiento: todas las personas, ya sea empleadas oficialmente o que participan de manera informal y se encargan del mantenimiento, limpieza u operación (por ejemplo, el vaciado) de un inodoro o un equipo (por ejemplo, las bombas, los vehículos) en cualquier etapa de la cadena de servicios de saneamiento.

3.1.2 Medidas de control graduales

En muchos países, el logro de sistemas de saneamiento seguro exigirá una implementación progresiva. En este capítulo figuran las principales medidas graduales de control en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento, que se pueden mejorar más adelante hacia un saneamiento seguro cuando lo permitan las capacidades técnicas, institucionales, económicas, sociales y financieras locales.

3.1.3 Hojas de información sobre sistemas de saneamiento

Las hojas de información sobre sistemas de saneamiento que se encuentran en el anexo 1 proporcionan orientación sobre algunos de los sistemas de saneamiento utilizados con mayor frecuencia. Cada Hoja informativa describe la aplicabilidad del sistema en diferentes contextos; los aspectos de diseño, operación y mantenimiento que se deben tener en cuenta; y los mecanismos de protección de la salud pública en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento. En función del entorno, las diversas opciones de tecnología de saneamiento y de infraestructuras se pueden diseñar, combinar, poner en funcionamiento y gestionar en diferentes escalas con el fin de constituir una cadena funcional de servicios. En el cuadro 3.5 hacia el final del presente capítulo se presenta un resumen de los sistemas incluidos en las Hojas de información y su aplicabilidad en relación a factores físicos y facilitadores.

3.2 Inodoros

3.2.1 Definición

El término “inodoro” se refiere aquí a la interfase del usuario con el sistema de saneamiento, donde se captan las excretas y puede consistir en cualquier tipo de taza de inodoro, losa de letrina, pedestal, plataforma u orinal. Existen varios tipos de inodoro, por ejemplo, inodoros de arrastre hidráulico e inodoros de tanque, inodoros secos e inodoros con separador de orina.

La superestructura del inodoro puede ser una estructura aislada o el inodoro puede estar ubicado en un edificio (por ejemplo, casa privada, escuela, establecimiento de atención de salud, lugar de trabajo u otro ámbito público).

3.2.2 Gestión segura en la etapa del inodoro

El principio fundamental para la gestión segura del inodoro es que su diseño, construcción, manejo y uso se efectúen de tal manera que las excretas queden separadas de los usuarios de forma segura, evitando tanto el contacto activo (por ejemplo, por superficies sucias) como el contacto pasivo (por ejemplo, por las moscas u otros vectores).

El mantenimiento de los inodoros debe hacerse mediante la limpieza (la cual elimina cualquier materia fecal y los patógenos), con lo cual se reduce al mínimo el riesgo para los usuarios. Las personas responsables por la limpieza y

mantenimiento del inodoro deben hacerlo con métodos y equipos que los protejan del peligro.

La salud de los usuarios va más allá de considerar la exposición a los patógenos en las excretas; la salud abarca aspectos relacionados con la accesibilidad, seguridad, privacidad y el manejo de la higiene menstrual. El hecho de tener en cuenta estos aspectos garantiza que la instalación tenga una operación y mantenimiento adecuados siendo apropiada para los usuarios previstos, lo cual hace que exista menor probabilidad de reversión hacia prácticas de saneamiento inseguro (por ejemplo, la defecación al aire libre). Estos aspectos se analizan con mayor detalle en el capítulo 5 sobre las modificaciones del comportamiento sanitario.

Reducir el riesgo en el inodoro y estimular su uso

Con el objeto de reducir a) la probabilidad de exposición; b) la gravedad de toda exposición a eventos peligrosos; o c) reducir tanto la probabilidad y la gravedad, como estimular su uso, los inodoros deben contar con varias características (descritas a continuación).

Diseño y construcción

Los inodoros deben ser:

- Compatibles con la disponibilidad actual y la previsión futura de agua para el arrastre (de ser necesario), la limpieza y la higiene de las manos.
- Compatibles con las tecnologías subsiguientes de contención, transferencia y tratamiento (in situ o fuera del lugar de uso) con el fin de lograr una gestión segura de las excretas generadas al utilizar el inodoro.
- Adecuados, privados y seguros para su utilización por los usuarios previstos, teniendo en cuenta el sexo, la edad y la movilidad física (por ejemplo, discapacitados, enfermos, etc.).

La losa (o pedestal) debe estar diseñada y construida:

- De un material duradero que pueda limpiarse con facilidad (por ejemplo, hormigón, fibra de vidrio, porcelana, acero inoxidable, plástico duradero o madera lisa).
- De manera que el tamaño y su forma sean apropiados para todos los usuarios previstos (incluidos por ejemplo, los niños y las personas ancianas).
- De manera que se evite la infiltración de aguas pluviales en la tecnología de contención.
- En el caso de los inodoros con arrastre de agua, deben estar equipados con un sello hidráulico o trampa de

agua para minimizar los olores y evitar que los roedores o los insectos se introduzcan en el contenedor.

- En el caso de los inodoros secos, deben estar equipados con una tapa desmontable, bien ajustada para evitar que los roedores o los insectos se introduzcan en el contenedor y cuando tiene un tubo de ventilación, debe tener una malla contra las moscas resistente a la corrosión.

El diseño y la construcción de la superestructura deben prevenir la intrusión de agua de lluvia, aguas pluviales, animales, roedores o insectos. Deben proporcionar seguridad y privacidad con puertas que se aseguren desde el interior para los inodoros públicos o los inodoros compartidos por varios hogares.

En el inodoro se deben tener al alcance materiales de limpieza culturalmente apropiados (es decir, suministro de agua y recipiente para lavado o materiales para limpiar y secar lo mojado, con un recipiente de desechos cuando sea necesario) y deben existir instalaciones accesibles para el lavado de manos con agua y jabón cerca del inodoro, en una ubicación que fomente su uso.

Operación y mantenimiento

- Limpieza: el inodoro y todas las superficies de la habitación donde se encuentra (por ejemplo, cuarto de baño, lavatorio, cuarto de aseo, cubículo etc.) deben permanecer limpios y exentos de excretas.
- Orientaciones para la limpieza: Los materiales de limpieza disponibles localmente se deben almacenar y utilizar de manera segura y todas las personas que llevan a cabo la limpieza deben observar prácticas seguras de trabajo. En el caso de inodoros públicos o compartidos, debe existir un calendario de limpieza periódica, con previsión del suministro de materiales de limpieza y equipos de protección personal.
- Cuando se utilizan inodoros secos, se debe contar con un suministro listo de ceniza, tierra, cal o aserrín dentro de la instalación, con el cual los usuarios cubran las heces después de defecar. Esto ayuda a evitar la presencia de moscas y reduce al mínimo los olores.

Otras características

Además de los aspectos de diseño, construcción, mantenimiento y operación existen otras características que responden a los criterios de los derechos humanos (véase el recuadro 1.2) y que afectan la adopción y uso

de los inodoros y la probabilidad de que los usuarios mantengan limpias las instalaciones (y no vuelvan a defecar al aire libre). Estas características son las siguientes:

- **Disponibilidad:** Debe existir una cantidad suficiente de instalaciones que acorten la espera a un lapso aceptable, que no desincentiven su uso ni causen molestias en los hogares, los establecimientos de salud, las escuelas, los lugares de trabajo y los espacios públicos.
- **Accesibilidad:** La instalación debe ser accesible en todo momento para todos los usuarios previstos, teniendo en cuenta la edad, sexo y discapacidades de los usuarios. Cuando los inodoros están separados por sexo, los usuarios deben poder acceder al inodoro que coincide con su identidad de género.
- **Aceptabilidad:** La superestructura debe proporcionar privacidad y seguridad al usuario, por ejemplo, con provisión de luz y una puerta que se asegure desde el interior; esta característica es de especial importancia cuando los inodoros son compartidos o públicos o se encuentran en una escuela, establecimiento de atención de salud o lugar de trabajo. Se deben suministrar dispositivos para un manejo seguro de la higiene menstrual, como recipientes cubiertos para la eliminación de los productos utilizados. Donde el inodoro es compartido o público, el tamaño del recipiente debe corresponder al uso previsto, y contarse con un plan y calendario de vaciado y eliminación seguros. Los productos usados en la higiene menstrual no se deben echar ni evacuar en el inodoro.

Los aspectos relacionados con la calidad se trataron en la sección anterior sobre disminución de la probabilidad o gravedad de los eventos peligrosos en el inodoro y la promoción de su uso.

Por el contrario, los siguientes son ejemplos de inodoros que no disminuyen la probabilidad ni la gravedad de los eventos peligrosos:

- Los inodoros que no están bien contruidos o cuyos materiales no son duraderos y obstaculizan la limpieza de la losa (o pedestal).
- Los inodoros que no permanecen limpios y donde quedan excretas en el inodoro o las superficies de la habitación en que está el inodoro.
- Los inodoros que no cuentan con ningún producto de limpieza anal, instalación para el lavado de manos o dispositivos para la eliminación de los productos de higiene menstrual.

- Los inodoros que se mantienen bajo llave por períodos prolongados durante el día o la noche o que no ofrecen seguridad o privacidad suficientes.

Los inodoros que no cumplen con los criterios de seguridad, comodidad y limpieza pueden contribuir a que los usuarios recurran a la micción y la defecación al aire libre.

Medidas de control graduales

En esta sección se destacan las medidas que pueden considerarse para superar las dificultades específicas del contexto como la pobreza, la disponibilidad de recursos y la densidad de población. En las zonas rurales remotas, por ejemplo, donde la disponibilidad de materiales es un factor limitante o donde se considera que es demasiado alto el costo de transportar una losa duradera desde un pueblo vecino, los hogares deben como mínimo cubrir con un revestimiento de mortero, toda la plataforma de madera donde se ponen en cuclillas. Este método debe permitir una limpieza más eficaz de la plataforma y con ello limitar la exposición; sin embargo, no será duradera y puede necesitar reemplazo antes de que se haya llenado el pozo.

Inodoros compartidos o públicos

Siempre que sea posible, cada hogar debe utilizar y gestionar su propio inodoro, sin compartirlo con otra familia u otros usuarios. Sin embargo, en algunos contextos esto no es práctico, por ejemplo:

- en los asentamientos urbanos densos donde pueden existir problemas relacionados con la tenencia de la tierra o la disponibilidad de espacio para construir inodoros domésticos individuales;
- en las situaciones de emergencia donde las circunstancias determinan la imposibilidad de construir inodoros individuales.

Cuando se presentan estas situaciones, los inodoros compartidos o públicos constituyen una posible medida de control gradual.

Un único inodoro compartido por dos o más hogares o un inodoro público puede aportar una solución satisfactoria, si cada miembro de los hogares cuenta con un acceso igual y rápido a las instalaciones sanitarias y el inodoro permanece limpio.

Todos los inodoros compartidos o públicos deben tener las siguientes características:

- una ubicación segura y ruta de acceso;
- puertas que puedan asegurarse desde el interior y luces;
- instalación para el lavado de las manos con suministro de agua y jabón; y
- dispositivos para el manejo de la higiene menstrual;
- cubículos separados para los hombres y las mujeres o cubículos neutros en cuanto al género, que incluyen instalación para el lavado de las manos y dispositivos para el manejo de la higiene menstrual;
- modificaciones apropiadas para todos los usuarios por ejemplo, una rampa de acceso y pasamanos para las personas con discapacidades;
- un sistema de gestión definido para la operación y el mantenimiento de todas las instalaciones provistas.

Los inodoros compartidos y públicos pueden incluir instalaciones de ducha y lavandería. Un inodoro compartido o público con funcionamiento adecuado puede ofrecer un punto de intercambio o de reunión a la población local, con lo cual pueden beneficiarse indirectamente los usuarios.

La gestión y el mantenimiento de un inodoro público pueden plantear mayores dificultades que el manejo de un inodoro compartido, sobre todo en ubicaciones populares o concurridas, donde el alto grado de uso y la responsabilidad mal definida hacen que se requiera una limpieza más frecuente para mantener cada inodoro. Cuando se cobra una tarifa a los usuarios, esta debe ser asequible para todos con el fin de garantizar que no se limite el acceso a las instalaciones, lo cual podría fomentar la micción y la defecación al aire libre.

3.3 Contención – almacenamiento / tratamiento

3.3.1 Definición

La etapa de contención solo es pertinente en los sistemas de saneamiento sin conexión a un alcantarillado y se refiere al contenedor, generalmente subterráneo, al cual se conecta el inodoro. Estos contenedores están diseñados ya sea para:

- la contención, el almacenamiento y tratamiento del lodo fecal y efluente (por ejemplo, tanques sépticos, letrinas de pozo secas y húmedas, letrinas de compostaje, cámaras de deshidratación, tanques de almacenamiento de orina etc.); o para

- la contención y el almacenamiento (sin tratamiento) del lodo fecal y las aguas residuales (por ejemplo, tanques con revestimiento completo, saneamiento basado en el uso de contenedores).

3.3.2 Gestión segura en la etapa de contención - almacenamiento/ tratamiento

El principio fundamental relacionado con esta etapa es que los productos generados en el inodoro son retenidos en la tecnología de contención y luego se vierten o no al medio ambiente local de una manera que no exponga a nadie al peligro.

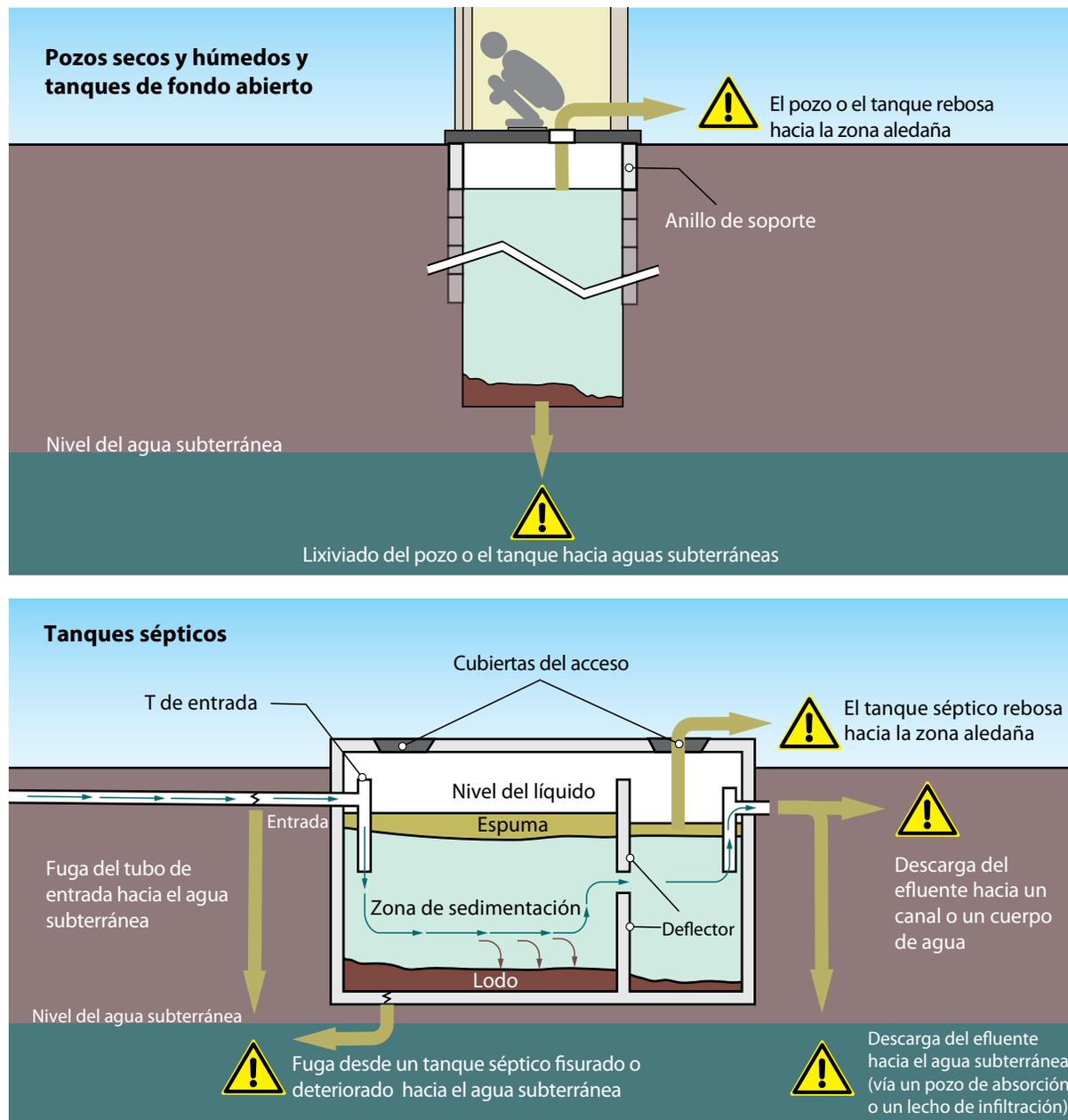
El lodo fecal, por ejemplo, se debe contener mediante una tecnología impermeable (como un tanque séptico) o una tecnología permeable como un pozo húmedo que lixivia directamente hacia el subsuelo. En cualquiera de los casos el lodo no debe entrar al medio ambiente donde los usuarios y la comunidad local podrían quedar expuestos directamente a los patógenos fecales. El efluente líquido de un contenedor impermeable se debe descargar en una alcantarilla o en las estructuras del subsuelo mediante un pozo de absorción o un lecho de infiltración o se debe contener completamente para su transporte posterior. El efluente no debe verterse a un canal ni a un cuerpo de agua donde, por contacto o por consumo, podría exponer a patógenos fecales, a la comunidad local o la comunidad más amplia

Cuando el lixiviado producto de las tecnologías permeables o el efluente de las tecnologías impermeables se filtra en las estructuras del subsuelo, existe el riesgo de que las aguas subterráneas y las aguas superficiales vecinas se contaminen y contaminen las fuentes locales de agua utilizadas para bebida y las tareas domésticas (por ejemplo, el lavado de platos). Cuando las aguas subterráneas no se usan con fines domésticos y se cuenta con otras fuentes seguras de agua potable, el riesgo de las aguas subterráneas será menor, pero todavía puede entrañar un riesgo cuando el agua se utiliza ocasionalmente (por ejemplo, cuando la fuente segura no está disponible o es inasequible).

Cuando las aguas subterráneas se utilizan para bebida, la evaluación de riesgos debe tener en cuenta los siguientes factores (Schmoll et al., 2006):

- el tipo de tecnología o tecnologías de contención en la zona y el grado de remoción de patógenos;
- la carga hidráulica de los contenedores hacia las aguas subterráneas;

Figura 3.3 Eventos peligrosos de la contención permeable e impermeable – tecnologías de almacenamiento/tratamiento



* Debe destacarse que la mayoría de los peligros asociados con un tanque séptico están también asociados con tanques de varios tipos que no tienen un buen diseño de ingeniería.

- la profundidad de la napa freática y el tipo de suelo o subsuelo;
- la distancia horizontal y vertical entre la tecnología de la fuente de agua potable y la tecnología o las tecnologías de contención en la zona; y
- el nivel del tratamiento (si existe) que se aplica al agua contaminada antes de utilizarla.

Por regla general y sin la evaluación de riesgos descrita arriba, con el fin de reducir el riesgo de contaminación, el fondo de los contenedores permeables y el pozo de absorción o los lechos de infiltración se deben encontrar a no menos de 1,5 m a 2,0 m por encima del nivel freático en su nivel más alto durante el año, los contenedores permeables y los lechos de infiltración deben estar ubicados en pendiente descendente de toda fuente de agua potable y a una distancia horizontal mínima de 15 m (Banks et al., 2002; Graham & Polizzotto, 2013; Schmoll et al., 2006). Cuando estas distancias no pueden respetarse debido a la densidad de población o las condiciones geográficas, se deben considerar otros diseños (por ejemplo, pozos elevados). La figura 3.3 muestra los posibles eventos peligrosos con las tecnologías permeables e impermeables de contención.

Reducir el riesgo en la etapa de contención - almacenamiento / tratamiento

Para garantizar la seguridad de la contención y del tratamiento in situ se deben tener en cuenta varios aspectos del diseño y construcción, y de la operación y mantenimiento.

Diseño y construcción

La tecnología de contención debe ser apropiada para el contexto local y tener en cuenta los siguientes aspectos:

- el tipo y la frecuencia de cualquier vaciado posterior y la accesibilidad (por ejemplo, la transferencia; sección 3.4);
- las tecnologías subsiguientes de tratamiento (si procede) (sección 3.5);
- el tipo de suelo y subsuelo;
- la densidad de población y otras tecnologías de contención;
- la napa freática y las fuentes de agua potable locales utilizadas.
- la posibilidad de inundación;
- el inodoro al cual está conectada; y
- el número de usuarios y tipo de afluentes (por ejemplo, heces, orina, aguas grises y agua de arrastre, higiene personal y productos de limpieza anal).

Cuando el inodoro está conectado a:

- Un tanque séptico: este debe estar funcionando correctamente, ser sellado a e impermeable, con dos cámaras y la descarga del efluente debe verter a un pozo de absorción, lecho de infiltración o una alcantarilla (el sistema de alcantarillado libre de sólidos es suficiente cuando las conexiones se hacen por tanques sépticos).
- Un tanque con revestimiento completo: este no debe tener ninguna descarga de efluente y por consiguiente se requieren vaciamientos frecuentes (y probablemente costosos) o recambio de contenedor (por ejemplo, modelos de servicio de saneamiento a base de contenedores).
- Una letrina de pozo o tanque de fondo abierto: estos deben estar funcionando correctamente a través de percolación hacia subestructuras del subsuelo.

Tratamiento in situ

En el cuadro 3.1 se presentan las tecnologías usuales de contención y su rendimiento en cuanto al nivel de reducción de organismos patógenos. El cuadro pone de manifiesto que los productos de algunos sistemas, como el pozo doble alternante y las letrinas de compostaje producen un lodo estabilizado que es seguro para manipular y usar para mejorar los suelos cuando las letrinas funcionan de manera adecuada (lo cual puede ser difícil de lograr en la práctica) y siempre y cuando el contenido permanezca seco. Por el contrario, el lodo vaciado de un tanque séptico puede tener una concentración alta de patógenos, según el tiempo que haya permanecido almacenado y requiere un tratamiento adicional antes de usarlo (sección 3.5). Asimismo, el efluente de todo tanque séptico se debe, ya sea verter a un pozo de absorción (o lecho de infiltración) donde puede ser adsorbido en condiciones aeróbicas o transferirlo por tuberías o una alcantarilla sin sólidos a una planta de tratamiento. La transferencia y el tratamiento de lodos y aguas residuales se explican en las secciones 3.4. y 3.5.

Operación y mantenimiento

- Donde existen cámaras de deshidratación o cámaras de compostaje (es decir, inodoros secos de doble pozo, inodoros con separador de orina o saneamiento con contenedores), se debe usar una cantidad pequeña de ceniza, cal, tierra seca o desechos de biomasa (por ejemplo, aserrín, bagazo desmenuzado o cascara, conchas de maní aplastadas) para cubrir las heces después de cada uso. Esto ayuda a prevenir la aparición de moscas, reducir al mínimo los olores y promueve el secado y la descomposición.

Cuadro 3.1 Desempeño del tratamiento de las tecnologías de contención

Inodoro y tecnología de contención .	Objetivos del tratamiento	Mecanismo de reducción de organismos patógenos	Nivel de reducción de organismos patógenos*	Productos del tratamiento y concentración de organismos patógenos **
Inodoro con arrastre de agua y tanque séptico conectado a un pozo de absorción o un lecho de infiltración	Disminución de la Demanda bioquímica de oxígeno (pequeña) Estabilización	Almacenamiento Adsorción (en pozo de absorción)	Bajo	Lodo líquido con alta concentración de patógenos. El efluente contiene muchos patógenos, pero estos son adsorbidos en condiciones aeróbicas en el pozo de absorción o lecho de infiltración
Inodoro seco de pozo único (que se abandona cuando está lleno)	Reducción de patógenos Estabilización, con o sin gestión de nutrientes	Adsorción	Bajo	Lodo líquido con alta concentración de patógenos. El líquido (producto de lixiviado) con alta concentración de patógenos es adsorbido por el suelo en condiciones aeróbicas. La remoción de patógenos depende de las condiciones del suelo
Inodoro con arrastre de agua y pozo doble para uso alternado	Reducción de patógenos Estabilización, con o sin gestión de nutrientes	Almacenamiento Nota: los pozos únicos no se deben vaciar manualmente	Alto	El lodo en el pozo se estabiliza en forma de humus con concentración baja de patógenos
Inodoro con arrastre de agua y pozo doble para uso alternado	Reducción de patógenos Estabilización, con o sin gestión de nutrientes	Almacenamiento (al menos 2 años) Adsorción	Alto (excepto para los huevos de áscaris)	El lodo en el pozo “en reposo” se estabiliza en humus con baja concentración de patógenos. El líquido (producto de lixiviado) es adsorbido por el suelo en condiciones aeróbicas
Inodoro seco con pozo doble (fosa alterna)	Reducción de patógenos Estabilización	Almacenamiento (al menos 2 años) Adsorción	Alto (excepto para los huevos de áscaris)	El lodo en el pozo “en reposo” se estabiliza de manera aeróbica en humus con baja concentración de patógenos
Inodoro de compostaje	Reducción de patógenos Estabilización, con o sin gestión de nutrientes	Temperatura Almacenamiento	Lodo – medio + Producto de lixiviado - bajo	Lodo desaguado estabilizado (compost) con concentración media de patógenos. Lixiviado con alta concentración de patógenos

* Nivel de reducción de patógenos (reducción log10) de los sistemas bien diseñados con funcionamiento adecuado: Bajo = $\leq 1 \log_{10}$; Medio = 1 a 2 \log_{10} ; Alto = $> 2 \log_{10}$.

Nivel de reducción utilizado para las bacterias a modo de ejemplo y tal vez no se aplica a los virus, los protozoos ni los helmintos.

** Concentración de patógenos (patógenos por litro): Baja = $\leq 2 \log_{10}$; Media = 2 a 4 \log_{10} ; Alta = $> 4 \log_{10}$.

- Toda tecnología de contención se debe vaciar (o cerrarla y sellarla, véase la sección 3.6 sobre la disposición y/o uso final) antes de que exista el riesgo de rebose del contenido hacia el medio ambiente local. A manera de orientación, se debe vaciar cuando la distancia entre el lado inferior de la parte superior del contenedor y la superficie del lodo fecal (o sobrenadante) es de alrededor 0,5 m (Franceys, Pickford y Reed, 1992; ARGOSS, el 2001). Las tasas de acumulación de lodo varían mucho según el entorno, los hábitos y la tecnología (Strande et al, 2014).
- La gestión de los inodoros de doble pozo debe ser cuidadosa, procurando que solo se utilice un pozo sistemáticamente hasta que esté lleno y luego se sella y se almacena como mínimo durante dos años, mientras se utiliza el otro pozo.
- Cuando están llenas, algunas tecnologías de contención no se vacían en el ámbito doméstico, sino que se debe extraer el contenedor entero y transportarlo a otro lugar. A cambio del contenedor lleno, el hogar recibe un contenedor limpio y vacío. Este método se conoce como saneamiento a base de contenedores.
- En la etapa siguiente, la transferencia, se aborda extensamente la forma como se deben manejar las operaciones de vaciado y transporte para todas las tecnologías de contención.

- Se debe evitar la obstrucción de la tubería de descarga del efluente (si existe).

En contraste, los siguientes son ejemplos de tecnologías de contención que no reducen la probabilidad o la gravedad de la exposición a los eventos peligrosos:

- Toda tecnología de contención (tanque séptico, tanque con revestimiento completo, letrina de pozo, tanque de fondo abierto, etc.) dotada de una descarga de efluente que se vierte en un canal, un cuerpo de agua o al aire libre.
- Toda tecnología de contención con diseño o construcción deficientes y donde existe una probabilidad alta de que el producto de lixiviado esté contaminando las aguas subterráneas, las fuentes locales de agua potable o el agua potable en tuberías subterráneas.
- Donde se suministran letrinas de cubo. Esta tecnología de contención no separa de las excretas. al usuario o los trabajadores
- Donde existen inodoros suspendidos, por ejemplo, donde se suministra un inodoro pero no existe ninguna tecnología de contención ni conexión con una alcantarilla y en su lugar, el vertido del inodoro se dirige a un cuerpo de agua o al suelo. Este dispositivo entraña un riesgo para la comunidad local y las comunidades vecinas.
- Los procesos de operación y mantenimiento que dan lugar a:
 - un funcionamiento incompatible con el diseño de la tecnología (por ejemplo, pozos dobles que se usan en tándem y no alternadamente);
 - toda tubería de descarga de efluente que se obstruye y causa rebose del lodo fecal o el efluente en el inodoro, hacia los cuerpos de agua a o el aire libre; o
 - toda tecnología de contención que no se puede vaciar físicamente, que no se vacía cuando está llena (en las tecnologías que requieren vaciado periódico) o no se cierra y sella y causa rebose del lodo fecal y/o el efluente en el inodoro, y/o en los cuerpos de agua o al aire libre.

Medidas de control graduales

No existen medidas de control graduales para la contención.

En algunas ubicaciones, donde las tecnologías de contención descargan en canales abiertos, estos canales (drenajes) se cubren total o parcialmente con losas de hormigón o de piedra. Sin embargo, no se considera que

esta sea una medida progresiva apropiada de control. La cobertura impermeable reduce algunos de los riesgos de los patógenos fecales del efluente para la comunidad local. Sin embargo, dado que el canal abierto al borde de las carreteras se provee para el manejo de aguas pluviales cubrirlo no facilitará su limpieza; en caso de obstrucción, puede causar inundaciones durante los períodos de precipitación copiosa y generar una mayor exposición, de la comunidad local y comunidades vecinas, a las aguas residuales (y por consiguiente a los patógenos). Este recurso es impráctico y costoso cuando las dimensiones del canal son importantes.

3.4 Transferencia

3.4.1 Definición

La transferencia se refiere al movimiento deliberado de las aguas residuales o el lodo fecal de una tecnología de contención hasta el tratamiento fuera del lugar de uso y/o hasta su disposición o uso final. Los sistemas de transferencia pueden consistir en alcantarillados o en vaciado y transporte manuales o mecánicos.

Sistemas basados en un alcantarillado

Los sistemas basados en un alcantarillado constan de redes de tuberías subterráneas. Hay varios tipos de alcantarillado (Tilley et al., 2014):

- alcantarillado convencional por gravedad: transporta las aguas negras de los inodoros y las aguas grises, en muchos casos junto con los efluentes industriales y las aguas pluviales, por tuberías de gran diámetro hasta una instalación de tratamiento usando la gravedad (y bombeo cuando es necesario);
- alcantarillado simplificado: un diseño de bajo costo instalado con tuberías de menor diámetro, a menor profundidad y con una menor pendiente que el alcantarillado convencional por gravedad; y
- alcantarillado libre de sólidos: el diseño es semejante al del alcantarillado simplificado pero incluye un tratamiento previo del lodo para extraer los sólidos.

Los alcantarillados simplificados y los alcantarillados sin sólidos se pueden implementar en esquemas de alcantarillado condominial, incorporando procesos consultivos y creando redes de los usuarios y las autoridades.

Sistemas de vaciado y transporte mecánicos y manuales

El vaciado y el transporte manuales y mecánicos se refieren a las diferentes maneras de extraer el lodo fecal de la instalación sanitaria.

El vaciado manual de los pozos, las cámaras y los tanques se puede hacer de las dos maneras siguientes:

- con baldes y palas; o
- con una bomba de lodo portátil de operación manual (aunque es mecánica, requiere manipulación manual o física).

Tanto el vaciado manual como el mecánico pueden conllevar el riesgo de contacto con la materia fecal y en algunos casos el vaciado mecánico debe asociarse con un vaciado manual a fin de extraer los materiales más densos. Algunas tecnologías de contención solo pueden vaciarse manualmente (por ejemplo, la fosa alterna o las cámaras de secado). Estas tecnologías se suelen vaciar con palas, porque el material es sólido y no se puede remover con aspirado ni con una bomba. El lodo fecal vaciado se recolecta en barriles o bolsas o se pone en una carretilla y se transporta fuera del lugar de uso.

El vaciado y el transporte mecánico (también conocido como vaciado y transporte motorizado) se refieren al uso de cualquier vehículo o dispositivo equipado con una bomba mecánica y un tanque de almacenamiento con el fin de vaciar y transportar el lodo fecal. Se necesitan personas que operen la bomba y maniobren la manguera, pero no efectúan remoción ni transporte manual del lodo fecal. Los sistemas húmedos como los tanques sépticos y los tanques con revestimiento completo se vacían en general mediante vaciado y transporte mecánico.

Los recipientes utilizados en el saneamiento a base de contenedores no se vacían en el ámbito doméstico; en cambio, el contenedor sellado y su contenido se extraen manualmente de las instalaciones y se deben transferir a una instalación de tratamiento. A diferencia de los inodoros de balde, los contenedores sellados extraídos del lugar evitan el contacto de los usuarios y los trabajadores con las heces frescas.

3.4.2 Transferencia segura

El principio fundamental de una transferencia segura es limitar la exposición de los trabajadores que se ocupan

de la operación y el mantenimiento, la comunidad que vive y trabaja en los alrededores y las comunidades vecinas, quienes podrían estar expuestos por ingestión e inhalación de los patógenos fecales en su casa o en el trabajo, en los abastecimientos de agua o en actividades recreativas, y contaminación del agua potable y las cadenas de suministro de alimentos.

Alcantarillados

Los alcantarillados cuyo diseño, construcción, operación y mantenimiento son adecuados constituyen un medio eficaz para transportar las aguas residuales y exigen relativamente poco mantenimiento. Sin embargo, todas las tuberías se pueden obstruir con residuos sólidos y otros sólidos y es necesario removerlos mediante arrastre, chorros a presión, extracción con varillas o limpieza con pelotas de caucho. Cuando se utilizan, las bombas, los tanques interceptores y las cámaras de inspección exigen mantenimiento. Llevar a cabo el mantenimiento del alcantarillado puede exponer los trabajadores a aguas residuales peligrosas o gases tóxicos. Las fugas de los alcantarillados entrañan un riesgo de exfiltración de aguas residuales e infiltración en las aguas subterráneas. La filtración hacia las aguas subterráneas y los abastecimientos de agua expondría a la comunidad local y comunidades vecinas a los patógenos fecales por ingestión. Cuando existe preocupación por el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas o del agua suministrada por tuberías, la evaluación de riesgos se debe basar en los siguientes criterios (Schmoll et al., 2006):

- la frecuencia de rupturas del alcantarillado;
- la antigüedad y el método de construcción del alcantarillado;
- la profundidad del alcantarillado en relación con las tuberías de suministro de agua;
- la clasificación del material que rodea la tubería; y
- el nivel de las aguas subterráneas.

Los programas activos de monitoreo (por ejemplo, el uso de cámaras de inspección del alcantarillado) pueden contribuir a reconocer la magnitud y el tipo de contaminación proveniente de los alcantarillados.

Vaciado y transporte mecánico y manual

Tanto las tecnologías manuales como las mecánicas necesitan trabajadores (proveedores de servicio, vaciadores, removedores del lodo y extractores) que manipulen las herramientas y los equipos que entran en contacto con los lodos fecales (incluido el líquido sobrenadante o el efluente

si existe). Se debe evitar la entrada de los trabajadores a los pozos debido al riesgo de lesión o muerte por derrumbe de las fosas o inhalación de gases tóxicos. El vaciado puede exponer a los usuarios y la comunidad a riesgos inadmisibles que resultan de la exposición a derrames durante el trabajo. El principio fundamental de la seguridad en el vaciado y transporte es por consiguiente limitar la exposición de estos grupos al lodo fecal peligroso.

El nivel de riesgo depende del tipo y la cantidad de lodo fecal que se extrae. Por ejemplo, el lodo fecal fresco vaciado de un tanque séptico conectado a un inodoro público muy utilizado es más peligroso para la salud humana que el lodo fecal que se ha acumulado lentamente en la letrina de pozo seco de un hogar durante dos años o más, pues en este caso algunos patógenos se extinguen en el lodo acumulado más antiguo.

Desde una perspectiva de salud pública, el vaciado manual conlleva un riesgo mayor que el vaciado mecánico, pues existe una probabilidad mayor de que los trabajadores tengan contacto con el lodo fecal. El vaciado manual se estigmatiza, es un trabajo de baja categoría que mengua el bienestar personal y social de los trabajadores del saneamiento. Por consiguiente, siempre que sea posible, se debe dar prioridad al vaciado y el transporte mecánicos.

Reducción de los riesgos en la etapa de transferencia

El diseño y construcción del sistema de transferencia deben cumplir los siguientes criterios:

- ser compatible con la tecnología de contención;
- ser compatible con las características del contenido que ha de vaciarse;
- ser compatible con las tecnologías siguientes de tratamiento y de disposición o uso final; y
- ser apropiados para el contexto local teniendo en cuenta los eventos peligrosos definidos en la figura 3.4 y en especial, reducir al mínimo la necesidad de manipulación manual del lodo fecal por parte de los trabajadores del saneamiento.

Los aspectos de operación y mantenimiento que deben tenerse en cuenta incluyen los siguientes:

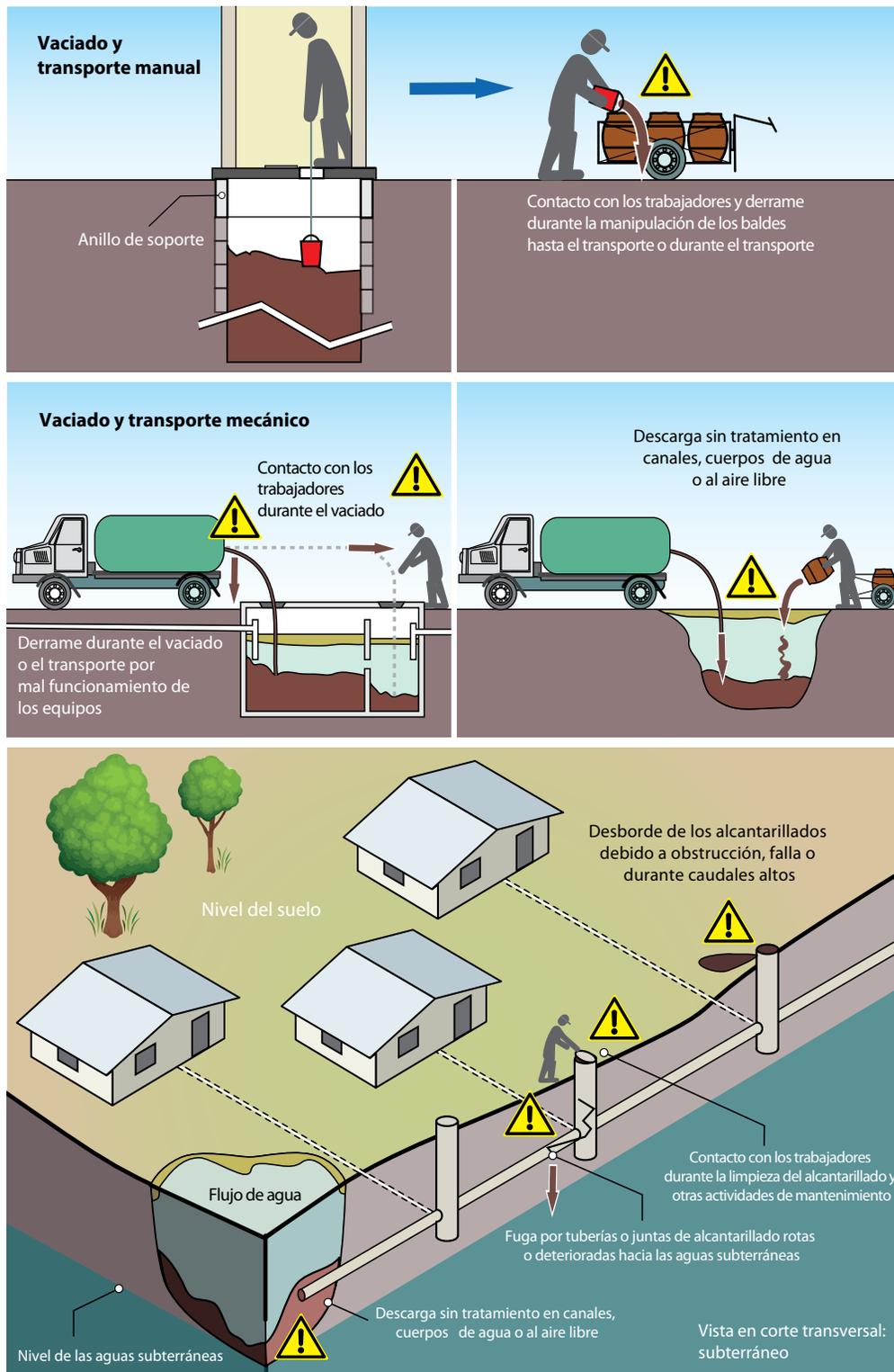
- Todos los trabajadores deben recibir capacitación sobre los riesgos del trabajo en los sistemas de saneamiento, incluyendo la manipulación de las aguas residuales y el lodo fecal y estar equipados para seguir los procedimientos normalizados de trabajo.

- Todos los trabajadores deben usar de manera sistemática y correcta el equipo de protección personal, que incluye guantes, máscaras, gorros, overol completo y calzado cerrado impermeable, sobre todo donde se requiere la inspección manual de alcantarillados y la limpieza o el vaciado manuales.
- Con el fin de prevenir la asfixia, se debe hacer una ventilación adecuada antes de entrar en cualquier espacio confinado (contención o alcantarillado), utilizando un equipo de ventilación en caso de ser necesario. Ninguna persona debe entrar sola en los espacios confinados.
- Los trabajadores deben evitar entrar al pozo, ya sea mediante el uso de equipos que hacen innecesaria su entrada o vaciando el pozo solo parcialmente.
- Solo deben utilizarse herramientas y equipos específicos, que son aptos para estos fines (por ejemplo, palas de mango largo y mangueras de succión largas) debiendo limpiarse con agua después de cada uso. El agua del lavado debe dirigirse hacia la tecnología de contención.
- Todos los trabajadores deben lavarse muy bien con jabón inmediatamente después de haber entrado en contacto con aguas residuales y lodo fecal peligrosos.
- Toda la ropa (tanto el equipo de protección personal como las prendas interiores) deben lavarse diariamente y todas las botas y los guantes de caucho se deben limpiar con agua. El agua del lavado debe dirigirse hacia la tecnología de contención.
- Se deben reducir al mínimo los derrames y cuando ocurren se deben contener y limpiar. Por ejemplo, después de haber completado el vaciado de una tecnología de contención, toda propiedad en los alrededores inmediatos de la actividad se debe lavar a fondo o limpiarla con agua.
- Se debe proporcionar a todos los trabajadores controles periódicos de salud, asesoramiento médico y tratamiento (por ejemplo, desparasitación) y las vacunas adecuadas contra las infecciones que pueden ser pertinentes (como el tétanos, la poliomielitis, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y B (CDC, 2015), en función del contexto epidemiológico).

Los siguientes son ejemplos de métodos de transferencia que no disminuyen la probabilidad ni la gravedad de la exposición:

- Toda agua residual sin tratar en el alcantarillado, que no se lleva a plantas de tratamiento pero que se libera en canales, cuerpos de agua o al suelo. Por ejemplo, obstrucciones del alcantarillado o fallas de bombeo

Figura 3.4 Eventos peligrosos de las tecnologías de transferencia



que dan lugar a desborde de las aguas residuales hacia las aguas superficiales, defectos del alcantarillado que provocan sobrecarga del sistema por infiltración, contaminación de las aguas subterráneas o las tuberías del suministro local de agua por exfiltración.

- Todo lodo fecal sin tratar transportado de manera manual o mecánica, que no se lleva a plantas de tratamiento sino que se vierte en otro lugar. Por ejemplo, cuando el lodo fecal sin tratar se vierte en canales, arroyos o ríos vecinos o se usa como acondicionador para el suelo.
- La utilización de vaciado por gravedad de los pozos (o anegado). Esto es cuando los pozos se vacían desocupando el contenido por una tubería que se inserta en el pozo. La tubería se conecta a un drenaje colocado a un nivel inferior, un cuerpo de agua o a un hoyo excavado que recibe el lodo fecal.
- Todo transporte manual o mecánico del lodo fecal que durante la operación da lugar a fugas o derrames sobre otros usuarios de las vías de circulación. Por ejemplo, el lodo fecal de tanques sépticos llevados en un remolque tirado por tractor que se derrama del remolque a lo largo del camino.

3.4.3 Medidas de control graduales

Reducir al mínimo los riesgos del vaciado manual

Aunque el vaciado y transporte mecánicos se prefieren para transferir el lodo fecal de las tecnologías de contención, existen razones dependientes del contexto por las cuales se utiliza el vaciado manual en algunos entornos. Entre estas razones se cuentan las siguientes:

- Disponibilidad de servicios de vaciado mecánico: En muchas ubicaciones, a pesar de una demanda alta, existen pocos proveedores públicos o privados de servicios mecánicos de vaciado.
- Acceso a las tecnologías de contención: Los camiones aspiradores grandes son inadecuados para vaciar los contenedores en los asentamientos urbanos densos cuyo acceso es difícil. A menudo, estas instalaciones solo pueden vaciarse con una combinación de bombas portátiles, palas y transporte manual.
- Informalidad: En la mayoría de lugares el vaciado manual sigue siendo un servicio informal y de bajo costo. Los servicios informales se perpetúan por falta de reglamentación de la calidad del servicio o de protección de los trabajadores y la demanda de servicios de costo relativamente bajo por parte de los usuarios. Sin embargo, los servicios informales no siempre son

satisfactorios para los hogares ni desde una perspectiva de salud pública.

- Facilidad de bombeo: el lodo relativamente fresco y húmedo se puede bombear con un camión aspirador, pero el lodo fecal más seco en general más antiguo, suele necesitar la remoción con pala. La presencia de residuos sólidos en los contenedores también reduce la facilidad de bombeo.
- Disponibilidad y accesibilidad de las plantas de tratamiento: Donde existen plantas de tratamiento y están diseñadas para recibir el lodo fecal, los sitios se suelen encontrar alejados de las poblaciones, con los correspondientes costos que dan lugar a tarifas altas. Los hogares pueden recurrir al vaciado manual que no siempre se lleva a cabo en condiciones de seguridad. En esta circunstancia los hogares deben, ya sea enterrar y cubrir el lodo fecal en los alrededores o construir una nueva letrina.
- Aceptabilidad: En los entornos donde es tabú hablar de las excretas o de su gestión, a menudo se favorece el vaciado nocturno para ocultar las actividades; el vaciado manual es una opción más discreta que el vaciado mecánico en estas circunstancias. El trabajo en la oscuridad puede ser difícil y peligroso.

Donde prevalecen estas condiciones, el vaciado manual de las tecnologías de contención quizá sea la única solución viable. No obstante, el vaciado manual se debe reducir al mínimo; por ejemplo, se deben usar las bombas mecánicas o manuales para eliminar todo el contenido que sea posible, antes de utilizar las palas y los baldes para vaciar el resto. Donde se utiliza el vaciado manual, se deben aplicar las medidas de control de la exposición que se describen en el párrafo sobre reducción del riesgo de exposición en la etapa de transferencia. Sin embargo, cuando se practica el vaciado manual informal, estas medidas pueden ser difíciles de aplicar.

Estaciones de transferencia y estaciones de descarga al alcantarillado

Las estaciones de transferencia y las estaciones de descarga al alcantarillado actúan como puntos intermedios de desecho para lodos fecales, cuando no es fácil transportarlos hasta una instalación de tratamiento remota. Un camión aspirador evacúa las estaciones de transferencia cuando están llenas y transporta el lodo fecal a una planta de tratamiento. Las estaciones de descarga al alcantarillado están conectadas a un alcantarillado convencional por gravedad contiguo. El lodo fecal vaciado en la estación

de descarga se libera en el alcantarillado principal ya sea directamente o de preferencia a intervalos periódicos (por ejemplo, por bombeo), con el objeto de optimizar el desempeño del alcantarillado y de la planta de tratamiento y reducir las sobrecargas puntuales.

Las estaciones de transferencia y de descarga al alcantarillado son una buena elección en las zonas urbanas donde la planta de tratamiento de lodo fecal está alejada. Organizar múltiples estaciones de transferencia puede reducir los costos de transporte y disminuir los vertederos ilegales de lodo fecal, sobre todo donde es frecuente el vaciado y transporte manual y la planta de tratamiento está alejada. Las exigencias de ubicación y terreno para las estaciones de transferencia también pueden ser menos onerosas que las exigencias para las plantas de tratamiento.

El diseño y la operación de las estaciones de descarga al alcantarillado deben ser adecuados, sobre todo cuando se adaptan a posteriori a un sistema existente de aguas residuales. Cuando se vierte un lodo fecal espeso en un alcantarillado, este no está diseñado para recibirlo y puede obstruirlo y causar desbordes cuando las estaciones de tratamiento asociadas no están diseñadas para recibir lodo fecal concentrado, puede fallar el proceso de tratamiento. La corrección de ambos problemas puede ser costosa.

Desbordes de los alcantarillados combinados

Un sistema de alcantarillado combinado recolecta cualquier combinación de aguas pluviales, agua de lluvia, aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales en una alcantarilla. En condiciones meteorológicas normales (seco), el sistema combinado transporta todas las aguas residuales recolectadas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, antes de descargarlas para su disposición y/o uso final

Sin embargo, en condiciones de flujo alto (pico máximo), por ejemplo, como resultado de precipitaciones pluviales copiosas o deshielo, el volumen de aguas residuales puede exceder la capacidad de la planta de tratamiento. Cuando esto ocurre, las aguas pluviales y las aguas residuales se descargan sin tratamiento a los arroyos, ríos y otros cuerpos de agua contiguos. Estos episodios se denominan desbordes de alcantarillados combinados y cuando el contenido del alcantarillado combinado incluye aguas residuales domésticas sin tratar, se pueden generar cargas altas de patógenos en las aguas receptoras (EPA, 2004), con

el correspondiente riesgo alto para una comunidad mas amplia. Una mayor intensidad de precipitación asociada con el cambio climático puede aumentar la frecuencia y el volumen de estos episodios.

Debido al alto riesgo causado por la exposición a patógenos, como consecuencia de los desbordes de alcantarillados combinados, se considera que este tipo de redes no ofrece un saneamiento seguro. Sin embargo, en muchos lugares de todo el mundo, siguen funcionando. En estas situaciones, se recomienda considerar todo sistema de alcantarillado combinado como una medida de control gradual, que se debe los desbordes, y cierre temporal de los lugares para bañarse contaminados) durante los episodios de desborde de los alcantarillados combinados. De preferencia, se deben proporcionar esquemas de retención, infiltración y descarga de aguas pluviales, con o sin un sistema independiente de drenaje de las aguas pluviales que sean específicos del contexto.

3.5 Tratamiento

3.5.1 Definición

El tratamiento se refiere al proceso o los procesos que modifican las características físicas, químicas y biológicas o la composición del lodo fecal o las aguas residuales, de manera que su calidad sea apta para el siguiente uso propuesto o para su eliminación (Blockley, 2005; Strande et al., 2014), teniendo en cuenta las demás barreras que existen en la etapa de disposición o uso final.

El tratamiento puede subdividirse en tres grupos:

- los que comprenden tecnologías in situ para la contención, almacenamiento y tratamiento de las aguas residuales y el lodo fecal (sección 3.3);
- los que incluyen tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales (que contienen una o más variedades de aguas negras, aguas café, aguas grises o efluentes), tratadas fuera del lugar de uso; y
- los que constan de tecnologías para el tratamiento de lodo fuera del lugar de uso.

3.5.2 Tratamiento seguro

Para proteger la salud pública es indispensable que las instalaciones tengan un diseño y un funcionamiento adecuados para un objetivo específico de disposición y uso final. Este es el principio fundamental en la etapa

de tratamiento. Por ejemplo, cuando los efluentes se usarán para el riego o se verterán en cuerpos de agua que se utilizan para el agua de bebida o las actividades recreativas o donde el lodo se usará como acondicionador para el suelo en la producción de cultivos, el proceso de tratamiento se debe diseñar para remover, reducir o inactivar los patógenos. Al eliminar o reducir el riesgo a un nivel aceptable, también se aminora el riesgo para las comunidades vecinas que podrían estar expuestas al peligro. El nivel del riesgo depende de la probabilidad de exposición de los seres humanos (es decir, el uso por los usuarios) a los patógenos en el efluente o los lodos.

En general, una planta de tratamiento con un buen desempeño en la remoción de patógenos también tendrá un buen rendimiento en la remoción de productos físicos y químicos, pero lo inverso no siempre es cierto (Cairncross & Feachem, 2018). Por esta razón se recomienda prestar atención especial a la remoción de patógenos (reducción o inactivación) durante el diseño de los procesos de tratamiento. Sin embargo, además de comprender la necesidad de que el tratamiento sea eficaz y conocer el siguiente uso o uso posterior del efluente o el lodo, para seleccionar un proceso de tratamiento (más información en Strande et al., 2014; Metcalfe & Eddy, 2014), se deben tener en cuenta muchos otros aspectos incluyendo:

- el flujo de entrada previsto y las características del afluente o el lodo fecal;
- el terreno disponible;
- las fuentes de energía disponibles;
- la capacidad de recursos humanos disponible;
- la ubicación de los centros de población;
- la topografía;
- las características del suelo;
- el nivel freático;
- las condiciones climáticas locales y los vientos predominantes;
- las variaciones estacionales y climáticas;
- el costo de inversión global; y
- los costos probables de operación y mantenimiento.

La salud de los trabajadores también es importante, dado que las personas que se ocupan de la operación y el mantenimiento de las tecnologías de tratamiento corren el riesgo de estar expuestos a aguas residuales y lodos fecales peligrosos. Las personas con quienes interactúan regularmente los trabajadores también podrán estar expuestas de manera indirecta a un mayor riesgo (por ejemplo, sus familias y colaboradores).

Por consiguiente, todos los trabajadores deben recibir capacitación sobre el uso correcto de todas las herramientas y equipos que operan, usar el equipo de protección personal y seguir los procedimientos normalizados de trabajo. El nivel de exposición está determinado por el diseño y la construcción de las tecnologías de tratamiento y por su configuración cuando se utiliza más de una tecnología. Por ejemplo, se debe evitar la manipulación manual, el flujo de lodo fecal y aguas residuales debe producir el mínimo de aerosoles, fluir por gravedad, ser bombeado o moverse mecánicamente entre las tecnologías.

Efluente líquido y lodos provenientes del tratamiento

El producto del tratamiento de aguas residuales y de los procesos de tratamiento de lodo fecal incluye tanto efluente líquido como lodo sólido. Las características de cada una de estas fracciones variarán, según la fuente, el procedimiento utilizado y otros factores. Sin embargo, un principio fundamental en el manejo seguro es que, con independencia de la fuente (por ejemplo, aguas residuales de tecnologías con alcantarillado o lodo fecal proveniente de saneamiento in situ), ambas fracciones pueden necesitar un tratamiento adicional antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, cuando las aguas residuales se tratan en lagunas de estabilización de residuos, el lodo que se asienta en el fondo de las lagunas anaeróbicas y facultativas necesita no solo una remoción periódica sino que también puede necesitar un tratamiento adicional en función de la disposición y uso final previstos. De manera análoga, cuando el tratamiento de lodo fecal genera un efluente líquido, por ejemplo, de los lechos de secado sin plantas, siempre necesita un tratamiento adicional antes de su disposición y/o uso final previstos.

Tecnologías de tratamiento establecidas

En el cuadro 3.2 se presentan las tecnologías aceptadas más utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales fuera del lugar de uso, que también se pueden aplicar al tratamiento del efluente líquido producido por el tratamiento de lodo fecal. En el cuadro 3.3 se describen las tecnologías aceptadas que se utilizan frecuentemente en el tratamiento de lodo fecal y estas se pueden aplicar para tratar el lodo producido en el tratamiento de las aguas residuales.

Para cada tecnología, se indican los objetivos del tratamiento, los mecanismos de reducción de organismos patógenos, el nivel probable de reducción de patógenos

y los productos que salen del tratamiento. Los cuadros destacan la amplia variedad de objetivos de tratamiento (desde la reducción y el desaguado de los sólidos en suspensión hasta la gestión de nutrientes y la inactivación de patógenos) y los productos de tratamiento generados. Para cada producto de tratamiento generado, también se presenta una estimación de la concentración probable de patógenos.

Los procedimientos enumerados se pueden aplicar en diferentes escalas, desde plantas grandes centralizadas para una zona urbana hasta las unidades descentralizadas más pequeñas que sirven a un distrito, un vecindario o una institución, aunque las características de cada tecnología influyen su idoneidad para estos diferentes entornos.

Cuadro 3.2 Tecnologías aceptadas para el tratamiento de aguas residuales

Proceso de tratamiento	Nivel	Objetivos del tratamiento	Medidas de reducción de patógenos	Nivel de reducción de patógenos*	Productos del tratamiento y concentración de patógenos **
Velocidad de flujo baja					
Lagunas de estabilización de residuos	No procede	Reducción de la DBO Gestión de nutrientes Reducción de patógenos	Lagunas aeróbicas (maduración) Radiación ultravioleta	Alto	Lodo líquido con concentración baja de patógenos Efluente con concentración baja de patógenos
Humedales artificiales	Secundario o terciario	Reducción de la DBO Remoción de sólidos en suspensión Gestión de nutrientes Reducción de patógenos	Descomposición natural Depredación por organismos superiores Sedimentación Radiación ultravioleta	Medio	Plantas, ningún patógeno Efluente con concentración media de patógenos
Velocidad de flujo alta					
Sedimentación primaria	Primario	Reducción de sólidos en suspensión	Almacenamiento	Bajo	Lodo líquido con concentración alta de patógenos Efluente con concentración alta de patógenos
Sedimentación avanzada o reforzada químicamente	Primario	Reducción de sólidos en suspensión	Coagulación o floculación Almacenamiento	Medio	Lodo líquido con concentración media de patógenos Efluente con concentración media de patógenos
Reactores anaeróbicos de flujo ascendente con manto de lodos	Primario	Reducción de la DBO	Almacenamiento	Bajo	Lodo líquido con concentración alta de patógenos Efluente con concentración alta de patógenos Biogás
Reactores anaeróbicos con deflectores	Primario o secundario	Reducción de la DBO Estabilización con o sin gestión de nutrientes	Almacenamiento	Bajo	Lodo líquido con concentración alta de patógenos Efluente con concentración alta de patógenos Biogás
Lodo activado	Secundario	Reducción de la DBO Gestión de nutrientes	Almacenamiento	Medio	Lodo líquido con concentración media de patógenos Efluente con concentración media de patógenos
Filtro percolador	Secundario	Gestión de nutrientes	Almacenamiento	Medio	Lodo líquido con concentración media de patógenos Efluente con patógenos

Cuadro 3.2 Tecnologías aceptadas para el tratamiento de aguas residuales (continuado)

Proceso de tratamiento	Nivel	Objetivos del tratamiento	Medidas de reducción de patógenos	Nivel de reducción de patógenos*	Productos del tratamiento y concentración de patógenos**
Laguna aireada y laguna de sedimentación	Secundario	Reducción de la DBO Reducción de patógenos	Aeración	Medio	Lodo líquido con concentración media de patógenos Efluente con concentración media de patógenos
Tasa de filtración alta con grava o tasa de filtración lenta con arena	Terciario	Reducción de patógenos	Filtración	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos
Filtración con medio doble	Terciario	Reducción de patógenos	Filtración	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos
Membranas	Terciario	Reducción de patógenos	Ultrafiltración	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos
Desinfección	Terciario	Reducción de patógenos	Cloración (oxidación)	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos
Desinfección	Terciario	Reducción de patógenos	Ozonización	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos
Desinfección	Terciario	Reducción de patógenos	Radiación ultravioleta	Alto	Efluente con concentración baja de patógenos

Fuentes: Adaptado de OMS (2006) (Vol. 2, p.81); Tilley et al. (2014); Strande et al. (2014).

DBO = demanda bioquímica de oxígeno

* Nivel de reducción de patógenos (reducción log10) de los sistemas bien diseñados con funcionamiento adecuado: Bajo = $\leq 1 \log_{10}$; Medio = 1 a $2 \log_{10}$; Alto = $> 2 \log_{10}$. Nivel de reducción utilizado para las bacterias a modo de ejemplo y tal vez no se aplica a los virus, los protozoos ni los helmintos

** Concentración de patógenos (patógenos por litro): Baja = $\leq 2 \log_{10}$; Media = 2 a $4 \log_{10}$; Alta = $> 4 \log_{10}$.

Procesos de tratamiento de aguas residuales

Las tecnologías aceptadas para el tratamiento de aguas residuales se agrupan en el cuadro 3.2 en dos categorías: tecnologías con alta velocidad de flujo y tecnologías con velocidad de flujo baja y todas aplican procesos biológicos. Los procesos con alta velocidad de flujo en su mayor parte usan estructuras diseñadas con tiempos de retención cortos. Las tecnologías se enumeran como tecnologías de tratamiento primario, secundario o terciario. En general, los procesos se combinan en serie, con una etapa de tratamiento primario que sedimenta los sólidos, seguida de una etapa secundaria en la cual se biodegradan las sustancias orgánicas, y pueden existir tecnologías terciarias de remoción de contaminantes específicos (por ejemplo, remoción de nutrientes, filtración, ultrafiltración o desinfección para eliminación de patógenos). Cuando se aplican tecnologías de tratamiento terciarias, el proceso general de tratamiento de aguas residuales se describe como "tratamiento avanzado de aguas residuales."

Los procesos biológicos con velocidad de flujo baja son en su mayoría sistemas a base de lagunas con tiempo de retención prolongado. Son con mayor frecuencia la opción de tratamiento de costo más bajo en los lugares de clima cálido, donde los terrenos están disponibles a muy bajo costo y el suministro de energía /electricidad puede ser poco fiable o tener un costo prohibitivo. Las lagunas de estabilización de aguas residuales en general constan de tres lagunas conectadas en serie que proporcionan un proceso completo de tratamiento con sedimentación, biodegradación y remoción de patógenos. Sin embargo, las tecnologías de humedales artificiales solo proporcionan ya sea un tratamiento secundario o terciario y suelen estar precedidas de un proceso de sedimentación y/o de tratamiento biológico.

El funcionamiento de estos procesos de tratamiento de aguas residuales y sus respectivos mecanismos de reducción de organismos patógenos y sus requisitos específicos de operación y mantenimiento son complejos; se pueden

consultar en detalle en diversas fuentes incluyendo OMS (2006); Metcalf y Eddy (2014); Cairncross y Feachem (2018).

Procesos de tratamiento de lodo

Los procesos establecidos de tratamiento de lodo considerados en el cuadro 3.3 están agrupados según su objetivo de tratamiento: desaguado (remoción de agua), estabilización, gestión de nutrientes y reducción de patógenos. Una explicación detallada de estos procesos de tratamiento de lodo está disponible en Strande et al., 2014, Strande, 2017 y Tayler, 2018.

Cuando se diseña un proceso de tratamiento de lodo fecal o de aguas residuales, la elección de las tecnologías que se usarán y su secuencia debe determinarse en base a una plena comprensión de los productos de descarga y su eventual disposición y/o uso final. Por ejemplo, cuando el producto de aprovechamiento final del lodo fecal es un aditivo para cemento es necesario desaguar y secar el lodo, pero como el proceso de fabricación del cemento destruye todos los patógenos no se precisa inactivar los patógenos

en la planta de tratamiento. Por el contrario, cuando el producto final es un fertilizador del suelo (como el compost) el lodo fecal requiere un proceso que garantice la inactivación de patógenos (por ejemplo, el desaguado y el secado antes del compostaje junto con residuos orgánicos sólidos). Cuando el diseño y la operación son adecuados, el proceso de compostaje conjunto inactiva los patógenos haciendo segura la manipulación de los desechos para los agricultores, las personas que manipulan productos alimenticios y los consumidores (Cofie et al., 2016).

Los procesos de tratamiento necesitan ser operados y mantenidos adecuadamente (seguir los procedimientos normalizados de trabajo) y combinar múltiples barreras (OMS, 2006; OMS, 2016) para garantizar la seguridad del producto final.

Procesos recientes transferibles para el tratamiento del lodo fecal

Algunos procesos de tratamiento de aguas residuales son también aplicables al tratamiento de lodo fecal; y se conocen

Cuadro 3.3 Procesos aceptados para el tratamiento de lodos

Tecnología de tratamiento	Objetivos del tratamiento	Medidas de reducción de patógenos	Nivel de reducción de patógenos*	Productos del tratamiento y concentración de patógenos**
Lagunas y tanques de sedimentación y espesamiento	Desaguado (remoción de agua)	Almacenamiento	Bajo	Lodo líquido con alta concentración de patógenos Efluente con alta concentración de patógenos
Lechos de secado sin plantas	Desaguado (remoción de agua)	Deshidratación Radiación ultravioleta Almacenamiento	Bajo	Lodo desaguado o seco con alta concentración de patógenos Efluente con alta concentración de patógenos
Lecho de secado con plantas	Desaguado Estabilización/gestión de nutrientes	Deshidratación Radiación ultravioleta Almacenamiento	Lodo-alto Efluente - bajo	Plantas, sin ningún agente patógeno Lodo seco estabilizado con concentración baja de patógenos Efluente con concentración alta de patógenos
Compostaje conjunto	Reducción de patógenos Estabilización/gestión de nutrientes	Temperatura Almacenamiento	Lodo - alto	Lodo desaguado estabilizado (compost) con baja concentración de patógenos
Enterramiento	Estabilización con o sin gestión de nutrientes Reducción de patógenos	Almacenamiento Adsorción	Alto	Árboles o plantas, sin ningún agente patógeno (y lodo enterrado, estabilizado con baja concentración de patógenos)

Fuentes: adaptado de Tilley et al. (2014); Strande et al. (2014) y Strande (2007).

Nivel de reducción de organismos patógenos (reducción log10) de los sistemas bien diseñados con funcionamiento adecuado: Bajo = $\leq 1 \log_{10}$; Medio = $1 \text{ a } 2 \log_{10}$; Alto = $> 2 \log_{10}$.

Nivel de reducción utilizado para las bacterias a modo de ejemplo y tal vez no se aplica a los virus, los protozoos ni los helmintos.

** Concentración de patógenos (patógenos por litro):

Baja = $\leq 2 \log_{10}$; Media = $2 \text{ a } 4 \log_{10}$; Alta = $> 4 \log_{10}$

como tecnologías de tratamiento “transferibles” e incluyen: desaguado mecánico, tratamiento alcalino, incineración, digestión anaeróbica, formación de gránulos y el secado térmico. El uso de estos procesos aún no está muy difundido pero las investigaciones en curso buscan determinar su pertinencia y efectividad. También se están investigando nuevas tecnologías de tratamiento de lodo fecal. Estas incluyen la recuperación de nutrientes mediante compostaje con lombrices y oportunidades para recuperar recursos además del acondicionamiento de suelos y la reutilización del agua (por ejemplo, productos de recuperación de energía como el combustible líquido del biogás, el biodiésel y las tecnologías de tratamiento que producen gas de síntesis; y la producción de proteínas para alimentar animales al cosechar larvas de la mosca negra en el lodo fecal).

Estos procesos se abordan por separado porque, en comparación con las tecnologías aceptadas, su diseño y funcionamiento exigen un grado de pericia mucho mayor. Sin embargo, a medida que avance la investigación y se llegue a un mayor refinamiento y perfeccionamiento, es probable que se confirmen muchos de los nuevos procesos y los procesos transferibles (Strande et al., 2014; Strande, 2017).

Reducción de riesgos en la etapa de tratamiento

Con el fin de reducir la probabilidad o gravedad de eventos peligrosos, las tecnologías de tratamiento deben contar con las siguientes características de diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Diseño y construcción

- Debe basarse en el contexto local, y tener en cuenta las características del afluente, el clima local y las variaciones estacionales, las fuentes disponibles de energía y la capacidad de recursos humanos.
- Ser compatible con el tipo de disposición y/o uso final (sección 3.6).

Operación y mantenimiento

- El manejo de la planta de tratamiento debe seguir los procesos de evaluación y gestión de riesgos con el fin de identificar, controlar y monitorear los riesgos en todo el sistema para lograr los objetivos del tratamiento.
- Todos los trabajadores encargados de la operación y el mantenimiento de las tecnologías de tratamiento deben seguir los procedimientos normalizados de trabajo y usar el equipo de protección personal.

Por el contrario, las tecnologías de tratamiento que no ofrecen una reducción suficiente de los riesgos incluyen cualquier tecnología de tratamiento cuyo nivel de remoción de patógenos es bajo y la tecnología de disposición y/o uso final no protege a los consumidores aguas abajo. Se puede tratar de:

- una tecnología de tratamiento sobrecargada, por lo que su funcionamiento es ineficiente o falla. Por ejemplo, cuando el lodo fecal fresco se descarga en una laguna de estabilización diseñada solo para el tratamiento de aguas residuales causando que falle la tecnología de tratamiento y consecuentemente no exista ninguna remoción ó se produzca un nivel muy bajo de remoción de patógenos; y
- una tecnología de tratamiento disfuncional. Podría tratarse de un problema a corto plazo cuando no está disponible la energía necesaria para manejar el equipo o a más largo plazo, cuando los trabajadores no tienen la competencia suficiente para manejar o reparar los equipos.

Como estas situaciones siguen siendo muy frecuentes, incluso en lugares con sistemas nuevos de saneamiento seguro, debe tenerse cuidado al utilizar los cuerpos de agua para cualquier fin recreativo o reutilización productiva (Drechsel et al., 2010; OMS, 2003).

Medidas de control graduales

El tratamiento del lodo fecal junto con las aguas residuales afluentes (tratamiento conjunto) es relativamente frecuente en los entornos de bajos ingresos donde el manejo del lodo fecal no está muy desarrollado y no existe ninguna instalación dedicada al tratamiento del mismo. En estos lugares, se autoriza a los operadores de camiones aspiradores a que descarguen el lodo fecal en las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales. Este método tiene la ventaja de reducir el volumen del lodo fecal vertido ilegalmente en canales, cuerpos de agua o al aire libre, pero puede provocar la falla de la planta de tratamiento de aguas residuales (lo cual a su vez generaría la exposición de los usuarios aguas abajo a efluentes sin tratar o mal tratados).

Las fallas se deben principalmente a la concentración relativamente alta del lodo fecal (en comparación con las aguas residuales municipales) que genera cargas que exceden la capacidad de la planta. El lodo fecal también puede tener residuos sólidos mezclados que

se deben extraer (por ejemplo, con rejillas) antes del tratamiento conjunto. Este cotratamiento introduce con frecuencia varios problemas como la sobrecarga de sólidos, incremento de la demanda química de oxígeno o los compuestos de nitrógeno, lo que a su vez aumenta el riesgo de falla del proceso de tratamiento, el cual puede necesitar varias semanas para recuperarse.

El método preferido de tratamiento conjunto consiste en primero remover el líquido del lodo fecal, tratar esa fracción líquida con las aguas residuales municipales y luego, tratar conjuntamente la fracción sólida con el lodo de las aguas residuales que provienen de la tecnología de tratamiento de aguas residuales. Este tipo de tratamiento conjunto puede generar ahorros tanto en los costos de capital como en los de operación y mantenimiento. Sin embargo, determinar si el tratamiento conjunto es apropiado o no, dependerá de la cantidad y calidad de los productos que se están mezclando. Por ejemplo, los componentes de la fracción líquida proveniente del tratamiento de lodo fecal pueden ser de 10 a 100 veces más concentrados que el afluente crudo de aguas residuales a una planta de tratamiento. Este aspecto debe tenerse en cuenta, además del tipo y el diseño de las tecnologías existentes y si la planta de tratamiento está funcionando a su plena capacidad. El tratamiento conjunto y las posibles ventajas y desventajas de utilizar diferentes tecnologías se examina a fondo en Strande et al., 2014 (capítulos 5 y 10) y Strande, 2017.

3.6 Disposición y/o uso final

3.6.1 Definición

La disposición y/o uso final se refieren a las diferentes tecnologías y métodos mediante los cuales los productos del tratamiento son finalmente descargados al medio ambiente, ya sea como productos de uso final o como materiales de riesgo reducido.

Cuando se ha previsto un uso final para los productos del tratamiento, o sea las aguas residuales y lodo (en condiciones ideales, totalmente tratados), estos pueden aplicarse o usarse directamente; de lo contrario si no existió el suficiente tratamiento, se necesitan barreras complementarias de reducción de riesgos, o los productos se deben eliminar de la forma que sea menos nociva para las personas y el medio ambiente.

3.6.2 Disposición y uso final seguros

El principio fundamental de la etapa de disposición y/o uso final es reducir los riesgos para los trabajadores del saneamiento y para las comunidades vecinas de tal forma que no se vean expuestos a los peligros de patógenos remanentes. Por ejemplo, los agricultores, quienes podrían correr el riesgo de exposición por ingestión tras el contacto directo con un compost que contiene patógenos y que lo utilizan como acondicionador para los suelos. La comunidad extendida incluye también al público en general que, cuando se vierte el efluente en las aguas superficiales o en las aguas subterráneas, podría correr el riesgo de exposición a patógenos por la ingestión del agua potable contaminada, o a partir de la cadena alimentaria cuando se ha usado agua contaminada para el riego.

En el cuadro 3.4 se describen los productos de uso final que pueden obtenerse a partir de los diversos procesos de tratamiento examinados en la sección 3.5.

El cuadro 3.4 incluye una descripción de los productos de uso final, el recurso recuperado y la posible concentración de patógenos en cada producto de uso final. El lodo fecal sin tratar contiene una concentración alta de patógenos, pero cuando se entierra de manera segura, se puede usar como acondicionador de la tierra para cultivar árboles frutales o silvicultura, siempre y cuando existan barreras en la granja que prevengan la exposición del trabajador, las comunidades locales y las comunidades circundantes.

En el caso de los hogares individuales con una letrina de pozo llena, el pozo se sella con tierra para aislarlo del contacto humano. Luego se puede plantar un árbol encima, el cual se beneficiará con el mayor aporte de nutrientes y materia orgánica. La zanja profunda es semejante, pero incluye el relleno de una zanja cavada con el fin de recibir el lodo fecal de varios contenedores. Una vez que se ha rellenado, la zanja se cubre y sella y se planta una fila de árboles. El enterramiento solo es apropiado en lugares donde la napa freática es lo suficientemente profunda (refiérase al apartado 3.3.2). Es indispensable que los trabajadores usen el equipo de protección personal y sigan los procedimientos normalizados de trabajo para protegerse del peligro de los patógenos.

De manera análoga, el lodo fecal desaguado (con el líquido removido) puede contener una concentración alta de patógenos (sobre todo huevos de helmintos, que son

Cuadro 3.4 Resumen de los productos establecidos para uso final

Producto del tratamiento	Recurso recuperado	Tecnología o producto de uso final	Descripción de la tecnología	Concentración de patógenos en el producto de uso final
Lodo sin tratar, enterrado	Materia orgánica Nutrientes	Acondicionador para el suelo Fertilizante	Lodo sin tratar enterrado y utilizado para cultivar árboles (por ejemplo, el Arborloo [sanihuerta] o en zanja profunda)	Concentración de baja a alta según las características de absorción y tiempo de desplazamiento. El lodo sin tratar puede contener una concentración alta de patógenos, pero una vez enterrado estos pueden ser adsorbidos hacia el suelo e inactivados con el transcurso del tiempo
Lodo desaguado (lodo con el líquido removido)	Materia orgánica Nutrientes	Acondicionador para el suelo Fertilizante	Lodo desaguado (con el líquido removido) aplicado a la tierra	Alta
Lodo con el líquido removido	Energía	Incineración	La combustión del lodo genera calor para los hornos de cemento	Baja. La ceniza producida está libre de patógenos
Lodo seco	Energía	Combustible sólido	Se queman los gránulos, briquetas y polvo como combustible	Baja pero solo después de la conversión por pirólisis en gránulos, briquetas o polvo
Lodo seco	Materiales	Materiales de construcción	Usado en la fabricación de cemento, ladrillos y productos de arcilla	Baja pero solo después de haberse sometido a las temperaturas altas de fabricación
Compost (polvo o gránulos)	Materia orgánica Nutrientes	Acondicionador para el suelo, fertilizante	Compost, polvo o gránulos aplicados a la tierra	Baja
Plantas	Alimentos	Forraje para el ganado	Plantas extraídas de los lechos de secado o los humedales con plantas, utilizadas como alimento para animales	Baja en las plantas extraídas, pero se debe tener cuidado al recogerlas, pues el lodo o el efluente pueden tener una concentración de media a alta de patógenos
Efluente	Nutrientes, agua	Agua de riego	Efluente tratado aplicado a la tierra	Concentración de baja a alta según la tecnología de tratamiento
Efluente	Agua	Recarga de aguas superficiales	Efluente tratado dispuesto o vertido en ríos, lagos u océanos	Concentración de baja a alta según la tecnología de tratamiento
Efluente no tratado	Agua	Recarga de aguas subterráneas	Efluente sin tratar dispuesto o vertido en un pozo de absorción o lecho de infiltración	Concentración de baja a alta según las características de absorción y tiempo de desplazamiento. El efluente sin tratar puede contener una concentración alta de patógenos, pero una vez en el suelo estos pueden ser adsorbidos hacia el suelo en condiciones aeróbicas

Fuentes: Adaptado de Tilley et al. (2014); Strande et al. (2014); y Strande (2017).

viabiles durante períodos prolongados) y no debe aplicarse a la tierra que se usa para producción de alimentos y, aparte del enterramiento por su riqueza en nutrientes y su valor como acondicionador de los suelos, ofrece escasas posibilidades de uso final. El lodo fecal secado al aire también puede contener una gran cantidad de patógenos pero tiene diversos usos. Se puede convertir en combustible sólido o material de construcción.

Para ambos usos, el lodo se incorpora en un proceso de fabricación que destruye el peligro de los patógenos y hace que sea segura la manipulación del producto de uso final. Solo el compost en el cual se han inactivado completamente todos los organismos patógenos ofrece una manipulación segura para los trabajadores o los agricultores y se puede aplicar a la tierra como acondicionador para el suelo y fertilizante. No obstante, todos los trabajadores que participan en la fabricación de combustibles sólidos, materiales de construcción o compost a partir del lodo fecal, tienen que usar el equipo de protección personal y seguir los procedimientos normalizados de trabajo que los protegerán de eventuales peligros.

El efluente tratado contiene nutrientes, que se pueden recuperar para fortalecer el crecimiento de plantas y cultivos mediante su uso como agua de riego. Se puede encontrar uso para las aguas residuales, ya sea tratadas, sin tratar, crudas o diluidas en los climas húmedos y áridos. Sin embargo, ni siquiera el efluente tratado se debe considerar libre de patógenos. Solo debe aplicarse a la tierra cuando el riesgo para los trabajadores y las comunidades vecinas se ha evaluado y manejado mediante barreras múltiples adoptadas a lo largo de la cadena de saneamiento (Drechsel et al., 2010).

Cuando el efluente se usa como agua de riego, la barrera múltiple puede consistir en la aplicación de procesos de tratamiento, seleccionar cultivos con crecimiento alto o que no se consumen crudos, aplicar métodos de irrigación con escaso contacto (por ejemplo, el riego por goteo), usar equipos de protección personal y, desinfectar, lavar y cocinar los productos agrícolas. Las directrices de la OMS sobre el uso seguro de las aguas residuales, las excretas y las aguas grises (OMS, 2006) ofrecen orientación suplementaria. Cabe señalar que las diferentes intervenciones (barreras) tendrán diversos costos, capacidad de reducción de riesgos y exigencias en cuanto a modificación del comportamiento (Drechsel y Seidu, 2011; Karg and Drechsel, 2011).

De manera análoga, antes de verter el efluente en aguas superficiales o aguas subterráneas, se deben analizar los riesgos para las comunidades vecinas, que podrían usar el efluente de aguas residuales mezclado con el agua de río para el abastecimiento de aguas para consumo humano, para regar, o actividades recreativas, y se deben adoptar las medidas de control necesarias. Es importante señalar que donde existe la posibilidad de que la disposición de los efluentes pueda contaminar los abastecimientos de agua potable, es necesario plantearse una solución de salud pública y económica de compromiso, entre niveles más altos de tratamiento de las aguas residuales y un mejor tratamiento de las fuentes de agua potable o la utilización de otras fuentes.

Reducción del riesgo en la etapa de disposición y/o uso final

Se debe utilizar un método de barreras múltiples con el fin de aminorar los riesgos para la salud relacionados con la disposición y/o uso final (para mayores detalles véanse: OMS, 2006 y OMS, 2003). Con el propósito de reducir el riesgo, las tecnologías de disposición y/o uso final deben cumplir los siguientes criterios:

- estar diseñadas para el contexto local, teniendo en cuenta las características del efluente o del lodo fecal, clima y variaciones estacionales locales, así como las fuentes de energía disponible y la capacidad de los recursos humanos; y
- ser compatibles con la tecnología de tratamiento que las precede y con el producto de tratamiento, como se describe en el cuadro 3.4.

La adopción de las siguientes medidas adicionales de control reduce el riesgo para los trabajadores, sobre todo cuando su tarea incluye la manipulación de productos del tratamiento:

- uso del equipo de protección personal, sobre todo donde se usan o se evacúan las aguas residuales y el lodo fecal;
- capacitación sobre los riesgos de la manipulación de efluentes o lodos fecales y sobre los procedimientos normalizados de trabajo; y
- exámenes médicos periódicos y tratamientos preventivos como la desparasitación y la vacunación.

Los siguientes son ejemplos de medidas adicionales de control que reducen el riesgo para la comunidad local y comunidades vecinas que utilizan aguas residuales y lodo fecal en la agricultura y la acuicultura (OMS, 2006):

- Selección de cultivos con crecimiento alto por encima del nivel del suelo (como árboles frutales) o cultivos que no se consumen crudos.
- Métodos de irrigación con escaso contacto (por ejemplo, riego por goteo). Y
- Períodos de retención entre la aplicación de lodo tratado (por ejemplo, el compost) o aguas residuales, y la cosecha de cultivos.

Los siguientes son ejemplos de medidas adicionales de control que reducen el riesgo a la comunidad local y a las comunidades vecinas en las zonas de baño recreativo (OMS, 2003):

- Avisos públicos que alerten sobre la probabilidad de contaminación fecal. Y
- Restricción del acceso y cierre de las playas.

Por el contrario, las tecnologías de disposición y/o uso final que no ofrecen una reducción suficiente de los riesgos son aquellas en las que el efluente o el lodo fecal sin tratar se dejan al aire libre, se vierten en aguas utilizadas en actividades recreativas o que se usan en la producción de alimentos, y por consiguiente exponen la comunidad local a los patógenos. Por ejemplo, en zonas urbanas densamente pobladas donde el espacio es restringido y el suelo es compacto o está saturado, no se deben aplicar tecnologías como pozos de absorción, lechos de infiltración, métodos de rellenar y cubrir, pues fallará el proceso de adsorción.

Medidas de control graduales

El lodo fecal y las aguas residuales sin tratar no se deben aplicar sobre terrenos utilizados para la producción de alimentos, acuicultura ni en aguas que se usan en actividades recreativas, a menos que estén acompañadas por medidas complementarias de reducción de riesgos. El uso de lodo sin tratar ha sido una práctica de larga data en algunas partes de China, Asia Sudoriental y África y conlleva un riesgo muy alto

de exposición a patógenos para los agricultores y sus familias y también para otras personas de las comunidades vecinas por ingestión de patógenos en la cadena alimentaria. El efluente sin tratar se usa con frecuencia, de manera informal o involuntaria, para el riego de cultivos alimentarios. Donde se sabe que esta práctica existe y no puede evitarse, se deben aplicar las medidas de control complementarias descritas arriba, mientras se desarrolla la capacidad de tratamiento.

Los lodos sin tratar no se deben disponer en rellenos. Sin embargo, su disposición en rellenos es preferible al vertido ilegal o uso en la agricultura, como una medida gradual mientras se desarrolla la capacidad de tratamiento.

3.7 Aplicabilidad de los sistemas de saneamiento

La elección de los sistemas de saneamiento que se implementarán debe obedecer al contexto físico e institucional específico de un lugar dado. Esto incluye aspectos como la densidad de población, las condiciones climáticas y del terreno y la disponibilidad de tierras, además de los recursos humanos y la capacidad institucional. También deben tenerse en cuenta las modificaciones de estas condiciones en el transcurso de la vida útil prevista del sistema (20 años, como principio general), sobre todo en zonas propensas a cambios rápidos por ejemplo la urbanización.

En el cuadro 3.5 se exponen los factores clave que afectan la aplicabilidad de los sistemas de saneamiento, que se explican en detalle en las hojas informativas (anexo 1). El recuadro 3.3 aborda las consecuencias del cambio climático sobre los sistemas de saneamiento y los resultados conexos en materia de salud.

Cuadro 3.5 Aplicabilidad de los sistemas de saneamiento

	Factores físicos							Factores facilitadores								
	Ámbito del hogar (inodoro, contención-almacenamiento / tratamiento, transferencia)														Ámbito público (transferencia, tratamiento, disposición y/o uso final)	
	La densidad de población es:	El riesgo de utilización de aguas subterráneas usadas para bebida es:	Disponibilidad del agua es al menos:	El riesgo de inundación es:	La dureza del suelo (re: excavación) es:	La permeabilidad de suelo es al menos:	La disponibilidad de terreno:	La capacidad de recursos humanos para la infraestructura es al menos:	La capacidad de recursos humanos para operación y mantenimiento es al menos:	La capacidad económica para infraestructura es al menos:	La capacidad económica para operación y mantenimiento es al menos:	La capacidad de recursos humanos para infraestructura es al menos:	La capacidad de recursos humanos para operación y mantenimiento es al menos:	La capacidad económica para infraestructura es al menos:	La capacidad económica para operación y mantenimiento es al menos:	
La mejor aplicación para cada sistema corresponde a las condiciones descritas (Bajo/Medio/Alto)																
Sistemas de saneamiento in situ	1: Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico con disposición in situ	B	B	B	B	B	M	NA	B	B	B	B	NA	NA	NA	NA
	2: Inodoro seco o inodoro seco con separador de orina con tratamiento in situ en fosa alterna o cámara de compostaje	B	B	B	B	B	M	NA	B	M	B	B	NA	NA	NA	NA
	3: Inodoro de arrastre hidráulico y tratamiento in situ en pozo doble	B	B	M	B	B	M	NA	B	B	B	B	NA	NA	NA	NA
	4: Inodoro seco con separador de orina y tratamiento in situ en cámara de deshidratación	B	B	B	NA	NA	NA	NA	M	M	M	M	NA	NA	NA	NA
Sistemas con manejo del lodo fecal in situ y tratamiento fuera del lugar de uso	5: Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico con pozo, infiltración de efluente y tratamiento de lodo fecal fuera del lugar de uso	M	B	M	B	B	M	M/A	B	M	B	M	M/A	M/A	M/A	M/A
	6: Inodoro con arrastre de agua (o inodoro de tanque con separador de orina) con reactor de biogás y tratamiento fuera del lugar de uso	M	NA	M	B	B	NA	M/A	M	M	M	M	M/A	M/A	M/A	M/A
	7: Inodoro con arrastre de agua con tanque séptico e infiltración del efluente y tratamiento de lodo fecal fuera del lugar de uso	M	B	M	B	B	M	M/A	M	M	M	M	M/A	M/A	M/A	M/A
	8: Inodoro seco con separador de orina y saneamiento a base de contenedores con tratamiento de todo el contenido fuera del lugar de uso	M/A	NA	B	NA	NA	NA	M/A	B	B	B	B	M/A	M/A	M/A	M/A
Sistemas in situ con manejo del lodo fecal, alcantarillado y tratamiento fuera del lugar de uso	9: Inodoro con arrastre de agua, con tanque séptico, alcantarillado y tratamiento del lodo fecal y el efluente fuera del lugar de uso	M	NA	A	B	B	NA	M/A	A	A	A	A	M/A	A	M/A	
Sistemas fuera del lugar de uso con alcantarillado y tratamiento fuera del lugar de uso	10: Inodoro con arrastre de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso	M/A	NA	A	NA	B/M	NA	M/A	A	A	A	A	M/A	A	M/A	
	11: Inodoro de tanque con separador de orina, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso	M/A	NA	A	NA	B/M	NA	M/A	A	A	A	A	M/A	A	M/a	

B =bajo M= medio A= alto NA= No aplicable

Recuadro 3.3 Cambio climático, saneamiento y salud (fuente: OMS 2018, inédito)

El cambio climático, es un cambio en el estado del clima que se puede reconocer por las modificaciones en el promedio o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante decenios o más tiempo, exacerba los retos actuales tales como: crecimiento rápido de la población, urbanización, migración, transformación del uso de la tierra y otras formas de degradación del medio ambiente. Su posible impacto sobre los sistemas de saneamiento es extensa. La variabilidad del clima y el cambio climático acentúan los riesgos causados por el saneamiento inadecuado, al imponer una presión considerable en los sistemas de saneamiento y debe tenerse en cuenta para garantizar que el diseño, operación y gestión de las tecnologías y servicios de saneamiento reduzcan al mínimo los riesgos conexos para la salud pública.

El saneamiento es un instrumento importante para los efectos indirectos del cambio climático en la salud (IPCC, 2014). Las consecuencias para la salud que surgen como repercusión del clima sobre los sistemas de saneamiento incluyen un mayor riesgo de padecer enfermedades, afecciones por exposición a organismos patógenos y sustancias peligrosas por la contaminación ambiental o un mayor riesgo de padecer enfermedades o afecciones como resultado de una falta de saneamiento adecuado donde los sistemas han sido destruidos o se han deteriorado. Los grupos pobres y vulnerables de la población, sin acceso a la atención de salud y a servicios públicos básicos de buena calidad sufren situaciones desventajosas superpuestas y es probable que deban hacer frente a los peores efectos (OMS & DFID, 2009).

Se pueden diseñar medidas de adaptación que fortalezcan la capacidad del sistema de saneamiento para resistir al cambio climático bajo seis amplias categorías: tecnologías e infraestructura, financiamiento, políticas y gobernanza, fuerza laboral, sistemas de información y prestación de servicios (OMS, 2015). Medidas tales como: sistemas de obtención de datos y de vigilancia, respuesta a los desastres y planes de rehabilitación, y programas de modificación de comportamientos pueden respaldar una adaptación eficaz. Las comunidades que tienen experiencia en la adaptación al saneamiento, deberían comprometerse y participar activamente en los procesos de planificación de los sistemas de saneamiento (Sherpa et al., 2014).

En el cuadro 3.6 se plantean los posibles impactos y se ofrecen ejemplos de medidas de adaptación disponibles para algunas tecnologías fundamentales y sistemas de gestión del saneamiento, dirigidos a mejorar los sistemas de saneamiento y a su vez contribuir a proteger la salud.

Source: WHO 2018, unpublished.

Cuadro 3.6 Ejemplos de opciones de adaptación para sistemas de saneamiento específicos

Sistema de saneamiento	Impacto potencial	Ejemplo de opciones de adaptación	Capacidad general de recuperación
Sistemas <i>in situ</i>			
Inodoros secos e inodoros con arrastre de agua, de bajo consumo	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidad reducida del suelo que da lugar a una menor estabilidad del pozo. La contaminación ambiental y de las aguas subterráneas por rebose de los inodoros Dueños de inodoros que utilizan el anegado para descargar los pozos Hundimiento del inodoro debido a inundación o erosión 	<ul style="list-style-type: none"> Revestir los pozos con materiales locales Diseños de inodoro localmente adaptados: inodoros elevados más pequeños, pozos con vaciado frecuente; inodoros con cámara; con pedestal elevado; consolidación del suelo alrededor del pozo; distancias apropiadas de separación; uso de tecnologías apropiadas de aguas subterráneas; infraestructura protectora alrededor del sistema En las zonas altamente vulnerables: instalaciones temporales de bajo costo Ubicar los sistemas en lugares menos propensos a inundaciones, erosión, etc. Prestar servicios periódicos y asequibles de vaciado del pozo Evacuar las excretas a una estación segura de descarga al alcantarillado o de transferencia Promover el mantenimiento del inodoro, la higiene y comportamientos seguros durante y después de los eventos extremos 	Alta (Buena capacidad adaptativa gracias a posibles modificaciones del diseño)

Cuadro 3.6 Ejemplos de opciones de adaptación para sistemas de saneamiento específicos (continuado)

Sistema de saneamiento	Impacto potencial	Ejemplo de opciones de adaptación	Capacidad general de recuperación
Tanques sépticos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la escasez de agua reduciéndose el abastecimiento de agua y amenazando el funcionamiento del tanque • Elevación del nivel de las aguas subterráneas, fenómenos extremos y/o inundaciones que causan daños estructurales en los tanques, inundan los lechos de infiltración y las viviendas, causando flotación de los tanques, y/o contaminación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar cubiertas selladas en los tanques sépticos y válvulas antirretorno en las tuberías a fin de evitar la inversión del flujo • Garantizar que las tuberías de ventilación del alcantarillado se encuentran por encima del nivel previsto de inundación • Promover el mantenimiento del tanque, la higiene y comportamientos seguros durante y después de los fenómenos extremos 	Baja a media (cierta capacidad adaptativa; vulnerable a la inundación y a los ambientes secos)
Sistemas fuera del lugar de uso			
Alcantarillado convencional (alcantarillados combinados, alcantarillados por gravedad)	<ul style="list-style-type: none"> • Episodios extremos de lluvia que provocan una descarga excesiva de aguas residuales y sin tratar en el medio ambiente • Episodios extremos de lluvia que causan un flujo inverso de aguas residuales sin tratar en los edificios • Fenómenos extremos que deterioran los alcantarillados y causan fugas, que dan lugar a contaminación ambiental • El nivel del mar sube y eleva los niveles en los alcantarillados de zonas costeras causando inundación por flujo inverso • Aumento de la escasez de agua lo cual reduce los flujos de agua en los alcantarillados y aumenta los depósitos sólidos y las obstrucciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de transferencia y almacenamiento con túneles profundos a fin de interceptar o almacenar los desbordes del alcantarillado combinado • Modificar el diseño a fin de separar los flujos de aguas pluviales y aguas residuales • Donde sea factible, descentralizar los sistemas con el objeto de localizar o contener los impactos • Proporcionar almacenamiento adicional para las aguas pluviales • Utilizar enrejados especiales y tuberías de descarga restringidas • Instalar válvulas antirretorno en las tuberías a fin de evitar los flujos inversos • Donde convenga, instalar opciones de pequeño diámetro u otras opciones de bajo costo a fin de reducir los costos de los sistemas separados • Promover la higiene y comportamientos sin riesgos durante y después de los fenómenos extremos 	Baja a media (cierta capacidad adaptativa; vulnerable a la disminución de la disponibilidad de agua y la inundación de los alcantarillados combinados)
Red de alcantarillado modificado (por ejemplo, alcantarillas de pequeño diámetro y poco profundas)	<ul style="list-style-type: none"> • Inundaciones y fenómenos extremos que deterioran los alcantarillados, sobre todo las alcantarillas poco profundas • Alcantarillas de diámetro pequeño: deterioro de la infraestructura de tuberías lo cual facilita la introducción de tierra en el sistema con el riesgo de depósitos sólidos y obstrucción • Alcantarillas de poca profundidad: el aumento de la escasez de agua reduce los flujos de agua en los alcantarillados, aumenta los depósitos sólidos y las obstrucciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar válvulas antirretorno en las tuberías a fin de evitar los flujos inversos • Construir redes de alcantarillado simplificado que resistan a la inundación y la flotación de fosas o redes más cortas conectadas a instalaciones descentralizadas de tratamiento a fin de reducir el desborde y la falla del alcantarillado • Promover la higiene y comportamientos seguros durante y después de los fenómenos extremos 	Media (cierta capacidad adaptativa; vulnerable a la inundación, aunque menos vulnerable a la disminución de la disponibilidad de agua que el alcantarillado convencional)

Cuadro 3.6 Ejemplos de opciones de adaptación para sistemas de saneamiento específicos (continuado)

Sistema de saneamiento	Impacto potencial	Ejemplo de opciones de adaptación	Capacidad general de recuperación
Tratamiento de lodo fecal	<ul style="list-style-type: none"> • Fenómenos climáticos extremos o inundaciones que destruyen o deterioran los sistemas de tratamiento de aguas residuales y causan descarga de aguas residuales sin tratar y desborde del alcantarillado y contaminación ambiental • Precipitación extrema que deteriora las lagunas de estabilización de residuos • Fenómenos extremos que deterioran las plantas de tratamiento situadas en tierras bajas y causan contaminación ambiental • Aumento de la escasez de agua causando obstrucción, y disminuyendo la capacidad de los ríos o lagunas que reciben aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar defensas contra la inundación, la escorrentía (por ejemplo, diques) y emprender una gestión racional de las cuencas hidrográficas • Invertir en sistemas de alerta anticipada y equipos de respuesta a las emergencias (por ejemplo, bombas móviles conservadas fuera del lugar de uso y sistemas de tratamiento que no precisan corriente eléctrica) • Preparar un plan de rehabilitación de las instalaciones de tratamiento • Donde sea factible, situar los sistemas en lugares menos propensos a las inundaciones, la erosión, etc. • Proporcionar medios seguros para el vaciado manual del lodo con contenido bajo de humedad 	<p>Baja a media (cierta capacidad adaptativa; vulnerable al aumento o la disminución en la disponibilidad del agua; una disminución de la capacidad de transporte puede aumentar las necesidades de tratamiento del lodo)</p>
Reutilización de las aguas residuales para producción de alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la escasez de agua lo que aumenta la dependencia de las aguas residuales, en lugar de con fines de riego • Sin un tratamiento adecuado de las aguas residuales, un aumento de la reutilización puede exponer las poblaciones (agricultores, sus comunidades y los consumidores) a peligros para la salud por causa de patógenos, químicos y resistencia a los antimicrobianos 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir el cambio y la variabilidad climática en la evaluación y el monitoreo y adoptar medidas de control para el manejo de las aguas residuales • Reforzar la aplicación o proponer incentivos que fomenten el cumplimiento de los reglamentos sobre la reutilización de aguas residuales • Mejorar la selección de cultivos, el tipo de riego y los plazos de retención • Garantizar la vacunación y el tratamiento de los trabajadores del saneamiento • Promover las prácticas de higiene y el uso del equipo de protección personal 	

Fuente: Adaptado de Howard y Bartram, 2010; Charles, Pond & Pedley, 2010.

Referencias

- ARGOSS (Assessing Risk to Groundwater from On-Site Sanitation) (2001) Guidelines for assessing the risk to groundwater from on-site sanitation. British Geological Society Commissioned Report CR/01/142. NERC, UK.
- Banks D, Karnachuk OV, Parnachev VP, Holden W, Frengstad B (2002). Groundwater contamination from rural pit latrines: examples from Siberia and Kosovo. *J Chartered Inst Water Environ Manage* 16(2):147–152.
- Blockley DI (2005) *The new Penguin dictionary of civil engineering*. Penguin books.
- Cairncross S, Feachem, R. G. (2018). *Environmental health engineering in the tropics: An introductory text*. 3rd Edition. Earthscan Water Text. Routledge, UK.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2015). *Guidance for Reducing Health Risks to Workers Handling Human Waste or Sewage*. https://www.cdc.gov/healthywater/global/sanitation/workers_handlingwaste.html
- Charles K, Pond K, Pedley S (2010). *Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change: Technology fact sheets*. Geneva: World Health Organization.
- Cofie O, Nikiema J, Impraim R, Adamtey N, Paul J, Koné D (2016). Co-composting of solid waste and fecal sludge for nutrient and organic matter recovery. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). 47p. (Resource Recovery and Reuse Series 3).
- Drechsel P, Scott CA, Raschid-Sally L, Redwood M, Bahri A (eds.) (2010). *Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigation risks in low-income countries*. Earthscan-IDRC-IWMI, UK.
- Drechsel P, Seidu R (2011). Cost-effectiveness of options for reducing health risks in areas where food crops are irrigated with wastewater. *Water International*. 36 (4): 535-548.
- Franceys R, Pickford J, Reed R (1992). *A guide to the development of on-site sanitation*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Graham JP, Polizzotto ML (2013). Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review. *Environ Health Perspect*. 121(5):521-30.
- Howard G and Bartram J (2010). *Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change: Technical report*. Geneva: World Health Organization.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Human health: impacts, adaptation, and co-benefits*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field CB, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, MD Mastrandrea, TE Bilir, M Chatterjee, KL Ebi, YO Estrada, RC Genova, B Girma, ES Kissel, AN Levy, S MacCracken, PR Mastrandrea, and L. White (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, pp.709-754.
- International Organization for Standardization (2007). *ISO 24510:2007 – Activities relating to drinking water and wastewater services — Guidelines for the assessment and for the improvement of the service to users*. Geneva, Switzerland.
- International Organization for Standardization (2007). *ISO 24511:2007 – Activities relating to drinking water and wastewater services — Guidelines for the management of wastewater utilities and for the assessment of wastewater services*. Geneva, Switzerland.
- International Organization for Standardization (2016). *ISO 24521:2016 – Activities relating to drinking water and wastewater services — Guidelines for the management of basic on-site domestic wastewater service*. Geneva, Switzerland.
- International Organization for Standardization (2018). *FDIS 30500 – Non-sewered sanitation systems — Prefabricated integrated treatment units — General safety and performance requirements for design and testing*. Geneva, Switzerland.
- Karg H, Drechsel P (2011). Motivating behaviour change to reduce pathogenic risk where unsafe water is used for irrigation. *Water International*. 36 (4): 476-490.
- Metcalf E, Eddy M (2014). *Wastewater engineering: treatment and resource recovery*. McGraw-Hill, Boston.
- Mills F, Willetts J, Petterson S, Mitchell C, Norman G (2008). *Faecal Pathogen Flows and Their Public Health Risks in Urban Environments: A Proposed Approach to Inform Sanitation Planning*. *Int J Environ Res Public Health*. 23;15(2).
- Peal A, Evans B, Blackett I, Hawkins P, Heymans C (2014). *Fecal sludge management (FSM): analytical tools for assessing FSM in cities*. *J Water Sanit Hyg Dev*. 4(3): 371-383.
- Robb K, Null C, Teunis P, Armah G, Moe CL (2017). Assessment of fecal exposure pathways in low-income urban neighborhoods in Accra, Ghana: Rationale, design, methods, and key findings of the SaniPath study. *Am J Trop Med Hyg*. 97: 1020-1032.
- Schmoll O, Howard G, Chilton J, Chorus I (2006). *Protecting groundwater for health. Managing the quality of drinking-water sources*. IWA Publishing, London, UK.
- Sherpa, A., Koottatep, T., Zurbrugg, C. and Cissé, G. (2014). Vulnerability and adaptability of sanitation systems to climate change. *J Water Clim Change*. 5(4): 487.
- Strande L, Ronteltap M, Brdjanovic D (2014). *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA Publishing, UK.
- Strande L (2017). *Introduction to faecal sludge management: an online course*. Available at: www.sandec.ch/fsm_tools. Accessed March 2017. Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development, Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.58
- Taylor K (2018). *Faecal Sludge and Septage Treatment; A Guide for Low and Middle Income Countries*. Practical Action Publishing, London.

Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, Zurbrügg C (2014). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).

UNDESA (2012). International Recommendations for Water Statistics (ST/ESA/STAT/SER.M/91). UNDESA, New York, 2012.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (2004). Office of Water. Report to Congress on the Impacts and Control of Combined Sewer Overflows (CSOs) and sanitary sewer overflows (SSOs). Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

World Health Organization (2003). Guidelines for safe recreational water environments: Volume 1 coastal and fresh waters. WHO, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. WHO, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2008) Essential environmental health standards in health care. WHO, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2015). Operational Framework for Building Climate Resilient Health Systems. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization (2016). Sanitation safety planning: Manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. WHO, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2018, unpublished). Background paper on climate change, sanitation and health. Drafted in support of a global WHO-hosted meeting on Sanitation and Climate Change, March 2018, Geneva.

World Health Organization and Department for International Development (2009). Summary and policy implications Vision 2030 : the resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Geneva : World Health Organization.

CAPÍTULO 4

PERMITIR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO SEGURO

4.1 Introducción

Los sistemas de saneamiento seguro necesitan el aporte de una amplia gama de interesados directos, pero el gobierno nacional y el gobierno local son centrales para la eficacia de su planificación, prestación, mantenimiento, reglamentación y monitoreo. En este capítulo se presenta un marco para la implementación de las intervenciones de saneamiento y se describen los componentes en el contexto de las funciones de gobernanza nacionales y locales, analizando cuál es la instancia responsable.

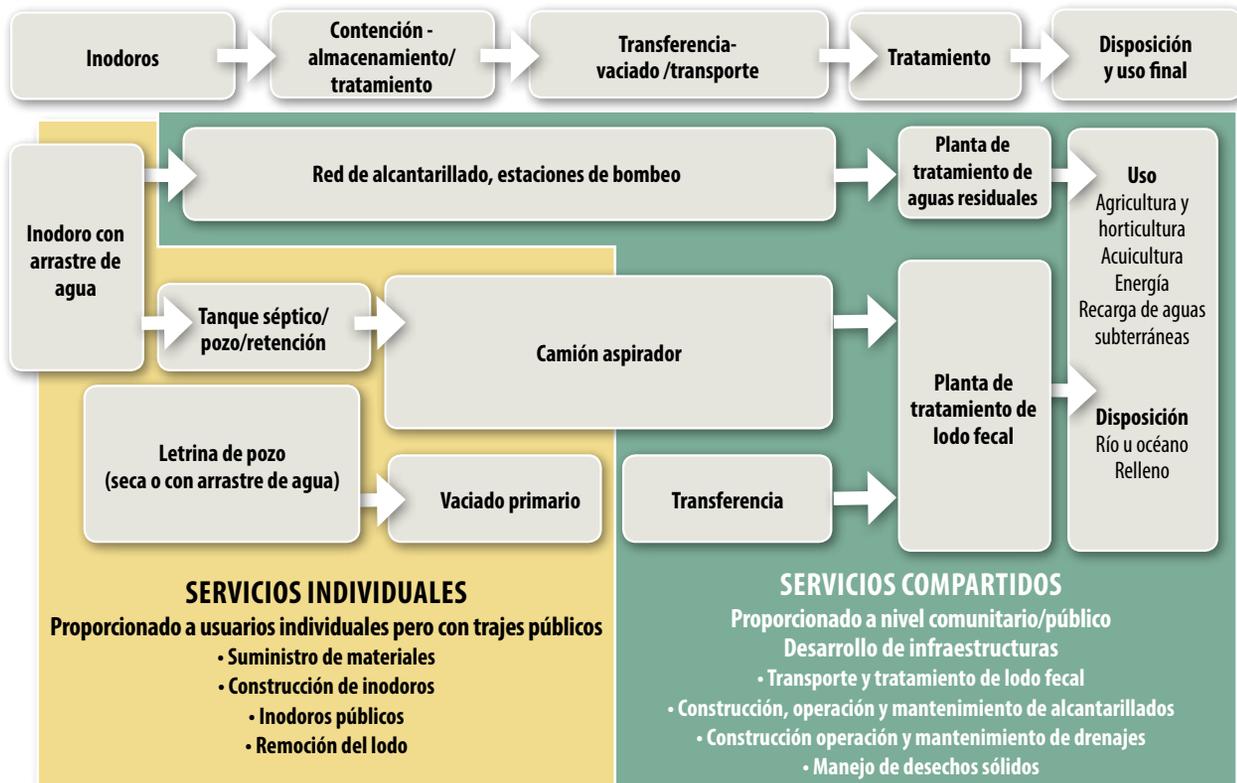
4.2 Componentes de un marco de implementación

Todos los servicios de saneamiento desde el apoyo a la autoprovisión de inodoros simples hasta la construcción y manejo de sistemas de alcantarillado complejos con instalaciones de tratamiento técnicamente avanzadas, tienen que ser accesibles a las personas donde ellas viven. Por lo tanto, el centro para la implementación es el nivel local. En general el gobierno local tiene la responsabilidad de garantizar niveles adecuados de saneamiento pero, cuando no es así, es primordial que ejerza la supervisión y la coordinación local para lograr que todos los componentes complementarios de la cadena de servicios funcionen juntos eficazmente.

Los proveedores de servicios de saneamiento pueden ser empresas privadas formales o informales, empresas de servicio público de propiedad pública o privada, departamentos del gobierno local o (en la mayoría de los casos) una combinación de estas modalidades. Estos servicios se pueden dividir en tres amplias categorías, según el mecanismo de prestación, a saber:

- Servicios individuales, como construcción de inodoros, suministro de equipos, remoción del lodo fecal o los contenedores y provisión de inodoros públicos. Estos servicios aportan beneficios directos a los usuarios y además mejoran la salud pública al nivel de la comunidad. Por lo general, la prestación de estos servicios es adecuada para empresas pequeñas y pueden ser viables comercialmente; sin embargo, es probable que las familias más pobres necesiten subsidios a fin de acceder a los servicios.
- Servicios compartidos, incluyen la operación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y drenaje y el tratamiento de lodo fecal. La entrega de este servicio ocurre aguas abajo de los usuarios y genera beneficios de salud pública a la comunidad y tal vez no sea posible o justo que su financiamiento dependa en su totalidad de las tarifas directas que pagan los usuarios. En general, los servicios son prestados por las autoridades locales o empresas de servicios públicos pero también se pueden subcontratar al sector privado y pueden financiarse, por ejemplo, con la recaudación de impuestos locales, por una mezcla de subsidios para abastecimiento de agua y de subsidios gubernamentales.
- Desarrollo de infraestructuras, comprende el diseño y construcción del alcantarillado, el drenaje, las estaciones de transferencia de lodo fecal y las plantas de tratamiento de lodo fecal y aguas residuales, los sistemas de abastecimiento de agua o el mejoramiento en barrios marginales. Estos servicios también generan beneficios de salud pública a la comunidad, pero exigen una mayor inversión, por lo que pueden necesitarse recursos de un nivel más alto (nacional, estatal, regional o provincial) o recurrir al financiamiento externo.

Figura 4.1 Categorización de los servicios de saneamiento



** La delimitación de servicios individuales y compartidos en este diagrama no significa quién asume el costo total de los servicios.

Los servicios de saneamiento deben armonizarse para garantizar cadenas coherentes de servicios de saneamiento (como se ilustra en la figura 4.1), que manejan de manera segura las excretas desde su origen hasta el tratamiento y la disposición o uso seguros. Esta concertación exige alineación técnica (por ejemplo, en el diseño de los pozos y los equipos de vaciado, para que al funcionar en conjunto faciliten la remoción higiénica del lodo fecal) y planificación coordinada a fin de que todos los componentes de la cadena de servicios estén al alcance (por ejemplo, existen plantas de tratamiento de lodo fecal y están funcionando para manejar el lodo recolectado).

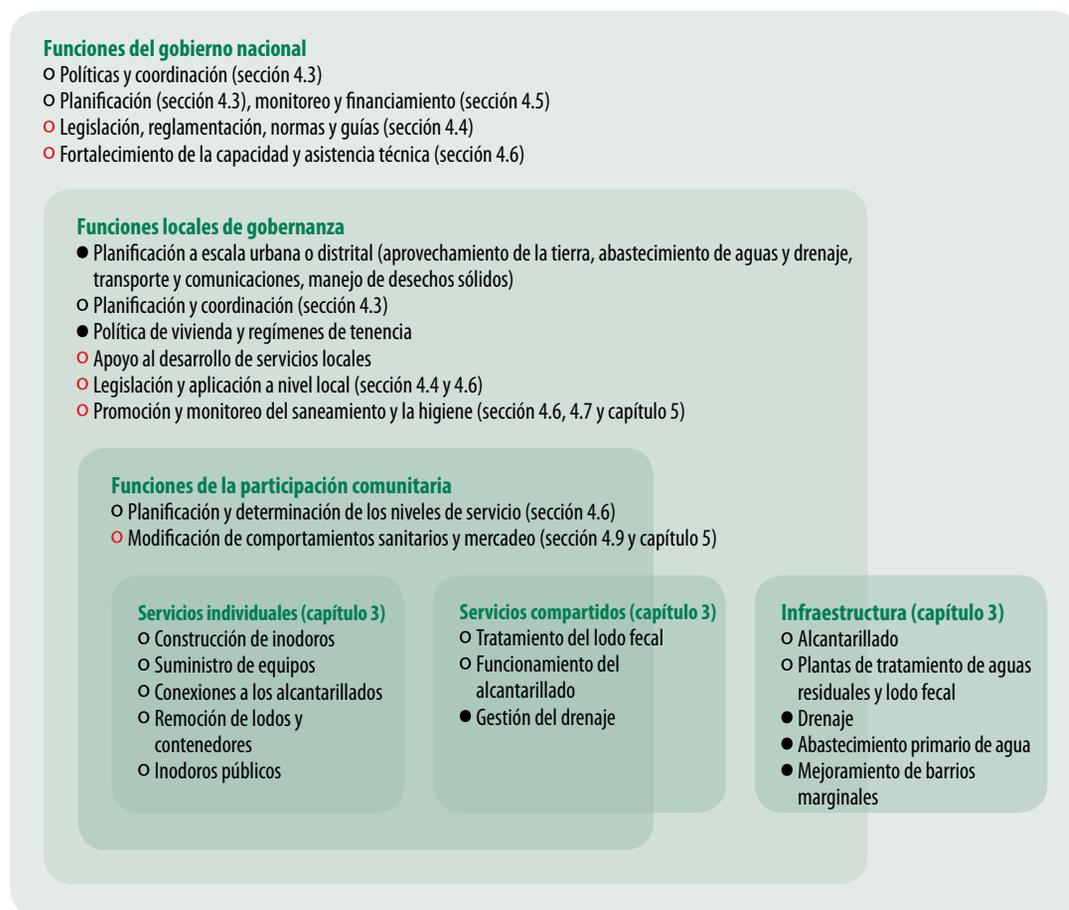
Los principales componentes y las responsabilidades para la implementación del saneamiento se describen en la figura 4.2 y a continuación.

La función del gobierno nacional incluye definir las normas y metas, y autorizar a las autoridades locales y otros organismos para entregar y supervisar los servicios

de saneamiento. También tiene a su cargo garantizar la igualdad en el acceso a los servicios, en consonancia con los derechos humanos y los ODS. El gobierno debe aportar orientación normativa, reglas e incentivos y fomentar el desarrollo de capacidad suficiente para prestar servicios de saneamiento sostenibles, asequibles, con un manejo seguro, y ofrecer un ambiente favorable al mejoramiento gradual de estos servicios, por ejemplo, ampliando la escala de aplicación u oficializando iniciativas locales y experimentales. Se precisan además mecanismos de coordinación, rendición de cuentas y de regulación, a fin de que los servicios interdependientes necesarios para la operación de los sistemas de saneamiento seguro operen sin interrupción y según las normas prescritas. Las autoridades nacionales orientan y prestan apoyo al gobierno local y pueden respaldar el desarrollo de las infraestructuras de envergadura.

El gobierno local tiene a su cargo (o supervisa) la prestación de servicios y debe rendir cuentas al respecto tanto al

Figura 4.2 Marco de implementación para el saneamiento



○ Función abordada en estas guías; ● Función que no se aborda en estas guías; ○ Función con un rol primario para el personal de salud ambiental. Esta figura indica la interacción recíproca entre los diferentes niveles del marco de implementación con la infraestructura y los servicios que deben prestar.

gobierno nacional como a las comunidades locales. Tiene autoridad directa sobre los proveedores de servicios compartidos y al mismo tiempo supervisa y mantiene el diálogo con los proveedores de servicios individuales, cuya relación primaria es directamente con los usuarios. También es muy importante que contacte a las comunidades de usuarios, con el fin de negociar un equilibrio entre las necesidades de la comunidad y su disposición y capacidad para pagar por los servicios, así como estimular a las comunidades para que desempeñen su función con miras a lograr un saneamiento eficaz.

4.3 Política y planificación

4.3.1 Políticas

Los gobiernos tienen que promulgar políticas que garanticen que toda la población de su jurisdicción tiene acceso a servicios de saneamiento seguro, que pueden alcanzarse mediante metas progresivas o hitos para mejoras graduales (recuadro 4.1). Las políticas, la reglamentación y la legislación existentes se deben examinar de manera periódica con el fin de asegurarse que no incluyen disposiciones que impidan las mejoras de saneamiento; por ejemplo las normas contra la prestación de servicios en los asentamientos informales, la

Recuadro 4.1 Establecimiento de metas

Las políticas y las estrategias nacionales de saneamiento deben incluir objetivos claramente definidos a partir de un análisis sistemático de la situación de saneamiento, lo cual incluye el entender la forma en que fluyen las excretas desde el punto de generación hasta la disposición o uso final y los riesgos conexos para la salud pública.

En un primer paso, la plataforma de múltiples interesados directos debe completar un análisis de la situación de la legislación, las normas y las prácticas vigentes, además de una evaluación de los niveles de acceso al saneamiento y de su efectividad global en diferentes contextos y zonas geográficas.

Las normas y las metas del saneamiento se deben fijar con el fin de mejorar la salud pública y en consonancia con los principios de derechos humanos (recuadro 1.2).

Las normas para el saneamiento se deben definir claramente en base a un análisis sistemático de la salud pública, el acceso al saneamiento y los comportamientos sanitarios, el panorama legislativo, político y reglamentario, las funciones institucionales, el financiamiento y las capacidades.

Las metas, que son peldaños hacia el cumplimiento de las normas, pueden ser a mediano o largo plazo según el contexto y los recursos disponibles, a fin de permitir mejoras graduales y una igualdad cada vez mayor del acceso a los servicios. La planificación a largo plazo debe definir la forma como el logro de las metas lleva en último término al cumplimiento de todas las normas de saneamiento sobre el acceso al saneamiento para todos y el mejoramiento de los niveles de servicios dirigidos a los grupos más pobres, desfavorecidos y más marginados.

Muy pocos gobiernos pueden cumplir de inmediato las normas que ellos fijan. El proceso de definición de las metas tiene en cuenta esta situación y ofrece la oportunidad de priorizar donde deberían concentrarse los esfuerzos para cumplir con las normas y los principios de derechos humanos de equidad y ausencia de discriminación. Las metas pueden ser de alcance nacional y también pueden existir metas fijadas a escala regional o local, definidas en general por la instancia pertinente del gobierno local. Las metas deben incluir la publicación de los planes y los presupuestos, de manera que las personas sepan cómo y cuándo pueden esperar que mejoren los servicios. Las metas nacionales de saneamiento se deben fundamentar en los resultados del análisis de la situación.

Las metas o hitos deben definir las prioridades, se deben regir por un calendario y, en la medida de lo posible, deben ser cuantificables para que se pueda responsabilizar a los encargados de alcanzarlos. Los hitos se pueden definir según muchos criterios como las metas basadas en la salud, metas para lograr la prestación de servicios a grupos específicos de la población, en especial los grupos pobres y desfavorecidos, metas para tipos de prestación de servicios, metas presupuestarias, metas sobre comportamientos definidos, metas encaminadas a lograr disposiciones institucionales o regularidad de la supervisión.

La mayoría de los países define metas para diferentes tipos de servicios, tecnologías y sistemas. A fin de que sean pertinentes y propicias, es necesario formular casos hipotéticos representativos, con la descripción de los supuestos, las opciones de gestión, las medidas de control y los sistemas de indicadores para la verificación. Estas situaciones deben estar respaldadas por orientaciones que incluyen la determinación de prioridades regionales, locales y nacionales y la ejecución gradual a fin de garantizar que se hace el mejor uso de los recursos disponibles. La definición de las metas para el cumplimiento de las políticas y las normas de saneamiento tiene que estar a cargo de una autoridad de alto nivel responsable del saneamiento y la salud, en consulta con otros interesados directos, incluidas las autoridades locales, los proveedores de servicios de saneamiento y las comunidades locales.

prohibición de letrinas de pozo donde no existen opciones realistas a mediano plazo, o los impedimentos jurídicos o reglamentarios al uso seguro de las aguas residuales, las excretas y las aguas grises tratadas, en el marco de las políticas, la reglamentación y la legislación de otros sectores (por ejemplo, la agricultura o la inocuidad de los alimentos).

Garantizar el saneamiento para todos es un reto y los enfoques adoptados deben adaptarse a las condiciones que prevalecen en cada situación específica. Esto exige el uso conjunto de una diversidad de sistemas y servicios de

saneamiento (véase el capítulo 3) y estrategias de cambio de comportamientos (capítulo 5). Las políticas deben ser prácticas y factibles y basarse de preferencia en métodos que funcionan en la práctica en un contexto dado, mas no en una visión ideal o concepciones importadas de un medio físico, económico y social diferente. Un buen método es elaborar políticas nacionales que hagan referencia a iniciativas existentes que funcionan bien, en paralelo a medidas innovadoras de mejoramiento del saneamiento a nivel local, de manera que se fundamenten mutuamente. El proceso de formulación o revisión de las políticas debe

incluir un amplio diálogo con los interesados directos para alcanzar un consenso entre los muchos actores que participan en el saneamiento y facilitar el examen continuo y la revisión de la orientación cuando sea necesario.

4.3.2 Planificación de los sistemas de saneamiento

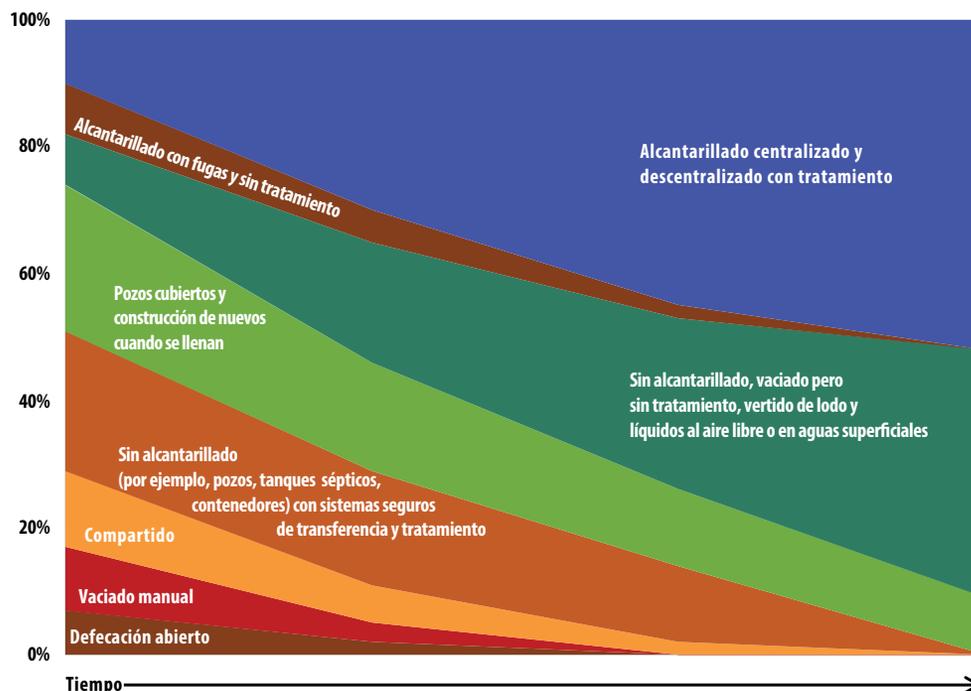
Para formular soluciones inclusivas, equitativas y prácticas, es esencial comprender la mezcla de sistemas de saneamiento que están en uso y planificar la manera como esta mezcla debe evolucionar con el transcurso del tiempo, a medida que se progresa hacia las metas de saneamiento e higiene fijadas en las políticas locales y nacionales. La mezcla de sistemas y las metas son diferentes en los diferentes tipos de comunidades (por ejemplo, poblaciones urbanas y rurales) y se deben definir objetivos intermedios y finales para cada una (recuadro 4.1). La figura 4.3 ofrece una forma de visualizar las metas de las tecnologías, con una eliminación progresiva de los sistemas de saneamiento inseguro a fin de lograr con el transcurso del tiempo el acceso para todos a sistemas seguros.

Una consecuencia de este enfoque es el mejoramiento gradual del saneamiento en diferentes lugares y en

diferentes momentos. Las intervenciones se pueden orientar y secuenciar a fin de potenciar al máximo sus impactos positivos sobre la salud pública y el bienestar. Esta estrategia aporta mejoras muy superiores al corto y mediano plazo que un plan maestro que establece metas a largo plazo pero tiende a obviar las etapas intermedias.

El plazo para lograr las metas de saneamiento suele ser muy superior al horizonte cronológico usual de los ciclos electorales o los proyectos con financiamiento externo (es decir, 3 a 5 años). Por consiguiente, la planificación del saneamiento se debe institucionalizar e integrar en los sistemas de planificación presupuesto y financiamiento del gobierno. La definición de partidas presupuestarias, servicios de financiamiento y códigos de gasto específicos para el saneamiento a escala del gobierno central y local puede contribuir a lograrlo. Se puede aplicar un método adaptativo de planificación, que incluya formulación de políticas y estrategias a largo plazo; vínculos continuos entre la planificación y la implementación; monitoreo y evaluación periódicos y aprendizaje continuo tanto de los éxitos como de los fracasos; y diálogo permanente con los beneficiarios previstos, a fin de ajustar las actividades a sus necesidades (Therkildsen, 1988).

Figura 4.3 Ejemplo de eliminación gradual del saneamiento inseguro a lo largo del tiempo



4.4 Legislación, reglamentos, normas y guías

4.4.1 Alcance

El marco legislativo del saneamiento debe cubrir toda la cadena de servicios, incluido el saneamiento con o sin alcantarillado, con el fin de facilitar la mejor utilización de

los fondos públicos, el cumplimiento de las normas y la atracción de posibles prestadores de servicios.

Garantizar normas adecuadas de saneamiento es una función del gobierno. Las normas y la reglamentación deben evitar la prescripción de tecnologías o sistemas específicos para situaciones particulares, dado que su

Cuadro 4.1 Areas que pueden requerir legislación y regulación

Etapa en la cadena	Ejemplos de aspectos de saneamiento cubiertos por la legislación y la reglamentación
Inodoro, Contención - almacenamiento y tratamiento	<p><i>Inodoro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisitos mínimos para el cuarto y la superestructura del inodoro (domésticos, compartidos y públicos) • Accesibilidad a los inodoros para usuarios con discapacidades (compartidos y públicos) • Emplazamiento conveniente para los usuarios de los inodoros en escuelas, instituciones y otros lugares públicos (inodoros compartidos y públicos) • Instalaciones para lavado de las manos y suministro de agua para los inodoros en escuelas, instituciones e inodoros públicos (compartidos y públicos) • Normas para las losas de letrinas de pozo y las plataformas de inodoros de arrastre hidráulico (domésticos, compartidos y públicos) • Volumen máximo de descarga del inodoro (en zonas con escasez de agua) (domésticos, compartidos y públicos)
	<p><i>Contención - almacenamiento / tratamiento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exclusión de insectos y otros animales del contacto con la materia fecal • Acceso al pozo o al tanque para el vaciado • Diseño de tanques sépticos • Manejo del efluente líquido de los pozos de letrinas y de los tanques sépticos • Registro de las instalaciones in situ • Normas para el efluente descargado a los alcantarillados • Seguridad y desempeño de los contenedores y las unidades de inodoros móviles
Transferencia	<p><i>Vaciado:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Obligación de los establecimientos de estar conectados a un sistema de alcantarillado cuando está disponible • Tarifas por descarga de desechos de alcantarillado y lodo fecal en las plantas de tratamiento • Emplazamiento de los pozos y las fosas que permitan el acceso para vaciado • Seguridad peatonal y vial durante las operaciones de vaciado de los pozos y los tanques sépticos. • Control de las molestias y los derrames al vaciar lodo fecal • Normas de servicio para los contenedores y los inodoros móviles
	<p><i>Transporte:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de obstrucciones y desbordes del alcantarillado • Tiempo necesario para solucionar las obstrucciones y los desbordes del alcantarillado • Rectificación de daños causados por alcantarillados y estaciones de bombeo defectuosos • Contención de lodo fecal en el equipo de transporte y las instalaciones de transferencia • Seguridad operacional y de salud de los trabajadores
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Control del acceso del público y los proveedores de servicios a las instalaciones de tratamiento • Control de las molestias (olores, moscas, ruido, etc.) de las instalaciones de tratamiento • Instalaciones designadas y horarios para el vaciado del lodo fecal • Normas para el efluente líquido • Normas para el lodo eliminado (cuando no se usa) • Certificación de sistemas de marca registrada • Seguridad operacional y de salud de los trabajadores
Disposición y uso final	<ul style="list-style-type: none"> • Normas para los productos del lodo, clasificados según el tipo de uso seguro • Normas para el uso de otros productos derivados de los desechos fecales • Seguridad operacional y de salud de los trabajadores

idoneidad puede depender de una multitud de factores. Además, la legislación evoluciona más lentamente que las tecnologías y por consiguiente puede obstaculizar la innovación. En su lugar, las normas y la reglamentación deben definir el nivel de desempeño que se exige con el fin de obtener una cadena de servicios de saneamiento seguro y ser flexibles en cuanto a la forma de lograrlo.

La prestación de servicios de saneamiento incluye tanto al sector público como al privado; si bien los proveedores de servicios de todo tipo deben trabajar con las mismas normas, se pueden necesitar diferentes mecanismos reglamentarios para los diferentes modelos de prestación de servicios. Las normas para la provisión de saneamiento se pueden incluir en la legislación y los estatutos locales o en la legislación nacional. La decisión en cuanto al enfoque apropiado depende de factores propios de cada país.

El marco legislativo y normativo debe reflejar la interpretación nacional de una gestión segura en cada etapa de la cadena de servicios de saneamiento (véase el capítulo 3 y el cuadro 4.1) y podría incluir requisitos mínimos para los inodoros, los tanques sépticos, normas de servicio para los contenedores y los inodoros móviles y aspectos relacionados con la salud ocupacional y la seguridad en el trabajo. También deben definir las funciones y las responsabilidades y reducir al mínimo la superposición de mandatos.

Además, puede ser útil formular guías nacionales acerca de los sistemas de saneamiento, que cubran toda la cadena de servicios y los criterios para su selección. Cada país tiene necesidades diferentes, así que la definición de los aspectos incluidos debe determinarse a partir de un diálogo normativo que reconozca que cada persona tiene derecho a servicios de saneamiento que sean accesibles, de uso seguro, que protejan la salud y que sean asequibles y aceptables (De Albuquerque, 2014).

Estos y cualquier otro atributo seleccionado del saneamiento se deben controlar principalmente según criterios de salud pública. Sin embargo, también tienen consecuencias sobre el medio ambiente, las instalaciones públicas, el costo, la asequibilidad y la igualdad del acceso a los servicios de saneamiento. Las circunstancias de cada país (o jurisdicción local del gobierno que ejerce poderes legislativos o reglamentarios) determinan cómo se ponderan estos factores.

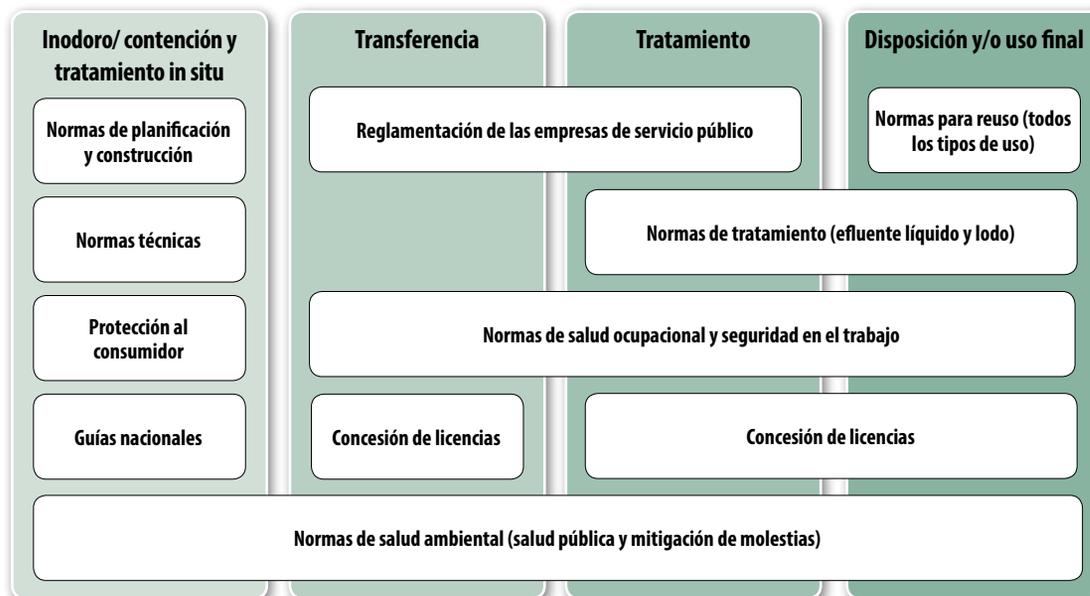
Un área clave de la regulación que se aplica a toda la cadena de servicios es la de las tasas y las tarifas por los servicios que prestan las empresas de servicio público, las instituciones públicas o las entidades bajo su dirección (por ejemplo, plantas de tratamiento con acuerdos de arrendamiento o concesiones). Estos costos pueden incluir tasas de conexión al alcantarillado, tasas por uso de inodoros públicos o compartidos, tarifas de alcantarillado, tasas por el vaciado de pozos por empresas de servicio público o instituciones públicas, tasas por vaciado del lodo fecal, etc. Se deben regular a un nivel de precio que garantice que los servicios de saneamiento sean accesibles para todos, incluidos los hogares pobres y que al mismo tiempo preserven la viabilidad económica para los operadores públicos o privados.

4.4.2 Evaluación y gestión de riesgos

Una evaluación de riesgos debe orientar las intervenciones de saneamiento a fin de garantizar que protegen la salud pública al controlar los riesgos que surgen del manejo de las excretas a lo largo de la cadena de saneamiento desde el inodoro hasta su disposición ó uso final. La evaluación de riesgos debe reconocer y determinar los riesgos más altos, darles prioridad y utilizarlos para fundamentar las mejoras del sistema, con una serie de controles a lo largo de la cadena de saneamiento. Las mejoras pueden consistir en actualizaciones tecnológicas, mejores procedimientos operativos y cambios del comportamiento.

En el contexto de la regulación y las normas, el punto central deben ser los componentes específicos de las cadenas de servicios de saneamiento, pero también se pueden extender a sistemas de saneamiento completos o a partes de los mismos, por ejemplo, los estatutos o la reglamentación de la planificación del saneamiento. En general, el personal del sector de la salud ambiental o la salud pública (véase la sección 4.6) está en la mejor posición para reconocer y analizar los aspectos del saneamiento que requieren atención, pero tendrán que trabajar con todos los interesados directos pertinentes (como las autoridades locales, las empresas de servicios de aguas residuales y de saneamiento, las instituciones encargadas de las normas ambientales y de construcción, los agricultores y las organizaciones de la sociedad civil) con el fin de lograr una evaluación sólida de los riesgos y formular opciones realistas para su gestión, que luego se pueden traducir en normas y reglamentos. Así, el primer paso en el proceso consiste en conformar un grupo de interesados directos

Figura 4.4 Opciones de mecanismos de regulación para la cadena de servicios de saneamiento



y asignar su liderazgo al miembro del grupo que presente el mejor perfil de autoridad, aptitudes de organización y relaciones interpersonales.

Las evaluaciones de riesgos deben basarse, en la medida de lo posible, en condiciones reales, en lugar de supuestos o información importada de otro lugar. Los funcionarios de primera línea como los trabajadores de salud pública o de extensión agrícola, los estudiantes, los líderes comunitarios y las organizaciones comunitarias pueden ser muy eficaces para coleccionar información si están bien organizados, incentivados y supervisados.

4.4.3 Mecanismos de regulación

Las diferentes etapas de la cadena de servicios de saneamiento difieren en su naturaleza, requiriendo mecanismos reguladores en el rango que les corresponda. En la figura 4.4 se esquematizan las formas en que se pueden regular las diferentes etapas. Para facilitar la referencia cruzada, en el siguiente texto se resaltan en **negrita** los diversos mecanismos.

Además, dado que el saneamiento abarca muchos sectores, la legislación y la reglamentación correspondientes se encuentran muy dispersas y algunos elementos pueden formar parte de las siguientes áreas:

- salud pública en el gobierno local, salud ocupacional y seguridad en el trabajo, medio ambiente, recursos hídricos y legislación de protección al consumidor;
- legislación y reglamentación para el uso seguro del lodo fecal en agricultura, energía y seguridad de los alimentos;
- normas locales;
- códigos y normas de construcción y planificación;
- reglamentación de las empresas de servicio público; y
- otros.

Puede ser necesario un esfuerzo considerable para reconocer, actualizar y armonizar todos los elementos necesarios, garantizar que se aborden adecuadamente los servicios de saneamiento seguro y que se resuelvan los conflictos y contradicciones. Tal vez no sea posible eliminar todas superposiciones y las discrepancias legislativas y reglamentarias, pero la coordinación debe evitar que se conviertan en obstáculos innecesarios al mejoramiento de los servicios.

Los bienes y la infraestructura se pueden reglamentar en el marco de las **normas técnicas** nacionales pertinentes y los procedimientos para preparar y aplicar esta reglamentación suelen estar bien definidos. Sin embargo, donde son frecuentes los asentamientos ilegales o informales, estos

sistemas pueden hacerse inoperantes. Por ejemplo, la calidad de un inodoro no se puede controlar si todo el local se considera ilegal y al autorizar un componente, podría interpretarse que todo el resto es legal, cuando no lo es. En estos casos tal vez se puede aplicar la legislación de **salud pública y mitigación de molestias** (que se centra en el efecto de un inodoro inadecuado, en lugar del inodoro en sí mismo), respaldada por las **guías** nacionales en lugar de las normas jurídicas.

Las instalaciones sanitarias in situ plantean una dificultad especial, pues con frecuencia su construcción es de tipo individual. Cuando se utilizan componentes producidos a escala industrial (por ejemplo, tanques sépticos plásticos prefabricados o moldeados), estos pueden estar cubiertos por las **normas técnicas** o la **legislación nacional de protección al consumidor**. En los lugares con un régimen de tenencia formal, las **normas de construcción** contextualizadas y sus mecanismos asociados de inspección son un buen medio de control de la calidad de la instalación y la construcción. Estas normas deben especificar la estructura y el volumen de la instalación en función del número de usuarios, los métodos aprobados de manejo del efluente líquido, la provisión de acceso para el equipo de remoción del lodo (incluido el acceso al pozo o la fosa) y la accesibilidad desde la ruta. Cuando no existe un régimen formal de propiedad o en las zonas rurales donde se está aplicando un método de autosuministro, son más apropiadas las **guías** nacionales que abarcan los mismos aspectos. Las guías deben distinguir, las instalaciones que se cubrirán y reemplazarán cuando estén llenas, de las instalaciones permanentes que se vaciarán. Los reglamentos y las guías deben autorizar diversos tipos de inodoros que las autoridades de salud ambiental consideran como adecuados (véase la sección 4.6).

Las **normas de tratamiento** para las descargas de efluente líquido y lodo suelen contar con bases jurídicas y procedimientos institucionales muy bien definidos para su puesta en marcha y aplicación. Puede ser necesario permitir un plazo definido para alcanzar las normas y también fijar una o más normas progresivas que promuevan el progreso gradual, de manera que las normas de mayor calidad se consideren alcanzables. Asimismo, se deben elaborar normas para cada entorno de uso o eliminación previsto, en lugar de una norma general que se aplique a todas las instalaciones de tratamiento. La **legislación de salud pública o de mitigación de molestias** debe considerar los efluentes no intencionales (como las fugas de los tanques

sépticos, las letrinas de pozo o las estaciones de bombeo de aguas residuales) y, de ser necesario, se deben revisar y enmendar para que cubran estos casos.

La regulación de los servicios puede ser compleja y depende de la naturaleza de la entidad que presta los servicios. Cuando se trata de una dependencia del gobierno nacional o local (es decir, que reglamenta y presta servicios) su regulación es poco probable (pues requeriría que un órgano gubernamental tome medidas jurídicas contra otro) y la aplicación de recursos administrativos como las multas puede ser contraproducente. En estas situaciones se puede necesitar una legislación y mecanismos administrativos específicos. Cuando el proveedor de servicios es una empresa de servicio público, se deben instaurar **disposiciones reglamentarias específicas** que se puedan actualizar y ampliar según sea necesario. Cuando una empresa privada presta servicios en nombre de un servicio público, se puede reglamentar mediante un contrato o un acuerdo del nivel de servicios con la empresa.

Cuando el sector privado presta servicios de manera independiente y trata directamente con los usuarios, una **concesión de licencia** puede ofrecer un mecanismo regulatorio apropiado. El acuerdo debe especificar las normas de servicio, un régimen de inspección y las acciones que se aplicarían ante un incumplimiento de las condiciones. También puede (pero no necesariamente) especificar las tasas máximas o una estructura tarifaria equitativa que cubra los servicios por prestaciones únicas (por ejemplo, las tarifas de conexión) y los servicios corrientes. Las **concesiones de licencia** separadas también pueden ser una opción adecuada para los operadores del sector privado que venden los productos de lodo procesados (sólidos o líquidos) a fin de garantizar que aplican las medidas adecuadas de control de patógenos. Una mayor protección se puede lograr con las **normas para uso seguro**, cuando los productos se utilizan en agricultura, horticultura, acuicultura, recarga de aguas subterráneas y en energía.

Debe procurarse simplificar y unificar los acuerdos de concesión de licencia; por ejemplo puede suceder que se exija a los negocios de vaciado y transporte de lodo fecal la obtención de numerosas licencias, como una patente emitida por el gobierno local, una licencia de funcionamiento emitida por el departamento de salud pública y una licencia de transporte de desechos peligrosos emitida por el organismo ambiental. Esta situación aumenta

la complejidad y los costos y puede disuadir a los posibles proveedores de servicios de entrar en el sector.

Los trabajadores del saneamiento están expuestos a riesgos de salud especiales y precisan medidas específicas para garantizar su salud y seguridad. Estas medidas deben incluir exámenes de salud periódicos, vacunaciones y tratamiento (por ejemplo, la desparasitación), seguro de enfermedad (si está disponible), equipo de protección personal (capítulo 3), además de capacitación sobre los procedimientos normalizados de trabajo (capítulo 3). La responsabilidad de cumplir con estas medidas recae en los empleadores y estos requisitos se deben incluir en los dispositivos regulatorios que rigen a los empleadores. El cumplimiento debe ser comprobado por miembros del personal del sector salud (por ejemplo, personal de salud ambiental u ocupacional).

4.4.4 Implementación y cumplimiento

Para lograr que se cumplan las normas y reglamentos se necesita un enfoque amplio que incluya una mezcla de incentivos, promoción y sanciones. Los medios no coercitivos como la difusión de información, la asistencia técnica, la promoción y los premios se deben usar en primera instancia. El impuesto y otros incentivos fiscales o el acceso privilegiado a servicios especiales (como garantías de préstamo para renovación y compra de equipos) pueden ser económicamente eficientes en algunas circunstancias. El cumplimiento mediante sanciones legales es un último recurso y se debe aplicar solo cuando han fracasado las opciones no coercitivas. La legislación debe considerar una serie de etapas progresivas que permitan al infractor rectificar el acto antes de imponer alguna sanción.

Cuando se desarrollan los sistemas reguladores, con frecuencia se logran mejores resultados cuando esto se hace en asociación con las personas a quienes se dirigen los reglamentos. De esta manera, se puede utilizar su experiencia sobre lo que es práctico y factible. Esta colaboración puede parecer contraria al sentido común (se puede prever que los proveedores de servicio opongan resistencia a la reglamentación) pero en la mayoría de los casos, las ventajas alcanzadas por el reconocimiento formal superan toda desventaja que pueda surgir de una reglamentación bien diseñada.

Se debe garantizar la supervisión y el cumplimiento de las normas de saneamiento. Es necesario evaluar la capacidad de inspección y fiscalización a fin de determinar si es suficiente para hacer frente a las demandas previstas. Un

enfoque de evaluación de riesgos (sección 4.4.2) puede ser útil al tomar estas decisiones, de manera que sea clara la cantidad de recursos necesarios para alcanzar los resultados de salud pública. Los aspectos de capacidad pueden trascender el terreno del sistema de salud pública hasta el sistema jurídico y se deben examinar en conjunto. Se relaciona con este aspecto la importancia de invocar las medidas regulatorias, que deben llevar a la instrucción de desistir del uso de un determinado tipo de infraestructura o práctica, solo cuando existe una opción realista. Por ejemplo, prohibir un cierto tipo de inodoro es contraproducente si tiene como consecuencia la práctica de la defecación al aire libre.

Se deben formular guías nacionales que asesoren sobre la manera de fomentar su aplicación e impartir capacitación sobre como diligenciar los procesos judiciales, en especial el acopio y la presentación de pruebas. Los directivos responsables deben examinar el uso y aplicación de las guías y presentar informes al respecto cada año, destacando todo problema de saneamiento que surja y verificando que no se aplican de manera abusiva.

4.5 Roles y responsabilidades

4.5.1 Coordinación y funciones

El saneamiento abarca numerosos sectores y requiere la acción coordinada de muchos interesados directos, por lo tanto, no puede asignarse la responsabilidad total a un solo ministerio u organismo. Esto significa que es necesario establecer una plataforma multisectorial para el diálogo entre los principales interesados directos y elaborar y supervisar planes de acción coordinados. Esto requiere un apoyo administrativo específico, tal como una Secretaría que funcione eficazmente. Así, el funcionamiento eficaz exige un apoyo administrativo específico como una Secretaría. La experiencia indica que esta función corresponde mejor a un ministerio o una oficina de alto nivel del gobierno, como planificación, finanzas, o la oficina del primer ministro o el presidente, en lugar de una instancia de provisión de servicios.

También se precisa liderazgo político para la coordinación y la implementación de sistemas y servicios de saneamiento seguro, ejercido por el ministro de uno de los principales ministerios participantes u otro personaje político de alto nivel, dispuesto a impulsar el progreso del saneamiento. La secretaría debe preparar material informativo (tal

vez con la asistencia de los asociados para el desarrollo) que contribuya a defender la asignación de recursos al saneamiento. También se debe delinear una estrategia a corto o mediano plazo, con intervenciones factibles y posibles ganancias rápidas basadas en la evidencia, de manera que las decisiones políticas generen rápidamente una acción visible.

El material preparado debe consistir en un conjunto coherente de mensajes relativamente sencillos, que podrían incluir los siguientes:

- diagramas del flujo de excretas (por ejemplo, la figura 3.2) y diagramas de la cadena de servicios de saneamiento (por ejemplo, la figura 1.2);
- evidencias contextualizadas sobre las estrategias de implementación que dan buenos resultados;
- estadísticas locales relevantes de la carga de morbilidad por diversas enfermedades y afecciones relacionadas con el saneamiento (por ejemplo, brotes de enfermedades diarreicas, niveles de retraso del crecimiento, prevalencia de enfermedades como la geohelmintiasis; y
- estimaciones de los impactos económicos del saneamiento, tanto en los sectores productivos como el turismo, el medio ambiente, la atracción de empleadores, etc. como en la pérdida de productividad y pérdidas económicas de los hogares debidas a la enfermedad y los costos de oportunidad;
- diagramas de flujo de las excretas (por ejemplo, la figura 3.2) y diagramas de la cadena de servicios de saneamiento (por ejemplo, la figura 1.2); y
- evidencia contextualizada sobre las estrategias de implementación que dan buenos resultados.

La composición de la plataforma multisectorial de saneamiento depende de la forma como se distribuyen las responsabilidades en los ministerios y los organismos públicos. Pueden participar instituciones como los ministerios de educación, medio ambiente, finanzas, salud, vivienda, justicia, el gobierno local, planificación, obras públicas, agua, oficina de estadísticas nacionales, principales empresas de servicio público, representación de los gobiernos municipales y locales, la sociedad civil y otros. Es posible que durante el proceso de planificación sectorial conjunta y de armonización de los planes internos en materia de saneamiento, propios a las instituciones pertinentes, se pongan de manifiesto lagunas o superposiciones que deben rectificarse. Es necesario reflejar estas correcciones en las políticas, los memorandos de entendimiento u otros instrumentos oficiales a mediano

plazo, pero debería ser posible llegar a acuerdos informales que faciliten el progreso a corto plazo.

En algunas zonas urbanas, la gestión del alcantarillado puede corresponder a una empresa de servicio público, pero el saneamiento sin alcantarillado es responsabilidad del gobierno local. Esta fragmentación de la responsabilidad del saneamiento puede dar lugar a una planificación deficiente, exclusión de las comunidades más pobres y, en último término, disminución del costo/eficacia. Donde existe una empresa de servicio público cuyo desempeño es adecuado, se debe considerar la ampliación de su mandato para que cubra ambos tipos de saneamiento, con y sin alcantarillado.

La responsabilidad del funcionamiento de las instalaciones sanitarias en los edificios públicos (como escuelas, centros de salud, mercados, terminales de transporte, prisiones, etc.) se debe asignar a la institución responsable del edificio en cuestión y no al ministerio responsable del sector del abastecimiento de agua y saneamiento. Esto incluiría una asignación clara de la responsabilidad y los fondos para construir y mantener los inodoros a un departamento, sección o unidad dentro de la institución responsable. Las normas (como el coeficiente por número de usuarios), los modelos de diseño y gestión se deben elaborar en la unidad de la institución, en colaboración con los sectores de la salud, el suministro de agua y saneamiento y los sectores de obras públicas. Estas unidades institucionales deben garantizar la provisión de supervisión y ayuda técnica para la construcción y manejo de las instalaciones sanitarias al personal local que será directamente responsable.

4.5.2 Rendición de cuentas y finanzas

Para garantizar el mantenimiento de los servicios de saneamiento seguro es esencial contar con marcos sólidos de rendición de cuentas. Esto puede lograrse al vincular el saneamiento al proceso presupuestario del gobierno, en el cual se monitorean los fondos públicos y se deben demostrar los resultados de su uso.

Este vínculo puede consistir en asignaciones presupuestarias generales al gobierno local que se calculan en parte a partir de indicadores, de los cuales uno o varios pueden reflejar el desempeño del saneamiento, la adopción de determinadas prácticas correctas o ambos. Otra opción, o como medida complementaria, se pueden crear partidas presupuestarias dedicadas y servicios de financiamiento del saneamiento.

Se debe reconocer la función central del gobierno local y canalizar hacia él los recursos y la asistencia técnica.

Solo una porción pequeña de las funciones nacionales deben permanecer al nivel nacional.

En algunos países, el gobierno local puede delegar de manera total o parcial la responsabilidad del agua y el saneamiento a una empresa de servicio público nacional o local y tal vez sean necesarios acuerdos específicos con el fin de canalizar esta ayuda hacia la empresa. Cuando se requiere que una empresa de servicio público tome a su cargo los sistemas de saneamiento sin alcantarillado, se debe acordar el tiempo suficiente para la transición, con el fin de no menoscabar la viabilidad comercial de la empresa.

Las instituciones que participan en el saneamiento necesitan dotación de personal y capacitación en conformidad con sus funciones acordadas. Esto puede significar adiciones o modificaciones en los esquemas de servicio del gobierno y la asignación de presupuestos para la capacitación y el aprendizaje entre pares.

Además del vínculo del presupuesto, un mecanismo adicional (y complementario) de rendición de cuentas es definir de manera explícita el saneamiento como una función del gobierno local, cuyos informes se presentarán al nivel de gobierno inmediatamente superior (por ejemplo, el estado o la provincia). Los planes y las metas favorecen en gran medida esta responsabilización y deben actualizarse periódicamente para que tengan impacto. La gestión responsable se fortalecerá aún más si los planes, las metas y los informes sobre los mismos se ponen en el dominio público, donde los ciudadanos, la sociedad civil organizada y los medios de comunicación pueden examinarlos minuciosamente.

Sea cual fuere el mecanismo de rendición de cuentas que se use, es necesario contar con parámetros e indicadores eficaces de monitoreo, que midan el progreso en todas las etapas de la cadena de servicios de saneamiento. Siempre que sea posible, las definiciones y los elementos de monitoreo se deben alinear con los elementos nacionales pertinentes de las normas mundiales (capítulo 3) y utilizar este subconjunto de datos usados en el monitoreo mundial para agilizar ambos procesos de monitoreo: el nacional y el mundial. Este aspecto se analiza en la sección sobre monitoreo (4.6.3).

Además de monitorear los resultados, también es importante asegurar que existan a nivel local elementos que faciliten el progreso (estos se tratan con más detalle en las secciones 4.6 y 4.7), como:

- a) planes que muestren metas con plazos definidos para los diversos componentes de una mezcla de servicios de saneamiento que cubran a todas las personas y todos los entornos, asociados con presupuestos realistas;
- b) un mecanismo operacional de coordinación del saneamiento en los diferentes sectores pertinentes;
- c) un programa activo de cambio de comportamientos de higiene y saneamiento, y monitoreo de procesos consultivos sobre saneamiento en las comunidades (capítulo 5); y
- d) proveedores de servicio con la competencia y la capacidad suficientes para satisfacer las necesidades de saneamiento de la comunidad.

Los planes de saneamiento deben ser preparados por la autoridad competente a fin de garantizar su apropiación, factibilidad y pertinencia ante las condiciones locales.

4.6 Las autoridades de salud ambiental y su rol en el saneamiento

Generalmente, los ministerios de salud cuentan con un equipo dedicado a la salud ambiental. La salud ambiental abarca temas como seguridad del agua potable, saneamiento, contaminación del aire, salud ocupacional y seguridad química. Para alcanzar sus objetivos de salud pública, los departamentos de salud ambiental deben lograr la participación de muchos más protagonistas fuera del sector salud, que otros departamentos de los ministerios de salud.

Para desempeñar las funciones de salud ambiental en el marco de las funciones del sector salud (Rehfuss, Bruce & Bartram, 2009), las autoridades de salud ambiental necesitan un amplio rango de competencias en salud, biología, ingeniería, derecho, sociología y otras. Puede ser útil contar con puestos específicos para los gerentes de saneamiento, que correspondan a sus conocimientos especializados y una de sus funciones sería informar a otros miembros del personal de salud ambiental sobre la importancia del saneamiento, haciendo hincapié en la cadena de servicios y un enfoque inclusivo a escala comunitaria.

Los ministerios deben garantizar que la salud ambiental tenga en el ministerio, un nivel que refleje la importancia de sus funciones básicas de salud preventiva como respaldo para el progreso de muchos objetivos del sector salud.

Las principales funciones de las autoridades de salud ambiental con respecto al saneamiento se describen a continuación, a partir del marco propuesto por Rehfuess, Bruce & Bartram (2009):

- Coordinación del sector de saneamiento: contribuir a la función de coordinación dirigida por un funcionario de alto nivel del ministerio y lograr la cooperación intersectorial.
- Salud en las políticas de saneamiento: garantizar la incorporación de los aspectos de salud en las políticas de saneamiento y que el saneamiento esté incluido en las políticas de salud pertinentes.
- Normas y criterios que protegen la salud: Asesorar en la elaboración de normas, criterios de seguridad y legislación sanitaria; garantizar que las necesidades de las mujeres y los grupos desfavorecidos estén atendidas en las instalaciones públicas de saneamiento. Esto incluye provisión para el manejo de la higiene menstrual y el acceso para las personas con movilidad reducida.
- Vigilancia sanitaria y respuesta: Evaluar la situación del saneamiento y los riesgos asociados, crear vínculos y fortalecer los sistemas de vigilancia sanitaria dirigiendo las intervenciones según los datos de salud.
- Implementación de programas de salud: Garantizar que los aspectos de saneamiento, así como, la inspección de las condiciones de saneamiento en la comunidad están incorporadas en los programas de salud pertinentes; y liderar las medidas de control en caso de epidemias de enfermedad entérica.
- Cambio de comportamientos sanitarios: Supervisar las intervenciones encaminadas a modificar los comportamientos sanitarios y de higiene (véase el capítulo 5) y servir de enlace con otros departamentos y programas de salud pertinentes para su implementación.
- Establecimientos de atención de salud: Fijar las normas y monitorear, en los centros de atención de salud, los sistemas de los servicios de saneamiento que usan los pacientes, el personal y los cuidadores, esto también con el fin de proteger la salud de las comunidades aledañas.

Además de estas funciones de salud básicas, los departamentos de salud ambiental también tienen la responsabilidad de participar en la planificación

intersectorial del saneamiento. Tienen a su cargo la supervisión, el seguimiento y la aplicación de las normas de seguridad de saneamiento en los establecimientos privados, públicos y empresariales, en el medio ambiente y la prestación de los servicios de saneamiento. Algunas de estas funciones se tratan más a fondo a continuación

4.6.1 Supervisión y aplicación

El objetivo de hacer cumplir las normas y directrices es alcanzar el mejor resultado posible de salud pública. Por esta razón, se debería considerar como parte de un espectro de actividades más amplio que incluye la educación y la promoción del saneamiento, con el castigo de los infractores como un último recurso. Debe ser factible para las personas adoptar el comportamiento deseado (por ejemplo, construir y utilizar un inodoro, conectarlo a un alcantarillado, usar un servicio mejorado de vaciado, etc.), por lo cual la supervisión y la promoción se deben coordinar con la expansión de los servicios y las campañas de información. En la práctica, esta función significa planificación conjunta y ejecución coordinada con las autoridades de salud ambiental, los proveedores de servicios, las autoridades y los financiadores locales. La supervisión y la aplicación de las normas representan una tarea permanente que continúa periódicamente después de la adopción del saneamiento y sirve para comprobar el uso sostenido y la integridad de las instalaciones y las cadenas de servicios de saneamiento.

El personal de salud ambiental necesita algunas condiciones que faciliten su función de hacer cumplir las especificaciones y normas, como el acceso para inspeccionar las condiciones de salud pública de las instalaciones, los sistemas de gestión de la información para obtener, agregar y analizar los datos, los poderes coercitivos para hacer que se apliquen medidas complementarias en caso de instalaciones y servicios no conformes.

4.6.2 Monitoreo

El monitoreo es una función clave de salud ambiental para rastrear el progreso y fundamentar las decisiones de gestión. Esta función es de particular importancia dado que los sistemas de saneamiento seguro dependen de la prestación continua de servicios que cumplan con los principios de un manejo seguro en cada etapa (capítulo 3).

El monitoreo es necesario en diferentes niveles:

- Nivel de instalaciones individuales: Verificar que se están cumpliendo las normas de saneamiento y se practican

comportamientos adecuados de higiene en todos los entornos en la comunidad.

- Nivel comunitario: inspecciones de salud ambiental encaminadas a verificar que se cumplen las normas y las prácticas en toda la comunidad;
- Nivel de empresas de servicio público o de proveedores de servicios: Garantizar que existen planes de seguridad de saneamiento y están implementados, así como que se cumplen las normas a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento.
- Nivel subnacional: Garantizar que se definen los estatutos y los reglamentos y se supervisan; medir los indicadores de saneamiento y cuantificar el progreso.
- Nivel nacional: Agregar las estadísticas locales al nivel nacional a fin de dar seguimiento al progreso hacia las metas nacionales y mundiales. Y
- Nivel internacional: Dar seguimiento al progreso hacia los ODS.

Los indicadores utilizados y la información necesaria difiere en estos niveles de monitoreo; se requiere un número mayor de indicadores en el nivel de las instalaciones individuales, las empresas de servicios públicos y el nivel subnacional para documentar los programas y las acciones locales y se usa un menor número de indicadores en el monitoreo nacional e internacional al rastrear el progreso hacia las metas sectoriales.

Información sobre el inodoro en la cadena de servicios de saneamiento solo se puede obtener visitando el lugar donde viven las personas. Esto se lleva a cabo de manera sistemática pero periódica en el censo nacional y en algunos casos mediante mecanismos de monitoreo descentralizado. Las encuestas domiciliarias dirigidas por las autoridades nacionales de estadística y también las encuestas con apoyo externo como las encuestas de indicadores múltiples por conglomerados y las encuestas de demografía y salud, que se practican usualmente cada cuatro a cinco años, suelen tener suficiente poder para suministrar información al nivel nacional y a veces subnacional, pero no ofrecen suficientes detalles para una planificación integral local. Es importante que el personal de salud ambiental participe en la capacitación de los encuestadores para estos estudios, con el fin de conseguir que los datos obtenidos sean exactos, uniformes, significativos y que estén vinculados con las normas para las metas. Se puede mejorar la uniformidad con la creación de un conjunto de herramientas de apoyo para los encuestadores, como ilustraciones que indiquen

cuáles tecnologías se clasifican como mejoradas o no mejoradas o satisfacen otras definiciones nacionales.

El personal de salud ambiental puede hacer algún tipo de monitoreo a nivel individual, de empresas de servicio público o prestadores de servicios y al nivel subnacional, y además prestar apoyo a las autoridades locales y al personal de salud en el monitoreo del saneamiento y los comportamientos de higiene. El personal de salud ambiental también debe vigilar las etapas de contención, transferencia, tratamiento y disposición y/o uso final. Cuando se encuentren fallas, se debe iniciar una acción correctiva con la persona o la institución pertinente. Por consideraciones de orden práctico, solo se puede monitorear un número limitado de indicadores. En cualquier situación, la evaluación de riesgos debe destacar los puntos principales de control que se deben monitorear regularmente. También es importante que como mínimo se vigilen los indicadores básicos que evalúan el progreso hacia la meta de saneamiento de los ODS (véase la figura 4.5).

La meta 6.2 de los ODS sobre saneamiento se monitorea a nivel mundial a través del indicador: proporción de la población que usa servicios de saneamiento manejados con seguridad, que se define como la población que utiliza una **instalación de saneamiento mejorada** que no comparte con otros hogares y donde las excretas:

- se tratan y eliminan in situ;
- se almacenan temporalmente y luego son vaciadas y transportadas para tratamiento fuera del lugar de uso; o
- son transportadas por una alcantarilla con las aguas residuales y luego tratadas fuera del lugar de uso.

Los indicadores básicos de los sistemas nacionales de monitoreo deben captar como mínimo los elementos monitoreados a nivel mundial, además de elementos adicionales significativos sobre el manejo seguro (capítulo 3) y la implementación (capítulo 4), y monitorear a nivel nacional los niveles relevantes de servicio, los entornos, las subpoblaciones y los ambientes propicios.

El personal de salud ambiental puede desempeñar un rol importante en el monitoreo del saneamiento recolectando la siguiente información a nivel individual y subnacional:

- a) el saneamiento e instalaciones relacionadas (superestructura, instalaciones para lavado de las manos) y la manera como se utilizan;

Figura 4.5 Los componentes de la escalera del saneamiento según los ODS (basado en OMS y UNICEF, 2017)

NIVEL DE SERVICIO	DEFINICIÓN
MANEJADO DE FORMA SEGURA	Uso de una instalación mejorada que no se comparte con otros hogares y donde las excrementos se transportan y tratan fuera del terreno
BÁSICO	Uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares
LIMITADO	Uso de instalaciones mejoradas compartidas entre dos o más hogares
NO MEJORADO	Uso de letrinas de fosa simple sin losa o plataforma, letrinas colgantes o letrinas de cubo
DEFECACIÓN AL AIRE LIBRE	Depósito de las heces humanas en campo abiertos, bosques, arbustos, cuerpos de agua abiertos, playas u otros espacios abiertos, o junto a desechos sólidos

Nota: Las instalaciones mejoradas incluyen: inodoros des sifón/sifón de bajo consumo de arrastre conectados a redes de alcantarillado, fosas sépticas



- b) para instalaciones in situ, la eficacia y seguridad del tratamiento in situ o del vaciado y el transporte del lodo fecal;
- c) el alcantarillado, la magnitud de las fugas y desbordes de las aguas residuales sin tratar;
- d) la efectividad del tratamiento de lodo fecal y aguas residuales con respecto a las normas nacionales o las licencias; y
- e) el grado y efectividad de la participación de las comunidades en el saneamiento.

Los datos sobre el saneamiento y las instalaciones para el lavado de las manos (a) y sobre la eficacia del tratamiento en las instalaciones in situ (b) se deben obtener mediante inspección de las viviendas y los edificios (esto puede hacerse de manera sistemática, durante encuestas periódicas o encuestas especiales o el censo nacional). Los datos sobre el vaciado y el componente de transporte de las instalaciones in situ (b) y sobre las fugas o el desborde de las aguas residuales sin tratar (c) se deben obtener de los usuarios, los operadores formales e informales y, donde sea pertinente, de los servicios de homologación u órganos normativos. Cuando los operadores facilitan la información, esta se debe apoyar mediante una observación periódica o auditoría que compruebe que la información suministrada es correcta. Este componente debe captar expresamente los datos sobre el

manejo de los pozos llenos, incluidas las prácticas informales y manuales de vaciado. Los datos sobre la eficacia del tratamiento de lodo y aguas residuales (d) se deben obtener de los operadores y verificarlos mediante un muestreo ocasional y análisis por un laboratorio independiente. Un principio básico útil que se debe aplicar en la reglamentación de los proveedores de servicios en (b), (c) y (d) es que ellos faciliten información específica de monitoreo, sujeta a la inspección crítica por parte de las autoridades de salud ambiental. La frecuencia de este tipo de inspecciones depende del grado de confianza que tiene el personal de salud ambiental en los proveedores de servicios y de los peligros que pueden surgir por el incumplimiento. La información sobre la participación de las comunidades en el saneamiento (e) exige comunicación con funcionarios locales y miembros de la comunidad. Para ayudar a los funcionarios de salud ambiental en este proceso (véase en sitio web de la OMS: http://www.who.int/water_sanitation_health/en/), se ha preparado un amplio y completo conjunto de formularios de inspección

Considerados en conjunto con la información sobre defecación al aire libre (obtenida a partir de los datos de monitoreo de las comunidades o de inspecciones de salud ambiental), estos datos permiten una evaluación del saneamiento acorde con las definiciones de los ODS y aún

más allá, además de servir de base para la planificación. Cuando el personal que participa en la colecta de datos no es especialista (por ejemplo, en las encuestas específicas o un censo) es importante que el personal de salud ambiental contribuya a la capacitación de los encuestadores e incluso supervise algún trabajo sobre el terreno, a fin de conseguir que se comprendan los conceptos básicos y se mejore su coherencia.

Es posible que los incentivos y los recursos necesarios para obtener datos de monitoreo sean limitados. Como se mencionó con respecto a la responsabilización, el incentivo puede ser que estos datos son necesarios para liberar algunos presupuestos del gobierno, sobre todo donde se han establecido partidas presupuestarias específicas, servicios de financiamiento y códigos de gastos para el saneamiento al nivel del gobierno central y local. Parte de estos presupuestos se debe asignar para cubrir los costos del monitoreo.

4.6.3 Gestión de la promoción del saneamiento y la higiene

El uso constante de las instalaciones sanitarias y la promoción de mejores comportamientos de higiene son un componente fundamental y básico de la intervención de saneamiento, esto se resume en la sección 4.7.2 y se describe en detalle en el capítulo 5. Para habilitar al personal de salud ambiental para que desempeñe plenamente su función, este debe recibir capacitación que lo habilite a tratar con especialistas y contratistas y a promover internamente la asignación de recursos suficientes para el cambio de los comportamientos sanitarios. También es necesario capacitar formalmente al personal de primera línea, o sea a los agentes de extensión y divulgación en las comunidades.

4.6.4 Evaluación de riesgos

El personal de salud ambiental debe participar en el proceso de evaluación de riesgos relacionados con el saneamiento (4.4.2) y supervisar los datos sanitarios y epidemiológicos pertinentes (como los que se recogen en la vigilancia ordinaria en los establecimientos de atención de salud), a fin de ayudar a detectar la carga de salud pública relacionada con un saneamiento deficiente. También debe verificar que las mujeres, las niñas y los grupos vulnerables reciben una atención adecuada. Esto posiblemente se pueda obtener a partir de los datos epidemiológicos (según su calidad), combinados tal vez con observaciones generales y debates en grupos de discusión. Es necesario ampliar esta vigilancia más allá del ámbito inmediato de la

vivienda de las personas y los entornos laborales, hasta el lugar donde se usa la materia fecal o esta se descarga en el medio ambiente. Con esta información el personal de salud ambiental puede reconocer las zonas de alto riesgo que deben ser prioritarias para mejorar el saneamiento.

4.7 La prestación del servicio de saneamiento en el nivel local

4.7.1 El saneamiento como un servicio básico

En todos los ambientes, los máximos beneficios de salud del saneamiento solo se pueden obtener cuando se combina con un suministro adecuado de agua y comportamientos adecuados de higiene. En un ambiente de alta densidad (urbano) el saneamiento guarda relación estrecha con los modos de explotación de la tierra, los tipos de ocupación de la vivienda, el nivel de los servicios de abastecimiento de agua, drenajes y manejo de los desechos sólidos y su gestión no puede ser independiente de estos factores. Por consiguiente, la planificación y la implementación del saneamiento se deben coordinar con estos otros servicios básicos.

En la práctica, la única institución habilitada para actuar en todas estas áreas es el gobierno local, por lo tanto tiene a su cargo la responsabilidad general del saneamiento, incluso donde se ha delegado la prestación de servicios de saneamiento a una empresa de servicio público o los presta el sector privado. Como se señaló en párrafos anteriores, es imprescindible mencionar de manera explícita el saneamiento en los procesos de planificación y presupuesto, los cuales deben reconocer las metas del nivel de servicios establecidas a escala nacional y local. Con el objeto de armonizar las actividades de los diversos sectores que contribuyen al saneamiento, se debe conformar un grupo de coordinación a escala de la ciudad o el distrito, que se reúna de manera periódica, con representación de alto nivel de todas las dependencias pertinentes y otros interesados directos clave como los proveedores de servicios y los representantes de los usuarios.

4.7.2 Modificación de los comportamientos sanitarios

La participación activa de los usuarios es esencial para lograr el saneamiento y una higiene correcta. Es preciso considerar los múltiples comportamientos de los diferentes interesados directos a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento lo cual puede necesitar estrategias

específicas. En el capítulo 5 se examina en detalle el cambio de comportamientos sanitarios, a partir del ejemplo del abandono de la defecación al aire libre. El cambio de comportamientos se debe percibir como un componente integral de la prestación del saneamiento, dado que concentrarse solo en la infraestructura y los servicios no aportará los resultados de salud pública que se prevé alcanzar.

4.7.3 Monitoreo local

Los sistemas de monitoreo deben funcionar en base al personal de primera línea que esté disponible en las comunidades a fin de reforzar la sostenibilidad y aminorar los costos. Puede tratarse de líderes comunitarios formales o informales o de profesionales de la salud, la agricultura u otros sectores presentes en la comunidad. Se deben programar los presupuestos con este fin y establecer un programa de formación continua; el número de personas que participan es grande, pues la disminución natural del personal crea la necesidad permanente de capacitación, además de la exigencia de cursos de actualización (véase también la sección 4.6.3). En condiciones ideales, se debe mantener una base de datos con información georreferenciada sobre las instalaciones sanitarias y su estado de funcionamiento; con esto se facilita la planificación y la gestión de las siguientes intervenciones de saneamiento y el suministro de información para el diseño de las estrategias de promoción del saneamiento (véase el capítulo 5).

4.8 El desarrollo de los servicios de saneamiento y los modelos de negocios

4.8.1 Diseño de los servicios

Los servicios de saneamiento deben responder a las condiciones físicas, sociales y económicas que predominan en cada zona y estos factores se deben evaluar antes de emprender las mejoras de saneamiento. La evaluación de riesgos (sección 4.4.2) permite reconocer las deficiencias de la situación de saneamiento existente, a partir de la documentación disponible, los conocimientos de expertos locales, el diálogo con usuarios, una encuesta general de la zona que ponga de manifiesto los problemas de saneamiento y, de ser posible, encuestas domiciliarias. Adicionalmente se efectúa una evaluación complementaria mediante el análisis de documentos jurídicos y normativos y entrevistas a interesados directos clave, con el objeto de

comprender la forma como las instituciones informales y formales y los proveedores de servicios, las normas y las prácticas crean la situación actual. Es importante que los interesados directos estén vinculados activamente al proceso de evaluación y procurar una comprensión común de la situación. Debe ser posible reconocer si existen fallas en la cadena de servicios de saneamiento y en qué etapas, dónde estas deficiencias entrañan riesgos mayores para la salud pública y el suministro del mercado, la demanda de los usuarios y los factores institucionales que han llevado a esta situación. Se formularán las intervenciones posibles mediante un proceso iterativo que incluya los interesados directos (sobre todo los usuarios) y se evaluará su viabilidad, para llegar a soluciones factibles que tengan el mayor efecto sobre la salud pública. Las soluciones deben considerar todos los aspectos, entre ellos los siguientes:

- los equipos;
- la promoción del saneamiento y la modificación de comportamientos;
- el desarrollo institucional;
- la legislación y la reglamentación; y
- el financiamiento.

Siempre que sea posible, las intervenciones se deben basar o utilizar la capacidad y la infraestructura existentes.

Como se describe en la sección 4.2, la prestación de servicios de saneamiento puede estar a cargo del sector privado (informal y formal), empresas de servicios públicos (entidades públicas comerciales), el gobierno local o una combinación de estos. Los servicios que aportan un beneficio directo al usuario como el suministro de equipos, la construcción de inodoros o la remoción del lodo, a menudo funcionan bien con empresas privadas, a condición de que se reglamenten para garantizar su seguridad (capítulo 4.4) y que las familias más pobres tengan acceso a subsidios que procuren la asequibilidad de los servicios. El tratamiento de lodo fecal y, en especial, los sistemas de alcantarillado requieren una importante inversión en costo de capital, que tal vez sea difícil de financiar para una empresa privada y suele exigir inversión pública. La gestión de los servicios puede estar directamente a cargo del sector público, una empresa de servicio público o se puede contratar con un operador privado. La opción de contratación es adecuada sobre todo para el tratamiento de lodo fecal y representa un incentivo a la recuperación de recursos.

A medida que las ciudades crecen, aumenta la necesidad de sistemas descentralizados de saneamiento en las zonas

urbanas, tanto de sistemas pequeños de alcantarillado e instalaciones de transferencia del lodo fecal como de centros de tratamiento. Estas opciones tienen sentido desde el punto de vista del diseño, pero su ejecución puede plantear dificultades con respecto a la adquisición del terreno o la resistencia por parte del vecindario. Los problemas de adquisición de terreno se pueden resolver en parte con la adopción de normas de planificación, que posiblemente ya existen, y consideran reservar terrenos para infraestructuras de saneamiento asignándolos en los planes urbanos de zonificación y ordenación territorial.

Cuando existe una resistencia local, es posible superarla trabajando con las comunidades para explorar opciones e incentivos. Las instalaciones de varias tecnologías de tratamiento son subterráneas (como los reactores anaeróbicos con deflectores o anaeróbicos de flujo ascendente con manto de lodo), no generan olores y pueden crear una superficie dura, llana que puede usarse como un espacio comunitario. El biogás generado por el proceso se puede ofrecer a los residentes vecinos y de ser necesario, se pueden negociar otros incentivos. En el caso de las estaciones de transferencia para el lodo fecal, se pueden utilizar unidades móviles cuando es demasiado fuerte la resistencia local a una estructura permanente.

4.8.2 Fortalecimiento de la capacidad de servicios de saneamiento

La adopción de un método sistemático e inclusivo de saneamiento puede crear la necesidad de servicios formales que no existen en la actualidad (o solo en pequeña escala). Estos servicios y sus exigencias de apoyo son de carácter diverso, desde la fabricación y provisión de equipos hasta el manejo del lodo fecal. A continuación se describen algunos factores.

Un nuevo tipo de servicio requiere desarrollo técnico. Las alianzas con instituciones académicas, ONG o empresas sociales pueden respaldar tanto el desarrollo inicial como la adaptación continua del servicio. En el caso de un servicio más desarrollado se puede considerar un modelo de franquicia. Aquí, el concesionario imparte capacitación, apoyo técnico, control de calidad, mercadotecnia y, tal vez algún equipo especializado a los franquiciados. En todos los casos, las alianzas deben incluir personas con conocimientos de salud ambiental que supervisen el análisis de riesgos, el mejoramiento del sistema y el seguimiento operativo y también programas de apoyo

como la capacitación para conseguir que los sistemas desarrollados suministren un saneamiento seguro.

Las asociaciones de proveedores de servicios pueden ser muy útiles y se debe promover su creación donde no existen. Facilitan el diálogo entre los proveedores de servicios y las autoridades responsables del saneamiento y pueden ser el punto de acceso a la capacitación y la certificación. Las asociaciones pueden desempeñar una función útil de información a las instituciones financieras acerca del sector empresarial del saneamiento (que tal vez desconocen) y facilitan la creación de líneas de crédito.

La capacitación es un componente fundamental del fortalecimiento de la capacidad y el aprendizaje entre pares y la tutoría en el empleo pueden ser sumamente eficaces. Los proveedores de servicios deben recibir capacitación sobre las aptitudes empresariales y también sobre las técnicas que promueven la eficiencia, reducen al mínimo los costos y, en definitiva, mejoran la sostenibilidad.

Al comenzar, las empresas pequeñas pueden necesitar ayuda para la obtención de equipos y los costos de funcionamiento. Entre los mecanismos posibles se cuentan los siguientes:

- Representación conjunta en las instituciones financieras a fin de facilitar el acceso al crédito.
- Subvenciones pequeñas o aportes de capital por parte del gobierno o los fondos del proyecto.
- Arrendamiento de equipos.
- Un fondo garantía que facilite los préstamos.
- Acuerdos financieros orientados por los resultados, a menudo utilizados con fondos reembolsables que ofrecen comodidad a quien otorga el crédito.
- Acuerdos de adquisición anticipados, que garantizan un mercado a un nivel definido.

Una vez que los servicios están en funcionamiento se debe activar y mantener la demanda con campañas permanentes de mercadeo e información y con una aplicación cuidadosa de los reglamentos de salud pública. Cuando hay múltiples pequeños proveedores de servicio, una marca común y las campañas de mercadeo pueden facilitarles el uso de medios de difusión, que tal vez solo sean asequibles a escala colectiva.

4.8.3 Trabajar con los proveedores de servicios de saneamiento existentes

En las zonas urbanas, el saneamiento mejorado suele estar en competencia con servicios de saneamiento tradicionales inseguros. Se debe persuadir y estimular a los proveedores de servicios tradicionales a que trabajen con los servicios nuevos y mejorados a fin de aprovechar sus conocimientos adquiridos sobre las aguas residuales y el lodo fecal y el comportamiento de las personas con respecto a los inodoros. Esta actitud los aleja del mercado de servicios inseguros y los disuade de sabotear los servicios mejorados para proteger sus medios de subsistencia.

Algunos de los proveedores de servicios tradicionales pueden estar socialmente marginados y ser renuentes o incapaces de participar en un servicio formal, reglamentado. Esta situación se puede superar alentando a los proveedores de servicios autorizados para que los empleen, a condición de que puedan ajustarse a las normas aceptables de comportamiento y seguridad. Es importante lograr su participación en una fase inicial, para que formen parte de la solución y no del problema. Sea cual fuere la forma de incorporar estos trabajadores en el sistema de saneamiento mejorado, tal vez sea necesario tomar medidas específicas a fin de erradicar toda práctica inadecuada residual, una vez que se haya establecido un mercado que ofrezca un volumen suficiente de servicios alternativos y seguros.

4.8.4 Financiamiento de los servicios

Las personas están preparadas para pagar (al menos parcialmente) por los servicios de saneamiento en el inodoro, la contención y el tratamiento in situ y parte de la transferencia (véase capítulo 3) cuando reciben directamente los beneficios. Otros aspectos como la transferencia, el tratamiento y la disposición y/o uso final se comparten y se perciben como servicios que benefician a comunidades enteras y pueden requerir estrategias de financiamiento públicas o conjuntas como las tarifas y los impuestos. Las estructuras tarifarias deben corresponder a la capacidad de pago por los servicios, a fin de impedir la exclusión de las familias pobres de los servicios.

En zonas urbanas, las tarifas de saneamiento se pueden combinar con las tasas del agua, sobre todo cuando una empresa de servicios públicos gestiona todos los servicios de saneamiento (servicios con o sin alcantarillado). También se pueden incluir en los impuestos locales, aunque puede

ser más difícil lograr que los fondos recaudados con este mecanismo se dirijan al saneamiento.

En las zonas rurales de baja densidad, donde la principal actividad es la promoción del saneamiento y el fomento del uso seguro y constante de inodoros autoconstruidos, existe poca opción diferente a la de utilizar los presupuestos del gobierno en estas actividades.

Una cuestión específica surge cuando es necesario vaciar los inodoros, pues el costo suplementario de mejorar los inodoros para permitir un vaciado mecánico en lugar de un vaciado manual también beneficia a los residentes en la zona circundante (al evitar el vaciado local del lodo fecal). Un problema semejante aparece cuando los sistemas de alcantarillado se extienden a las zonas de bajos ingresos donde los residentes pueden ser incapaces de afrontar el costo de la plomería interna necesaria. En estas circunstancias, tal vez esté justificado subsidiar en parte el costo al usuario, con las mismas fuentes que se utilizan para los demás costos de saneamiento compartidos públicamente. También cabe señalar que la compra en gran escala y la construcción de inodoros prefabricados pueden reducir de manera considerable el precio en estos programas.

En comunidades muy pobres o en los hogares vulnerables, incluso un inodoro básico puede ser inasequible y tal vez se precise un subsidio dirigido específico. Los posibles mecanismos para dueños y ocupantes en las zonas urbanas de bajos ingresos incluyen las redes de seguridad social o los fondos gestionados por la comunidad. Los propietarios de bajos ingresos deben poder acceder a estas redes de protección de la seguridad social o a los fondos administrados por la comunidad en beneficio de sus arrendatarios. Sin embargo, existe el riesgo de que esto aumente el alquiler y puede provocar el desplazamiento de los arrendatarios más pobres, hacia viviendas de calidad inferior. Una opción para las personas que viven en alojamientos alquilados, sobre todo en zonas de alta densidad sin seguridad de la ocupación, es el saneamiento basado en contenedores ya que ofrece un servicio directo a los arrendatarios sin necesidad de que sufragan el costo total de la inversión de mejoramiento de una vivienda que no es propia. En las zonas rurales de baja densidad donde se supone que los costos en dinero efectivo para la construcción de inodoros son muy reducidos, podría recurrirse al trabajo comunitario.

Servicios tales como la remoción del lodo pueden ser demasiado costosos para algunos usuarios, en muchos casos tendrán que competir con la remoción manual del lodo, cuyo costo suele ser bajo, porque no incluye el transporte y la eliminación seguros. Esta situación se contrarresta al facilitar los pagos mediante una tarifa periódica asequible. Quizá también sea necesario subsidiar estos servicios, mediante sistemas de cupones u otros sistemas aplicables. La demanda de servicios de remoción del lodo es a menudo estacional, lo cual plantea problemas a una empresa pequeña. Esto puede compensarse en parte si adoptan otras actividades económicas como la recolección de residuos sólidos, que ofrece ingresos constantes durante todo el año o poniendo en marcha un sistema de vaciado programado y no reactivo, que distribuya la demanda en el transcurso del año.

El procesamiento del lodo fecal y las aguas residuales en productos para la venta (por ejemplo, biogás, combustible sólido, compost o agua de riego para uso agrícola) puede ayudar a compensar algunos de los costos de tratamiento, pero rara vez cubre el costo total (Otoo y Drechsel, 2018). Cuando se consideran las opciones de productos, es importante evaluar el mercado de un producto propuesto y analizar si las cantidades, la calidad y los costos de distribución necesarios se adaptan a la capacidad de producción. Una legislación ambiental que promueva su uso, puede hacer estos productos más atractivos. Siempre es necesario evaluar las implicaciones de salud pública de los diversos tipos de uso final, cuando se deciden los productos que se han de producir y deben tenerse en cuenta los costos para garantizar la seguridad del producto en el costo final. Una vez que se adopta una opción y se pone en práctica, se deben desarrollar métodos apropiados de medidas de control y monitoreo, con el fin de garantizar la seguridad permanente del uso de los productos (OMS, 2006; OMS, 2016).

4.9 El fomento del mercado de los servicios de saneamiento

Para fomentar las nuevas normas de comportamiento sanitario es necesario un programa sostenido de promoción. La publicidad y la promoción del cambio del comportamiento necesitan recursos considerables para lograr resultados. Los cambios de comportamiento que se quieren obtener (por ejemplo, sección 4.7.2) y los mensajes se deben definir claramente y las intervenciones se deben

fundamentar en una investigación adecuada de los grupos destinatarios, junto con el aporte de profesionales experimentados como se explica en el capítulo 5.

Existen varios tipos de servicios de saneamiento que pueden prestar entidades comerciales o en parte comerciales, a saber:

- suministro de equipos y construcción de inodoros;
- inodoros públicos de pago por uso; y
- remoción del lodo o el intercambio de contenedores.

En todos los casos es útil, tanto para los usuarios como para los proveedores, disminuir los precios mediante la competencia, porque se hace el mercado más accesible para los usuarios y al mismo tiempo se aumentan los volúmenes de las ventas.

En el caso del suministro de equipos y la construcción de inodoros, el primer paso consiste en desarrollar productos combinados de sistemas de inodoro y contención apropiados para el mercado destinatario, que cumplan las aspiraciones, se adapten fácilmente al tipo de vivienda al cual se dirigen, sean asequibles y correspondan bien al resto de la cadena de servicios de saneamiento. Puede ser muy eficaz agrupar estos productos y su instalación con el crédito al consumidor (por parte de los proveedores o instituciones de microfinanciamiento) en un paquete. Las ventas por comercialización directa y los esfuerzos de mercadeo de los productos o del paquete son esenciales y compartir una campaña publicitaria de marca puede ser eficaz.

En el mercado de la remoción del lodo, la presencia generalizada de teléfonos móviles en las zonas urbanas ha permitido, en algunos casos, la aparición y utilización de centros o plataformas digitales automáticas donde los usuarios pueden contactar con los proveedores de servicios y estos compiten con los precios (Aquaconsult, 2018). El hecho de crear un mercado tan eficaz es probablemente más viable que tratar de controlar los precios mediante la reglamentación, pues se equilibra la voluntad de pagar con los costos de los servicios. También se puede controlar la calidad al obtener retroalimentación de los clientes. Cuando se crea una base de datos de inodoros, este tipo de plataforma puede además volverse una buena fuente de datos de monitoreo y planificación. Es posible incorporar chips de geolocalización en los equipos autorizados de remoción del lodo fecal a fin de enriquecer la base de datos.

Los servicios de saneamiento basados en el uso de contenedores están en desarrollo. Los costos dependen en gran medida de la escala de prestación del servicio y la densidad de los usuarios (proporción de todos los hogares en una zona de servicio local que utilizan el servicio). Por consiguiente, el mercadeo es primordial para la prestación de un servicio asequible a base de contenedores.

Aunque algunos servicios requieren subsidios destinados a las familias más pobres, la gestión de pagos únicos grandes como la conexión al alcantarillado o las tarifas por remoción del lodo, incorporándolos en una tasa mensual regular puede hacerlos mucho más asequibles, sobre todo para los usuarios más pobres. Una base de datos de los inodoros no conectados al alcantarillado es un componente necesario en todo esquema, incluso en la remoción del lodo programada con intervalos definidos. Es apropiado movilizar a los trabajadores de primera línea y a los líderes locales para que se encarguen de manera periódica del trabajo necesario sobre el terreno, pues esto ayuda a la autoridad encargada del saneamiento.

4.10 La gestión de los riesgos especiales del saneamiento

4.10.1 Saneamiento en situaciones de emergencia

Otras publicaciones (por ejemplo, El Manual Esfera, 2018) ofrecen orientación especializada sobre el saneamiento en las situaciones de desastre. Estas Guías se centran en la inclusión del saneamiento en la planificación de los preparativos para casos de desastre, como una acción inmediata prioritaria. Para facilitar esto es necesario adquirir y colocar con anticipación en el lugar previsto, los materiales de saneamiento y de higiene junto con otros suministros para emergencias (como elementos para abrigo, nutrición y salud). Los suministros para situaciones de emergencia incluyen los siguientes:

- picos y palas para cavar las letrinas de pozo o de zanja;
- losas de letrina o receptáculos para el saneamiento a base de contenedores;
- material para superestructuras, con todos los dispositivos necesarios para la privacidad y puertas que cierren con llave;
- materiales de limpieza anal o contenedores apropiados;
- bidones e instalaciones para el lavado de manos;
- jabón; y

- cal para usar en caso de incidentes de contaminación fecal.

Cuando se establece un campamento de refugiados o desplazados internos, es importante garantizar que en la medida de lo posible esté situado en una zona donde pueden cavarse letrinas (es decir, no en zonas rocosas ni con un nivel freático alto). A menudo los campamentos se ubican en terrenos marginales, que son más fácilmente disponibles que la tierra con cobertura de suelo y un nivel freático razonablemente bajo, pero que plantean problemas y riesgos importantes con respecto al saneamiento. Puesto que los campamentos suelen terminar como asentamientos urbanos, es necesario considerar una cadena completa de servicios de saneamiento con alcantarillado o manejo y tratamiento eficaz del lodo fecal, luego que termina la fase inmediata de desastre, porque las densidades son demasiado altas para tolerar durante un período largo las letrinas de pozo de rellenar y cubrir. También se deben considerar situaciones en las cuales no se pusieron a disposición los campamentos o estos surgieron de manera informal, incluida la evaluación del impacto de la afluencia de refugiados o desplazados internos sobre ellos mismos y sobre las comunidades que los acogen.

Los sistemas a base de contenedores también pueden utilizarse en situaciones de emergencia, ya que se pueden desplegar muy rápidamente y además pueden prestar un servicio a largo plazo. También pueden prestar un servicio provisional eficaz los inodoros compartidos que sustituyen una letrina de pozo con tanques de plástico que se pueden reemplazar periódicamente y transportarse en camión para tratamiento fuera del lugar de uso, no necesitando desechos orgánicos secos. En el capítulo 3 se formulan recomendaciones sobre otras medidas graduales de control.

Las provisiones destinadas a personas con discapacidades, niños y para la privacidad, seguridad y necesidades de higiene menstrual de las mujeres son primordiales y exigen una planificación cuidadosa durante las situaciones de emergencia, cuando las mujeres y las niñas son especialmente vulnerables.

4.10.2 Saneamiento durante los brotes y las epidemias de enfermedades entéricas

Se debe prestar una atención especial al saneamiento durante los brotes y las epidemias de enfermedades entéricas con

un modo de transmisión fecal-oral como el cólera etc. Las medidas preventivas dirigidas a reducir la carga fecal en el medio ambiente (véase el capítulo 3) sobre todo en zonas críticas conocidas por brotes recurrentes, son más eficaces que los intentos de desinfectar la materia fecal en el medio ambiente. La desinfección de las heces suele ser inútil porque la materia orgánica en las heces tiene una alta exigencia de cloro y además es lenta y costosa.

Para detectar los riesgos, priorizar la acción y monitorear las principales medidas se puede aplicar un enfoque rápido de planificación de la seguridad del saneamiento. Aunque las características específicas de cada situación son diferentes, las acciones más prioritarias se deben dirigir hacia donde existe la probabilidad de mayor exposición a los peligros relacionados con el saneamiento y donde se puede generar el mayor riesgo, esto es el inodoro y la contención en la cadena de servicios cerca de donde viven y trabajan las personas.

Algunas medidas, en general relacionadas con las prácticas de higiene y las actividades de reparaciones menores y mantenimiento se pueden llevar a cabo de inmediato, pero otras que requieren intervenciones más complejas pueden necesitar semanas o meses. En el recuadro 4.2 se plantean algunas de las medidas inmediatas y a más largo plazo que se pueden examinar en las diversas etapas de la cadena de servicios de saneamiento.

Debe recordarse que un factor causal importante en las epidemias de enfermedad entérica es un saneamiento deficiente. Estos episodios se pueden aprovechar para sensibilizar a las instancias decisorias sobre la importancia de mejorar el saneamiento y que es importante continuar con medidas a más largo plazo con el objeto de evitar una nueva aparición.

4.10.3 Saneamiento en los establecimientos de atención de salud

Los establecimientos de atención de salud representan un riesgo de saneamiento especialmente alto, tanto por agentes infecciosos como por productos químicos tóxicos. Desde la perspectiva del usuario estos centros deben ser un modelo de saneamiento higiénico. El saneamiento en el ámbito de la atención de salud debe estar a cargo del Ministerio de Salud y la responsabilidad de su gestión debe especificarse claramente en las descripciones de los puestos de gerentes y del personal pertinente de los establecimientos.

La proporción recomendada de inodoros por enfermos hospitalizados es de 1 a 20 y al menos tres inodoros en los entornos ambulatorios (inodoros para el personal de sexo masculino y sexo femenino) (OMS, 2008). Las instalaciones deben ser culturalmente aceptables, privadas, seguras, limpias y accesibles a todos los usuarios, con facilidades para las personas con movilidad reducida y el manejo de la higiene menstrual. Las bacinillas deben ser usadas por los pacientes solo cuando es necesario y no como un sustituto corriente de los inodoros; cuando se utilizan, las bacinillas se deben manejar de manera segura, evitando los derrames y usando el equipo de protección personal apropiado. Los desechos fecales de las bacinillas y el agua usada para lavarlas se deben vaciar en un inodoro o en un sistema de saneamiento con otros medios como un desagüe o un triturador. Debe existir un punto fiable de agua con jabón cerca de los inodoros para el lavado de las manos.

Se deben contener completamente todos los desechos fecales (incluidas las bacinillas) y las aguas grises. Cuando se cuenta con una alcantarilla conectada a una planta de tratamiento plenamente funcional, estos desechos se pueden combinar y descargarse allí. Si no existe ninguna alcantarilla, los desechos fecales y las aguas grises se deben transferir por drenes separados. Los desechos fecales se deben tratar en una instalación de tratamiento de tamaño apropiado, agregando el agua gris en una etapa secundaria. El efluente líquido se debe recoger in situ, con infiltración en el subsuelo. Cuando esto no es posible, el efluente líquido se debe desinfectar en un tanque con deflector que proporcione un tiempo de contacto adecuado, antes de descargarlo en el medio ambiente fuera del establecimiento de atención de salud. Nunca debe usarse el efluente líquido, aunque se haya desinfectado.

Es importante asignar sistemáticamente un presupuesto para la operación y el mantenimiento del sistema de aguas residuales de un establecimiento de atención de salud. Se debe designar oficialmente a un miembro del personal con capacitación adecuada como responsable del sistema, y asignar personal para las tareas de mantenimiento. La gestión del sistema de aguas residuales debe formar parte del programa permanente del grupo a cargo de la prevención y el control de infecciones, de igual manera que el manejo de los desechos de laboratorio, el manejo de desechos sólidos y el tratamiento seguro de los desechos infecciosos.

Recuadro 4.2 Medidas preventivas inmediatas para las zonas con alto riesgo de brotes de enfermedades entéricas

Al nivel de los barrios y los hogares

Medidas inmediatas

Efectuar inspecciones sanitarias de los barrios puerta a puerta, a fin de reconocer los sitios de defecación al aire libre y las conexiones del alcantarillado con fugas o los desbordes de canales y pozos o tanques de instalaciones sanitarias in situ.

- Donde predomina la defecación al aire libre, encargarse de crear la demanda y promover el saneamiento (véase el capítulo 5) con personal capacitado adecuadamente, si existe, con el fin de persuadir a quienes tienen esta práctica el que utilicen un inodoro existente en el vecindario o la comunidad, si está disponible.
- En las zonas urbanas, mediante una combinación de estrategias de promoción del saneamiento y de cambio de comportamientos, persuadir a los dueños de que vacíen las instalaciones que presentan rebose, pero que por lo demás funcionan bien, cuando esta es una opción viable.
- Llevar a cabo una intensa campaña de promoción de la higiene, centrándose en la búsqueda inmediata de atención; el lavado de las manos con jabón; la eliminación inmediata de las heces de los lactantes y los niños en un inodoro seguro; las prácticas higiénicas durante el cuidado de personas enfermas y el manejo de sus heces; las prácticas higiénicas durante el lavado y el entierro de cadáveres; evitar el contacto con el agua en los canales (especialmente los niños); y el tratamiento de los abastecimientos de agua potable.

Promover y apoyar la instalación de estaciones para el lavado de las manos en los hogares y las instituciones.

Medidas a mediano plazo

- Con una combinación de creación de demanda y de hacer cumplir las normas, persuadir a los propietarios de que corrijan las fugas y reconstruyan o mejoren los inodoros inseguros o que construyan un inodoro cuando no existe ninguno.
- Donde no es posible sustituir la defecación al aire libre por inodoros domésticos individuales, organizar la construcción de inodoros comunitarios compartidos por grupos limitados y definidos de hogares, con acuerdos sólidos de operación y mantenimiento.
- Donde el efluente líquido de las instalaciones sanitarias in situ se descarga en desagües y canales o donde existen conexiones al alcantarillado con fugas, promover la construcción de pozos de infiltración y lechos filtrantes cuando sea factible. Donde no es posible, organizar la remoción colectiva del lodo para prolongar la permanencia del efluente en los tanques y disminuir el arrastre de los sólidos.

En los puestos de salud, los hospitales o los establecimientos de urgencia para personas afectadas

Medidas inmediatas

- Eliminar con urgencia las fugas y el rebose de efluentes líquidos y realizar todas las reparaciones menores factibles y la remoción del lodo, a fin de potenciar al máximo la eficiencia del sistema de saneamiento existente.
- Garantizar que las instalaciones de saneamiento estén funcionando, son accesibles a todos y cuentan con una instalación cercana para lavado de las manos con jabón.

Medidas a mediano plazo

- Examinar los acuerdos de saneamiento, con el fin de garantizar que se recoge toda la materia fecal y que todos los efluentes líquidos son tratados in situ, infiltrados en el suelo en un lecho de infiltración o descargados al alcantarillado y tratados y eliminados de manera segura (véase más adelante alcantarillado y tratamiento de aguas residuales).

Manejo del lodo fecal

Medidas inmediatas

- Difundir mensajes destinados a promover el uso de operadores autorizados de remoción del lodo (donde proceda).
- Si esto dará lugar a una menor descarga a cielo abierto, suspender temporalmente el cobro de tasas de vaciado.
- Inspeccionar de urgencia todo el equipo de manejo de lodo fecal y obligar a los operadores a que corrijan cualquier falla que pueda provocar una contención inadecuada o derrames.
- Aumentar la vigilancia de los vertederos de lodo fecal a cielo abierto y adoptar medidas firmes que garanticen que los operadores descargan el lodo en sitios autorizados.
- Promover el uso de desinfectantes para limpiar los lugares donde se ha realizado el mantenimiento y para el equipo utilizado para la remoción del lodo, reforzando su aplicación mediante inspecciones de seguimiento.

Medidas a mediano plazo

- Revisar las prácticas de funcionamiento con todos los operadores de remoción del lodo a fin de reducir al mínimo los riesgos, tanto para los operadores como para los usuarios.
- Contactar a los vaciadores tradicionales y obtener su cooperación en la medida de lo posible, fomentando el entierro del lodo fecal y no su vaciado en los canales, los cuerpos de agua o a campo abierto.

Alcantarillado*Medidas inmediatas*

- Donde no se puede reparar de inmediato el sistema de tratamiento (garantizar cuando menos que se contienen los desbordamientos en un canal y se descargan donde representen el menor riesgo).

Medidas a mediano plazo

- Inspeccionar todos los sistemas de alcantarillado, detectar los desbordamientos y rectificarlos de manera definitiva.

Tratamiento de lodo fecal y aguas residuales*Medidas inmediatas*

- Donde no existen instalaciones de tratamiento o es imposible repararlas a corto plazo, adoptar medidas que maximicen la retención de los efluentes líquidos antes de la descarga y garanticen o limiten el uso de masas de agua receptoras con fines recreativos o de riego de cultivos comestibles (sobre todo de alimentos que se consumen crudos), a fin de prevenir la exposición.

Medidas a mediano plazo

- Inspeccionar todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y de lodo fecal y corregir toda falla en los equipos y los procedimientos normalizados de trabajo.

Referencias

Aquaconsult (2018) Engaging with the Private Sector for Urban Onsite Sanitation Services: Lessons from six sub-Saharan African cities, Bill & Melinda Gates Foundation.

De Albuquerque C (2014). Realising the human rights to water and sanitation: a handbook. Office of the UN Special Rapporteur on the Human Right to Water and Sanitation, Portugal: UN Habitat.

Mills F, Willetts J, Petterson S, Mitchell C, Norman G (2008). Faecal Pathogen Flows and Their Public Health Risks in Urban Environments: A Proposed Approach to Inform Sanitation Planning. *Int J Environ Res Public Health*. 23; 15(2).

Otoo M, Drechsel P (Eds.) (2018) Resource recovery from waste: business models for energy, nutrient and water reuse in low- and middle-income countries. Oxon, UK: Routledge - Earthscan. 816p.

The Sphere Project (2018). Humanitarian charter and minimum standards in humanitarian response.

Therkildsen, O. (1988) Watering White Elephants? Lessons from Donor Funded Planning and Implementation of Water Supplies in Tanzania. Uppsala: Scandinavian Institute of African Studies.

World Health Organization (2006). WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. WHO, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2008) Essential environmental health standards in health care. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

World Health Organization (2016) Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

World Health Organization and UNICEF (2017). Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. WHO and UNICEF, Geneva, Switzerland.

CAPÍTULO 5

CAMBIO DE COMPORTAMIENTO EN EL SANEAMIENTO

5.1 Introducción

Al igual que muchos programas de salud pública, los programas de saneamiento han tratado siempre de influir sobre las prácticas mediante la provisión directa de equipos (por ejemplo, construcción de inodoros, redes de aguas residuales y plantas de tratamiento) y diversas formas de educación sanitaria o promoción de la salud. Sin embargo, las enseñanzas extraídas de la práctica y los estudios de ciencias del comportamiento indican que las personas deciden utilizar los inodoros y practicar comportamientos higiénicos conexos por muchas razones diferentes del deseo de mejorar la salud (Jenkins & Curtis, 2005; Curtis, Danquah & Aunger, 2009). La modificación del comportamiento se considera en la actualidad como un componente básico de los programas de saneamiento, ya sea con el fin de mejorar la aceptación de soluciones de saneamiento, prácticas higiénicas en los hogares o, de hecho, en las instituciones responsables de la programación del saneamiento.

El cambio del comportamiento de los diversos interesados directos es necesario para que las intervenciones de saneamiento mejoren la salud pública. Los capítulos 3 y 4 abordan diferentes comportamientos importantes relacionados con la prestación y el manejo de los servicios de saneamiento. Este capítulo se centra en el estímulo al cambio de comportamiento a escala individual, del hogar y la comunidad mediante intervenciones de modificación de comportamientos encaminadas a aumentar la adopción de inodoros domésticos y su constante uso, manejo y mantenimiento.

Según la situación específica, los comportamientos que se espera adopte el usuario pueden incluir:

- Abandonar la defecación al aire libre y usar instalaciones sanitarias seguras.
- Lavarse las manos con jabón en los momentos críticos.
- Construir y utilizar letrinas de pozo no vaciables, que se cubren cuando están llenas y se construyen nuevas.

- Construir y utilizar instalaciones permanentes in situ con acceso al vaciado y en una ubicación accesible al equipo de vaciado.
- Garantizar la remoción periódica del lodo fecal de estas instalaciones y la infiltración de los efluentes líquidos en el subsuelo u otra ruta segura de eliminación.
- Conectar las instalaciones a un sistema de alcantarillado donde esté disponible, con pago por los servicios.
- Adoptar prácticas seguras de manipulación de las aguas residuales y el lodo fecal en la producción y venta de alimentos.

5.2 Responsabilidades institucionales y gubernamentales respecto al cambio de comportamiento en el saneamiento

Los gobiernos son los principales interesados directos en la coordinación y la integración de las iniciativas para el cambio de comportamientos al nivel local y deben ejercer liderazgo y garantizar el financiamiento. En el capítulo 4 se plantea que el cambio de comportamientos sanitarios exige recursos económicos y humanos y que la falta de asignación de recursos suficientes puede llevar al fracaso de la adopción o del uso sostenido de los servicios de saneamiento en el hogar.

Las autoridades sanitarias deben garantizar que todas las intervenciones de saneamiento incluyan una estrategia sólida para el cambio de comportamientos sanitarios. Esto se aplica ya sea cuando existe un esfuerzo nacional para mejorar el saneamiento en general o cuando el saneamiento forma parte de un programa de control de enfermedades (por ejemplo, como parte de las mejoras ambientales encaminadas a eliminar el tracoma, la prevención y la respuesta a los brotes de cólera, los programas nutricionales o para disminuir las helmintiasis intestinales en los niños). Es importante asignar a la tarea

del cambio de comportamientos sanitarios personal con conocimientos especializados y recursos económicos suficientes, y trabajar en coordinación con quienes proporcionan la infraestructura y los servicios para evitar que se cree una demanda de servicios inexistentes o que los servicios se ofrezcan pero no se adquieran, o se suministren pero no se utilicen.

Muchas autoridades sanitarias cuentan con departamentos dedicados al desarrollo de intervenciones de promoción de la salud, sin embargo, cuando estos departamentos no existen o carecen de las competencias y los recursos necesarios para diseñar programas de cambio del comportamiento basados en la evidencia, son las autoridades sanitarias las que deben ofrecer supervisión y dirección para el diseño de estos programas. Esta función puede incluir buscar la participación de organizaciones con los conocimientos teóricos y prácticos como las universidades y los organismos de mercadotecnia social y de diseño.

Como mínimo, las autoridades de salud deben ejercer las siguientes funciones:

- Proveer supervisión sobre los enfoques apropiados y su implementación y monitoreo.
- Garantizar que los esfuerzos de cambio de comportamientos sanitarios son dirigidos, en la medida de lo posible con base en la evidencia y que existe un mecanismo sólido de seguimiento y retroalimentación que facilite el aprendizaje y la adaptación.
- Garantizar que todos los participantes actúan en torno al mismo conjunto de objetivos y estrategias comportamentales, a fin de que los diversos esfuerzos se fortalezcan mutuamente, en lugar de competir o debilitarse entre sí.

El Ministerio de Salud puede participar en la formulación de estrategias de cambio de comportamientos sanitarios, la definición de las metas y la elaboración de guías locales. Aunque tal vez no participe en el manejo directo de las intervenciones, este ministerio sí tiene un mandato de gestión, coordinación y supervisión de los esfuerzos de otros protagonistas, incluidos los organismos externos de apoyo y las ONG. El Ministerio de Salud es también el punto focal de la gestión de conocimientos relacionados con el saneamiento y los comportamientos afines en su país.

Es importante mantener una información exacta y actualizada sobre las prácticas de saneamiento vigentes

(tanto a escala nacional como en regiones o subpoblaciones específicas). Se suele recurrir a encuestas representativas de la escala nacional, como las Encuestas de Demografía y Salud y las Encuestas de Indicadores Múltiples por Conglomerados, con el fin de obtener estas estimaciones nacionales y subnacionales sobre la cobertura y el uso del saneamiento. También existen estudios académicos sobre el comportamiento relacionado con el saneamiento. Sería útil integrar la colecta de datos sobre el estado del saneamiento al nivel de la comunidad en las actividades rutinarias de recolección de datos (por ejemplo, en el sistema de información de gestión sanitaria) o las actividades de programas específicos.

El Ministerio de Salud también puede prestar apoyo técnico con respecto a los indicadores y los métodos ordinarios para medir los resultados comportamentales, garantizar que los datos específicos de saneamiento se comparten entre las organizaciones y que las actividades de colecta de datos son comparables.

Si el Ministerio de Salud cumple estas funciones, facilita a otras instituciones el desempeño adecuado de sus propias tareas, que consisten en fortalecer la capacidad de las autoridades locales y regionales, proporcionar herramientas y apoyo técnico para la programación local y afianzar las relaciones entre los interesados directos.

5.3 Comportamientos y determinantes del saneamiento

Para diseñar actividades que sean eficaces para influir en los comportamientos sanitarios es importante comprender la diversidad de comportamientos existentes y sus factores determinantes. Desde una perspectiva de cambio del comportamiento, el saneamiento y la higiene plantean varias dificultades específicas. Por ejemplo, las actitudes relacionadas con el saneamiento y la higiene pueden estar muy arraigadas en rutinas cotidianas de larga data como comportamientos realizados en una secuencia específica, en un ambiente determinado y en momentos precisos del día. Los comportamientos sanitarios también pueden exigir una modificación física costosa del hogar como la construcción de un inodoro doméstico.

Para que el saneamiento sea eficaz (es decir, que garantice que las personas no tengan contacto con organismos patógenos de los desechos humanos y que los patógenos

se retiran de una manera segura del medio ambiente), son importantes diversos comportamientos interrelacionados. Estos incluyen el uso sostenido de las instalaciones sanitarias y su mantenimiento y conservación, la buena higiene de las manos y la disposición higiénica de las heces de los niños y los lactantes. Contar con acceso a un inodoro es primordial para adoptar su utilización, pero no garantiza su uso constante (Garn et al., 2017). Son muchas las razones para no usar las instalaciones existentes, entre ellas las siguientes:

- El acceso a las instalaciones puede no ser adecuado para los usuarios previstos, en especial las mujeres, las personas mayores o las personas con discapacidades.
- Las instalaciones pueden no ofrecer suficiente privacidad a los usuarios, dado el carácter íntimo y a menudo tabú de los comportamientos sanitarios (Sahoo et al., 2015).
- Las instalaciones y su uso pueden no ofrecer un ambiente seguro exento de acosos, violencias u otras formas físicas y emocionales de daño (Kulkarni, O'Reilly & Bhat, 2017).
- Las instalaciones pueden no estar en buen estado de funcionamiento, estar sucias o ser incómodas.
- Las personas pueden preferir defecar al aire libre, sobre todo cuando las opciones de saneamiento son poco atractivas o su mantenimiento no es higiénico (Dreibelbis et al., 2015).
- Las instalaciones pueden no estar disponibles para los usuarios cuando ellos las necesitan como cuando están lejos del hogar (escuela, lugar de trabajo, lugares públicos) o pueden estar bajo llave en la noche (Caruso et al., 2017a, b).
- Los usuarios pueden preocuparse por las consecuencias del uso a largo plazo, con respecto al llenado de los pozos y su mantenimiento futuro y evitan usar la instalación (Coffey et al., 2014).
- El hecho de compartir las instalaciones puede disuadir a las personas de utilizarlas, aunque se compartan solo con los miembros de la misma familia (Coffey et al., 2014).
- Las instalaciones compartidas y públicas se pueden encontrar a una gran distancia; y las filas de espera también pueden desalentar su uso (Kulkarni, O'Reilly & Bhat, 2017)

Los determinantes de los comportamientos de interés pueden ser positivos (es decir que promueven el resultado comportamental) o negativos (y actúan como una barrera al resultado). Los determinantes comportamentales se encuentran en diferentes niveles (por ejemplo, la sociedad, la comunidad, las personas, etc.) e incluyen factores que se pueden caracterizar como relacionados con el contexto, la tecnología y las experiencias psicosociales (Dreibelbis et al., 2013).

Por ejemplo, entre los determinantes comportamentales a nivel individual se cuentan los conocimientos sobre la construcción y el uso de inodoros, los costos y los beneficios, la motivación y el deseo de saneamiento y la manera como el comportamiento se ajusta a las rutinas y los hábitos cotidianos.

Los determinantes que operan al nivel del hogar podrían incluir los roles y las responsabilidades y la división del trabajo en el hogar.

Al nivel de la comunidad, los determinantes incluyen las normas de la sociedad sobre el uso de inodoros y la capacidad de gestión y mantenimiento de las instalaciones.

Los determinantes comportamentales se relacionan con el contexto en el cual ocurren los comportamientos. Se trata de determinantes del entorno físico como el clima, las características geográficas y el acceso a los materiales; determinantes económicos como el acceso a los bienes y los servicios; y determinantes institucionales como la disponibilidad de subsidios o la aplicación de multas o sanciones. Las tecnologías de saneamiento también pueden determinar los comportamientos, por ejemplo, con la comodidad al usarlo, su ubicación y costo.

Las relaciones entre los determinantes comportamentales y los comportamientos pueden ser complejas y a menudo interactúan múltiples factores para influir sobre un comportamiento. Esto se ilustra en la figura 5,1 acerca de de la defecación al aire libre.

Figura 5.1 Ejemplo de los determinantes del comportamiento en la defecación al aire libre



Recuadro 5.1 Consideraciones para el cambio de comportamiento en el saneamiento de entornos urbanos

Los determinantes del comportamiento pueden diferir en los distintos entornos y en diferentes grupos de la población. Las estrategias para cambio del comportamiento suelen prestar un gran interés al ámbito rural, sin embargo, las poblaciones urbanas plantean retos y oportunidades específicas. Las mayores densidades de población, las tasas más altas de alquiler (en comparación con ser propietario), la falta de espacio y la necesidad de cadenas de servicios de saneamiento más complejas o de tecnologías que sirven a más de un hogar pueden limitar la oportunidad de las poblaciones urbanas para mejorar sus propios servicios de saneamiento, de la manera que se espera en las poblaciones rurales (por ejemplo, con la construcción de letrinas de pozo único).

Las redes sociales en las zonas urbanas pueden ser menos formales, de manera que las presiones y las normas sociales en las zonas urbanas difieren de las que operan en las zonas rurales y pueden reducir la eficacia de las intervenciones que dependen de la presión social para abandonar la defecación al aire libre. En los entornos urbanos, cada vez se refieren con mayor frecuencia a la violencia y el daño físico, en especial contra las mujeres y las niñas, asociados al hecho de depender de espacios abiertos compartidos o de inodoros públicos para la defecación y esta situación exige estrategias para mejorar el saneamiento que respondan a estas necesidades. En general, las poblaciones urbanas tienen mejor acceso que las poblaciones rurales a los recursos en dinero efectivo, mercados del saneamiento y apoyo técnico. Otras poblaciones tienen necesidades específicas de saneamiento como las personas en viviendas de alquiler, las personas sin tenencia de tierra, las personas sin hogar y los grupos marginados de población, ya sea socialmente (por la clase, la casta, la situación social o la identidad étnica o cultural) o por las condiciones geográficas (O'Reilly, Dhanju & Goel, 2017).

5.4 Cambios de comportamiento

5.4.1 Principales enfoques

En esta sección se describen los diferentes enfoques de modificación del comportamiento que se aplican con frecuencia para cambiar los comportamientos relacionados con el saneamiento y la higiene. Aunque se han usado innumerables estrategias, en general, se podrían clasificar en una o varias de cuatro categorías principales (adaptado de Buck et al., 2017), a saber:

- enfoques con envío de mensajes, que se basan en la información, la educación y la comunicación (IEC);
- enfoques comunitarios;

- enfoques de mercadotecnia social y comercial; y
- enfoques basados en las teorías psicológicas y sociales.

Los programas de cambio de comportamientos a menudo utilizan más de un enfoque.

Enfoques de información, educación y comunicación (IEC)

El envío de mensajes y la sensibilización son el elemento principal de las iniciativas clásicas de información educación y comunicación (IEC). Los enfoques de IEC se usan a menudo en comunicación para lograr cambios de comportamientos de salud pública. La IEC abarca los medios

de difusión, la comunicación de grupo o interpersonal y las actividades participativas. Algunos enfoques específicos como la Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento (PHAST, por Participatory Hygiene and Sanitation Transformation) y la Capacitación de los Niños para la Higiene y el Saneamiento (CHAST, por Child Hygiene and Sanitation Training) aplican métodos de IEC, se fundamentan en la modificación del comportamiento individual y buscan de manera explícita el cambio de comportamientos colectivos.

Los enfoques de IEC a menudo están predeterminados a los mensajes en materia de salud, sobre todo en torno a los riesgos para la salud de los niños. Sin embargo, es frecuente que las poblaciones ya conozcan tanto el riesgo de enfermedades diarreicas como su prevención (Biran et al., 2009; Curtis, Danquah y Aunger, 2009; Aunger et al., 2010; Brewis et al., 2013) y estos mensajes centrados en la salud no consiguen cambios importantes en los comportamientos de saneamiento o de higiene (Biran et al., 2009). En consecuencia, rara vez se utiliza la IEC como única estrategia.

Enfoques comunitarios

La idea central de los enfoques comunitarios del saneamiento es la movilización colectiva de grupos de personas. Se recurre a procesos colectivos con el fin de establecer un entendimiento común sobre un problema local, lograr un acuerdo colectivo sobre las acciones y formular nuevas normas en torno a un comportamiento determinado. Estas normas contribuyen a crear nuevas presiones sociales encaminadas a favorecer el cumplimiento del comportamiento que se promueve.

Se han aplicado múltiples variantes de enfoques comunitarios a los programas de saneamiento. Las más conocidas son las iniciativas de Saneamiento Total Liderado por la Comunidad (SANTOLIC) dirigidas al abandono de la defecación al aire libre. El enfoque SANTOLIC se organiza alrededor de un “evento desencadenante”; consiste en una serie de actividades comunitarias dirigidas por facilitadores capacitados, que se centran en la modificación de comportamientos y procuran generar en la comunidad un sentido de asco y vergüenza con respecto a la defecación al aire libre y su impacto en la salud y el bienestar comunitarios (Kar & Chambers, 2008). Se facilita a las comunidades la realización de su propia evaluación y análisis de la defecación al aire libre y la adopción de sus propias medidas para abandonarla por completo (y aunque tradicionalmente el

método SANTOLIC estipulaba la ausencia de subsidios y otros insumos económicos, esto ha cambiado).

También se fomenta en las comunidades la elaboración de sus propios métodos de mantenimiento y mejora del uso de las instalaciones. Los programas SANTOLIC se han aplicado en más de 60 países y han evolucionado de múltiples maneras con el fin de mejorar los resultados en materia de uso sostenido del saneamiento (Cavill et al., 2015; Bongartz et al., 2016), por ejemplo:

- subsidios dirigidos a los hogares marginados (Robinson & Gnilo, 2016; Myers & Gnilo, 2017);
- adaptación de las iniciativas a fin de enfocarla hacia la inclusión de los grupos y los hogares marginados; (Wilbur & Danquah, 2015; Bardosh, 2015; House et al., 2017; Cronin et al., 2017);
- prestar mayor atención a las intervenciones en el lado de la oferta como los enfoques sociales y de mercadotecnia comercial que se examinan a continuación, a fin de estimular la evolución de un saneamiento básico hacia una gestión segura del saneamiento (Thomas, 2014; Cole, 2015); y
- comprensión de los motivos del fracaso y la reversión a la defecación al aire libre (Odagiri et al., 2017; Mosler et al., 2018).

Los Clubes Comunitarios de Salud son otro ejemplo de un enfoque de movilización colectiva (Waterkeyn y Cairncross, 2005). En estos clubes se promueve el compromiso a largo plazo de las comunidades destinatarias, con reuniones semanales en cada una de las cuales se aborda un tema específico de salud, higiene o comportamiento sanitario. Los clubes se centran en lograr cambios con los recursos locales y la innovación local y las actividades grupales contribuyen a establecer nuevas normas positivas en torno a una mejor higiene y comportamientos sanitarios más adecuados.

Los enfoques comunitarios se consideran más eficaces en las comunidades rurales con una mayor cohesión social y donde es factible la adopción de tecnologías más sencillas, pero los datos específicos sobre los efectos de estos métodos sobre la adopción del saneamiento son escasos.

Enfoques de mercadotecnia social y comercial

La mercadotecnia social se refiere a un conjunto amplio de iniciativas que aplican principios de mercadotecnia comercial con el fin de modificar comportamientos relacionados con la salud. La mercadotecnia social supone que cuando la promoción es suficiente y la creación de

demanda se asocia con bienes y servicios accesibles que satisfacen las necesidades de una población, a un precio asequible, se modifican los comportamientos (Barrington et al., 2017). Este principio se refleja en las “4P” de la mercadotecnia social: el producto, el precio, la plaza y la promoción.

Los enfoques de mercadotecnia comercial reconocen que los residentes obtienen la mayoría de los inodoros en los mercados locales y se focalizan así en el desarrollo de mercados y al mismo tiempo crean y activan la demanda de productos y servicios de saneamiento. Los enfoques basados en el mercado en la India, Camboya y Viet Nam han logrado la compra y la construcción de decenas a cientos de miles de inodoros (Rosenboom et al., 2011) y los nuevos enfoques tecnológicos, por ejemplo, los inodoros para saneamiento en base a contenedores en zonas urbanas de Ghana, Kenya y Haití parecen prometedores, pero todavía no se utilizan en gran escala (Greenland et al., 2016b). La elaboración de modelos empresariales viables para los proveedores de saneamiento que ofrecen productos o servicios nuevos ha resultado difícil, las iniciativas mercadotécnicas no siempre han sido óptimas y hasta la fecha, la evidencia es limitada sobre la eficacia del impacto de los enfoques comerciales (De Buck et al., 2017). Pocas iniciativas de saneamiento basadas en el mercadeo se han llevado a gran escala y muchas han necesitado subsidios considerables, tal vez insostenibles y otros apoyos externos para conservar su viabilidad (USAID, 2018). Los enfoques de mercadotecnia comercial (probablemente) deben asociarse a subsidios dirigidos para llegar a los más pobres (para mejorar el acceso al saneamiento además de la viabilidad empresarial, al lograr un mayor alcance) y también lograr una activación de la demanda con el objeto de garantizar que el interés en la compra de inodoros dé lugar a la compra de los mismos (USAID, 2018).

Enfoques que incorporan teorías psicológicas y sociales del comportamiento

En los últimos años se han desarrollado modelos y marcos que recurren a las teorías psicológicas y sociales (en ocasiones aunados a enfoques habituales como la teoría de la utilidad económica) y se han aplicado a la promoción del saneamiento y la higiene y al cambio de comportamientos (por ejemplo, Devine, 2009; Michie, van Stralen & West, 2011; Mosler, 2012; Dreibelbis et al., 2013; Aunger & Curtis, 2016). Puesto que la aplicación de estos enfoques a el cambio de comportamientos de saneamiento e higiene es relativamente reciente, la evidencia sobre su eficacia se encuentra sobre

todo en la aplicación de los principios teóricos fundamentales a otros retos de desarrollo y salud. Los enfoques incluyen el uso de “empujones” (nudges) ambientales con el objeto de crear o mantener nuevas pautas comportamentales predeterminadas e inducir el comportamiento al que se aspira (Dreibelbis et al., 2016), y estrategias que se centran explícitamente en la creación de hábitos mediante la repetición, al propiciar ambientes estables y reducir las barreras percibidas a un comportamiento (Neal et al., 2016). En la actualidad se desconoce si estos pequeños éxitos preliminares comunicados hasta la fecha son específicos del contexto y si podrían lograrse en una escala más amplia.

Los enfoques basados en la teoría psicológica y social suelen asociarse con técnicas específicas de cambio del comportamiento. Estos métodos son el elemento fundamental más pequeño de una intervención de cambio de comportamiento y se refieren a los mecanismos mediante los cuales las actividades de la intervención o el programa influyen en los determinantes, para dar lugar a cambios en el comportamiento. En una clasificación de las técnicas de modificación de comportamientos (Michie et al., 2013) se reconocieron 93 técnicas organizadas en 16 categorías amplias. Las categorías incluyen las consecuencias programadas (refuerzo negativo, castigo, etc.), la fijación de metas (adopción del comportamiento, planificación de acciones, compromiso) y el apoyo social. La mayoría de las intervenciones de saneamiento impulsadas por teorías aplica varias técnicas de modificación del comportamiento, muchas de las cuales pueden no ser psicosociales. La evidencia indica que el uso de múltiples técnicas es más eficaz que las intervenciones que aplican una sola o un número limitado de técnicas (Briscoe & Aboud, 2012).

Aplicación de enfoques de cambio de comportamientos sanitarios

Las cuatro categorías de enfoques descritas tienen por objeto ofrecer una tipología amplia de las estrategias posibles, que no son mutuamente excluyentes. Cada enfoque tiene sus propios puntos fuertes y puntos débiles y es más o menos aplicable según la población destinataria y los comportamientos a los que se aspira. El análisis de la situación, la investigación y las consultas con expertos contribuyen a definir cuál enfoque o combinación de enfoques puede ser el más eficaz en un contexto específico (véase el ítem 5.4.2). Sin embargo, para que una estrategia sea eficaz debe tener efectos sobre:

- la aceptación (por ejemplo, la construcción y la adopción de una nueva instalación sanitaria);

Cuadro 5.1 Resumen de los enfoques y factores que deben considerarse en su implementación

Enfoque	Consideraciones para la implementación
Enfoques impulsados por la salud (Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento (PHAST), Capacitación de los Niños para la Higiene y el Saneamiento (CHAST))	
(PHAST, CHAST, IEC)	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos para la salud: No se ha demostrado que el énfasis exclusivo en los riesgos para la salud de las prácticas de saneamiento deficientes sea un incentivo fuerte al cambio de comportamientos sanitarios, porque los enfoques educativos que dependen del envío de mensajes de salud para aumentar los conocimientos y estimular el cambio de comportamientos no abordan los principales motivos y las normas sociales fundamentales, necesarias para el cambio. • CHAST: Puede no ser válido suponer que los niños actuarán como agentes del cambio para mejorar el saneamiento en su hogar. Se precisan enfoques simultáneos a nivel de la comunidad. • Los conocimientos de salud son un fundamento útil para el cambio de comportamientos, pero deben asociarse con otros métodos para lograr una modificación sostenida del comportamiento.
Enfoques comunitarios (Saneamiento Total Liderado por las Escuelas o la Comunidad (SANTOLIE o SANTOLIC), Clubes Comunitarios de Salud)	
General a todos los enfoques comunitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitación: Es esencial contar con una red de facilitadores bien capacitados y de gran calidad para la ejecución a gran escala. • Contexto de la comunidad: Estos enfoques son más aplicables en los entornos rurales donde son propicios los factores legales y físicos como la tenencia segura de la tierra, el espacio para la construcción de inodoros, la capacidad de usar tecnologías de bajo costo y los factores sociales como la cohesión de la comunidad que facilita la acción colectiva y el liderazgo comunitario.
Comportamiento colectivo (SANTOLIE o SANTOLIC)	<ul style="list-style-type: none"> • Situación del saneamiento: Más pertinente en contextos donde predomina la defecación al aire libre, dado que estos enfoques se centran en gran medida en el abandono de defecación al aire libre hacia un nivel mínimo de servicios. • Subsidios anteriores: Puede ser difícil ejecutar una estrategia cuando se han utilizado programas con subsidios considerables, pues los hogares pueden esperar apoyo externo para la construcción de los inodoros. • Sostenibilidad: Un “desencadenante” único quizá sea insuficiente; se debería considerar la posibilidad de etapas posteriores que garanticen la sostenibilidad del abandono de la defecación al aire libre, a través del uso sostenido de inodoros seguros que contienen las excretas por parte de toda la comunidad y nuevos progresos hacia la obtención de una cadena de saneamiento seguro, aprovechando otros enfoques de promoción del saneamiento. • Cultura: Los debates provocativos acerca de las excretas, como se practican a menudo en el enfoque SANTOLIC con el fin de generar asco (y a veces vergüenza), pueden contribuir a romper los tabús y generar cambio en algunas culturas, pero en otras pueden ser contraproducentes cuando se consideran demasiado ofensivos o incompatibles con la cultura local. Es preciso adaptar la metodología y ejercer una facilitación eficaz. • Presión del grupo: Aunque en ocasiones se utiliza en el SANTOLIC a fin de abordar la defecación al aire libre, la presión por el grupo se puede convertir involuntariamente en coacción y exclusión. Esta situación se evita al garantizar que los comités de saneamiento representen a todos los grupos de la comunidad y que todos los hogares tienen la oportunidad de modificar sus prácticas antes de que se ejerza la presión social. • En el caso del SANTOLIS: Puede no ser válido suponer que los niños actuarán como agentes del cambio para mejorar el saneamiento en su hogar. Se precisan enfoques simultáneos a nivel de la comunidad. <p>Estas consideraciones han dado lugar a diversas adaptaciones y combinaciones con otros enfoques. Estos métodos incluyen la asociación con enfoques de financiamiento (por ejemplo, subsidios), esquemas de mejoramiento de inodoros, aumento de los suministros (por ejemplo, mercadotecnia de saneamiento), mecanismos de autovigilancia no coercitivos y el uso de métodos SANTOLIC con el fin de activar o movilizar las comunidades y los propietarios en entornos urbanos.</p>

Cuadro 5.1 Resumen de los enfoques y factores que deben considerarse en su implementación (continued)

Enfoque	Consideraciones para la implementación
Enfoques basados en la mercadotecnia social y comercial (Saneamiento como un Negocio [SCN], Mercadotecnia de Saneamiento [SanMark], Desarrollo de Mercados para el Saneamiento [DMS], Microfinanciamiento (préstamos), subsidios para equipos antes de la construcción, subsidios basados en los resultados)	
Enfoques basados en la mercadotecnia (SCN, SanMark, DMS)	<ul style="list-style-type: none"> • Contexto: Se pueden aplicar a contextos rurales y urbanos en las zonas conectadas con los mercados, las cadenas de suministro y los centros de mercadotecnia y donde una variedad de productos de saneamiento son adecuados al contexto. Se debe prestar una atención especial a cada uno de los hogares más pobres con tecnologías y servicios asequibles. • Se pueden aplicar a ambos, al lado de la demanda y del suministro: <ul style="list-style-type: none"> » A fin de garantizar el suministro en respuesta a la demanda, por ejemplo, cuando no existen los productos deseables o cuando el suministro suficiente es un cuello de botella al aumento de la cobertura. » A fin de aumentar la demanda con técnicas de mercadotecnia social para reforzar la conveniencia del saneamiento e impulsar la inversión doméstica en productos de saneamiento. • Capacidad: La aplicación eficaz exige conocimientos exhaustivos del mercado y el tipo de productos necesarios, además de competencias en mercadotecnia; por consiguiente, la ejecución es difícil en los contextos donde no existen estas aptitudes o son infrecuentes.
Enfoques de financiamiento: Microfinanciamiento, subsidios dirigidos para equipos, subsidios basados en resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación: En general se utilizan acoplados a intervenciones promocionales o del lado de la oferta, en lugar de utilizarlos como enfoques exclusivos. • Sostenibilidad: La ampliación de escala de los esquemas de subsidio más allá de la pequeña escala piloto puede plantear dificultades. • Consecuencias no intencionales: Los subsidios pueden generar corrupción o la inacción de quienes no son beneficiarios; es primordial una prestación exhaustiva del esquema a todos los beneficiarios previstos y reglas claras y transparentes. Los subsidios basados en los resultados, que recompensan las prácticas de saneamiento mediante incentivos comunitarios o domésticos como dinero en efectivo o cupones, son en parte una respuesta a los incentivos perversos creados por los subsidios anteriores a la construcción. Los micropréstamos, aplicados en general a empresas productivas que permiten el reintegro, pueden llevar a un mayor endeudamiento cuando se aplican a productos para consumidores como los inodoros; es necesario tener cuidado con el uso de los préstamos cuando los beneficiarios previstos incluyen familias pobres y sin ingresos suficientes en efectivo.
Enfoques basados en teorías psicológicas y sociales	
Campañas de cambio de comportamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión en investigación: Dado que estos modelos son más recientes que otros y son específicos del contexto, estos enfoques exigen una inversión mayor en investigación formativa y actividades previas a la intervención. • Pericia: El carácter especializado de estos programas también puede exigir competencias adicionales, porque a menudo se centran en actividades y estrategias que usualmente no forman parte de los programas de salud pública.

- la adherencia (por ejemplo, el uso de la instalación sanitaria con el transcurso del tiempo); y
- la sostenibilidad (por ejemplo, el uso a largo plazo, con el mantenimiento y el reemplazo inherentes).

Estas condiciones se aplican por igual a las estrategias que buscan modificar prácticas y comportamientos específicos de higiene y saneamiento como el lavado de las manos con jabón en los momentos críticos, la eliminación segura de las heces de los niños y el vaciado higiénico de los pozos.

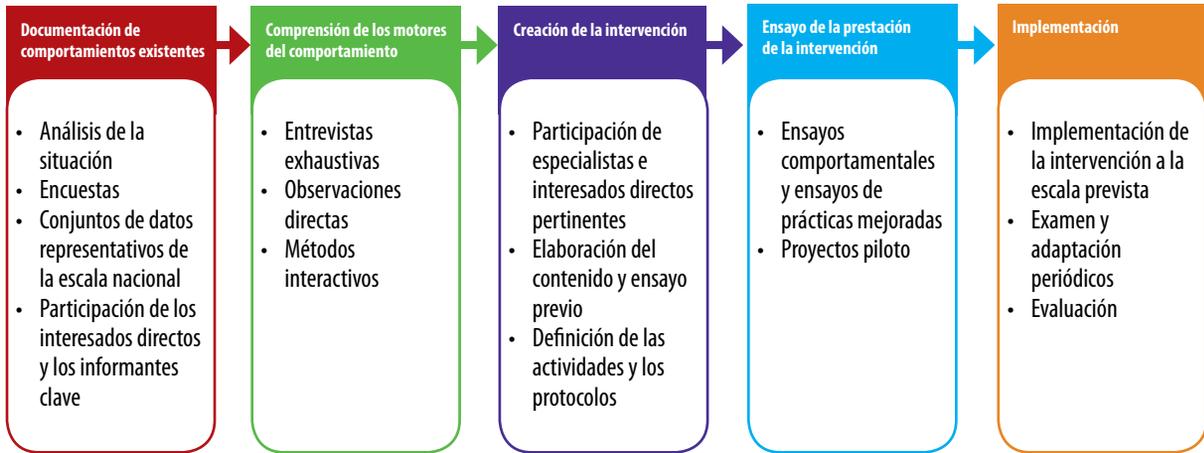
El éxito de los enfoques descritos arriba para impulsar y mantener la modificación de comportamientos sanitarios depende de su aplicación en un marco programático específico. En el cuadro 5.1 se enumeran los principales aspectos que deben considerarse al aplicar cada enfoque.

Puesto que los enfoques de IEC rara vez se usan de manera exclusiva, sino que se incorporan en otras estrategias, estos no se abordan por separado en el cuadro.

5.4.2 Diseño, adaptación y prestación de intervenciones de cambio de comportamientos

El desarrollo y la implementación de una estrategia de modificación de comportamientos es un proceso que tiene varias etapas (figura 5.2) y se beneficia con el aporte de expertos técnicos en todo el proceso. Las etapas descritas presentan un conjunto general de actividades que puede utilizarse con el fin de ayudar a planificar y organizar el desarrollo y la implementación de una intervención de cambio de comportamientos. La inversión de recursos suficientes en el diseño de un programa sólido de cambio de

Figura 5.2 Pasos para diseñar una estrategia de cambio de comportamiento



comportamientos puede ahorrar por anticipado los costos de funcionamiento de un programa que luego resulta ineficaz, como lo han demostrado tantas evaluaciones a posteriori (Biran et al., 2014). También se pueden aplicar etapas similares para adaptar las intervenciones existentes. La adaptación puede guardar relación con el funcionamiento (es decir, la gestión o la prestación) o con el contenido (es decir, las estrategias y los materiales específicos desarrollados y aplicados).

Documentación de los comportamientos existentes (análisis de la situación)

Al diseñar una intervención de modificación de comportamientos sanitarios es necesario obtener la información disponible sobre la situación del saneamiento y los comportamientos en la población destinataria. Esto incluye el examen de las publicaciones, la literatura gris y consultas con expertos mundiales y locales. Esta documentación puede incluir:

- el examen de conjuntos de datos públicamente disponibles (por ejemplo, las encuestas de salud y demografía, las encuestas de indicadores múltiples en conglomerados o datos censales);
- el análisis de cuanto se conoce acerca de los motores del comportamiento previsto en las publicaciones y las experiencias anteriores (por ejemplo, los estudios de conocimientos, actitudes y prácticas, los estudios del mercado, las evaluaciones de programas); y
- consultas con los principales interesados directos de:

- los ministerios pertinentes nacionales y locales;
- las organizaciones de la sociedad civil
- los expertos en la materia, y
- las comunidades locales.

Tras una amplia consulta, se pueden incorporar en el plan las intervenciones, las políticas y las estrategias existentes que podrían respaldar la intervención.

Después de la revisión bibliográfica y la consulta con los interesados directos, se puede utilizar el análisis de la situación con el fin de definir los objetivos específicos de la intervención. Los objetivos pueden ser únicos y organizados alrededor de un comportamiento específico o amplios e incluir metas comportamentales múltiples. En general, las intervenciones de modificación de comportamientos que se centran en una práctica específica o un número limitado de prácticas definidas han sido más eficaces que las intervenciones que persiguen objetivos comportamentales múltiples en una sola vez. En un número limitado de ejemplos, se ha demostrado que los programas grandes “generales” (que combinan múltiples metas de modificación de comportamientos estrechamente relacionados en un programa integral único) son eficaces para producir cambios del comportamiento (Fisher et al., 2011; Marseille et al., 2014), aunque los programas con objetivos múltiples sin una coordinación cuidadosa y deliberada entrañan el riesgo de dispersión de los mensajes (Greenland et al., 2016a).

Así, el objetivo de la etapa del análisis de la situación es reconocer y definir de manera precisa los comportamientos que se buscará modificar, y definir cuánto se conoce y lo que se ignora sobre los determinantes de estos comportamientos definidos (Aunger & Curtis, 2016). Los aspectos desconocidos proporcionan una agenda para la investigación.

Comprensión de los motores del comportamiento

La investigación formativa o específica de un contexto, puede incluir métodos cuantitativos, cualitativos y participativos, y es útil para comprender el comportamiento (tanto lo que las personas hacen ahora que es inseguro o arriesgado como el comportamiento seguro deseado) en la población real (es decir, en los hogares y las comunidades destinatarias donde ocurre el comportamiento) y debe ayudar a:

- documentar los comportamientos relacionados con el saneamiento que existen en la población destinataria;
- comprender el saneamiento y los comportamientos relacionados con el saneamiento desde la perspectiva de la población destinataria;
- reconocer en la población destinataria los determinantes más importantes del comportamiento al que se aspira; y
- reconocer y comprender los canales de comunicación que llegan mejor y tienen mayor influencia en las poblaciones destinatarias.

Este examen puede indicar estrategias específicas de mensajes o determinantes específicos que puedan ejercer el máximo efecto multiplicador sobre el cambio en la población. La comprensión de los determinantes subyacentes del comportamiento de interés, de la forma como estos se pueden modificar a fin de lograr el cambio de comportamiento y la puesta a prueba y adaptación de las estrategias de ejecución pueden conducir a un cambio sostenido del comportamiento y contribuir a la utilización más eficaz posible de los recursos limitados. Esta comprensión ayuda también a evitar la aplicación de enfoques usados con éxito en otros sitios, cuando tienen poca probabilidad de funcionar bien en el contexto dado (aunque aprender de otros contextos puede aportar indicaciones valiosas).

Creación de una intervención de modificación de comportamientos sanitarios

La información colectada en las dos etapas anteriores se puede recopilar y organizar usando un marco que facilite la comprensión de los determinantes del comportamiento

sanitario. A partir de una plena comprensión de los determinantes del comportamiento o los comportamientos a los cuales se dirige la intervención, se puede construir una teoría preliminar del cambio. La teoría del cambio ofrece una descripción de la forma como un cambio específico se produce en un contexto determinado; a menudo incluye descripciones textuales y gráficas de la ruta causal que vincula las actividades del programa o la intervención con el cambio al que se aspira.

Una teoría del cambio debe ser reflejo de la intervención, tal como se ha planificado. Debe incluir el contenido de la intervención y también el mecanismo de implementación propuesto, todo lo cual exige análisis y coordinación cuidadosa por parte de los interesados directos. En una campaña de mensajes, esto significa escoger los mensajes clave, aclarar la manera y el momento como estos mensajes se presentan a la población destinataria y definir los determinantes específicos cuya modificación se prevé con los mensajes. En los enfoques comunitarios, es necesario especificar las actividades comunitarias que se utilizarán con el fin de fomentar el cambio en los participantes y quién tendrá a su cargo la aplicación y la prestación. En las intervenciones que suministran subsidios a los hogares, es necesario definir la cantidad, la forma o el tipo del subsidio (por ejemplo, transferencia de dinero en efectivo, reembolso de dinero en efectivo, cupones, distribución directa de productos), cómo se definirá su asignación (es decir, criterios de inclusión y exclusión), cómo se distribuirán y se comprobarán y cómo se supervisarán los resultados.

Una diversidad de especialistas puede y debe vincularse al proceso de elaboración de las intervenciones; se puede tratar de personas externas a los usuales funcionarios del Ministerio de Salud y sus asociados. Por ejemplo, se puede emplear un equipo creativo (en lugar de un equipo de educación sanitaria) con el fin de diseñar una intervención que sea atractiva, motivante y que aborde aspectos que facilitan o evitan la práctica del comportamiento a escala individual, en el marco de las limitaciones y las realidades del entorno estructural (Aunger & Curtis, 2016).

Ensayo, adaptación y prestación de una intervención de cambio de comportamientos sanitarios

Las intervenciones se deben poner a prueba, tanto como sea posible, antes de ampliar su escala de aplicación. Esto se puede lograr de diversas maneras. Los ensayos comportamentales son proyectos de escala reducida centrados en la calidad, en los cuales se presentan nuevos

comportamientos a un grupo de personas que luego se dejan para que practiquen por su propia cuenta el comportamiento durante un período y después se documentan sus experiencias y dificultades. Las pruebas de prácticas mejoradas son un método formal de presentar nuevos comportamientos a un grupo pequeño de participantes y documentar rigurosamente las adaptaciones, las modificaciones y las barreras al uso sostenido. El aspecto central tanto de los ensayos comportamentales como de las pruebas de prácticas mejoradas es la adaptación de los programas: los resultados se utilizan para fundamentar el desarrollo y la modificación de una posible intervención o programa antes de introducirlos a un público más amplio. Los proyectos piloto, donde la intervención propuesta se despliega en una escala pequeña, pueden ayudar a determinar la factibilidad y las mecánicas de la prestación para una ejecución más amplia.

Para que la intervención sea eficaz, se debe implementar como ha sido diseñada y con la frecuencia necesaria. Una prestación inconstante, irregular o inespecífica de las intervenciones de modificación de comportamientos a menudo se asocia con resultados deficientes (Huda et al., 2012; Boisson et al., 2014).

Existe una diversidad de opciones de prestación de estrategias de modificación de comportamientos sanitarios en la población destinataria; la prestación puede consistir en una campaña aislada centrada en el cambio del comportamiento o puede integrarse y coordinarse con otras iniciativas de salud pública y desarrollo.

Las campañas aisladas de saneamiento pueden darse a muchos niveles, desde las iniciativas locales comunitarias hasta las campañas nacionales de saneamiento (como Swachh Bharat Abhiyan en la India). Estas campañas pueden considerar la inclusión de un gran número de trabajadores de primera línea, centrados en la promoción del saneamiento, la presencia de marca en los medios de difusión y un énfasis en la entrega de un conjunto básico de mensajes de modificación del comportamiento a una población. Las ventajas de una técnica dirigida aislada incluyen un mayor control de los mensajes del programa, mejor coordinación y gestión de los recursos del programa, junto con mejores oportunidades de monitoreo del progreso y la implementación. Sin embargo, los esfuerzos nacionales integrados de interesados múltiples pueden dar mayores frutos a un plazo más largo. Las estrategias de cambio de comportamientos sanitarios también se

pueden integrar en iniciativas más amplias de modificación de comportamientos que se ocupan principalmente de abordar los múltiples factores de riesgo a escala de la población.

Otros métodos de prestación de estas intervenciones son la integración en programas existentes de salud pública o desarrollo como los programas de extensión de salud, los servicios de atención de salud (por ejemplo, de vacunación o programas nutricionales, Velleman, Grenland y Gautam 2013) o en otras plataformas públicas o del sector privado que llegan al grupo destinatario o tienen influencia sobre él. Los programas integrados a menudo aprovechan los sistemas existentes de implementación y monitoreo reduciéndose por eso los costos iniciales. Las estrategias integradas pueden ejercer un efecto multiplicador de las sinergias entre diferentes iniciativas de salud pública. Sin embargo, también entrañan el riesgo de dispersión de los mensajes o envío de mensajes contradictorios. Cada vez más, se prefiere escoger los agentes de extensión de salud para ejecutar las intervenciones de salud pública y de cambio de comportamientos, pero no se debe desconocer el riesgo de sobrecarga de una fuerza laboral limitada y a menudo voluntaria. Además, existen pocos datos sobre la eficacia de los programas integrados.

Con independencia del enfoque utilizado, es preciso prestar atención a los trabajadores de primera línea que se ocupan de la prestación directa de las actividades de cambio de comportamientos sanitarios. Estos trabajadores pueden requerir capacitación, fortalecimiento de sus capacidades y supervisión a fin de lograr que la intervención se preste como estaba diseñada. En especial, las técnicas actuales de cambio de comportamiento exigen que estos trabajadores se desvíen de los métodos educativos habituales hacia nuevas maneras de trabajar. Los estudios de casos sobre SANTOLIC en la República Democrática Popular Lao han puesto de manifiesto que muchos trabajadores de primera línea utilizan mensajes fundamentados en la educación y la sensibilización en lugar de aplicar la variedad de enfoques de movilización comunitaria propia de las estrategias SANTOLIC y que los equipos distritales consideraban que no contaban con la capacitación suficiente para desencadenar una modificación de comportamientos (Baetings, 2012; Venkataraman et al., 2015). Se han descrito problemas semejantes en Zambia (Greenland et al., 2016a). Así, la reorientación profesional de los trabajadores de primera línea en materia de nuevos enfoques puede necesitar una inversión considerable. La escala de actividades para

el cambio de comportamientos se debe ampliar pero sin abrumar el panorama general y el nivel de educación de las personas encargadas de prestarlas.

Como se indica en el capítulo 4, es muy probable que el éxito dependa de varios factores, entre ellos un entorno favorable, el apoyo del gobierno, de interesados directos, la armonización de las políticas y los reglamentos y un financiamiento suficiente.

5.5 Monitoreo y aprendizaje para el éxito

El monitoreo y la supervisión de las intervenciones de cambio de comportamientos sanitarios deben contribuir a organizar a los interesados directos alrededor de objetivos comunes y proporcionar sistemas de evaluación del progreso. Estas iniciativas documentan la adaptación y el mejoramiento de las estrategias futuras mediante el aprendizaje sistemático. Aunque el monitoreo es un elemento importante en la programación de la modificación de comportamientos sanitarios y se ha señalado como una sólida herramienta de promoción, con frecuencia faltan datos sistemáticos y homogéneos sobre el cambio del comportamiento (Sigler, Mahmoudi & Graham, 2015).

El monitoreo de la modificación del comportamiento debe concordar con el monitoreo de los enfoques usados en otras intervenciones de saneamiento. Pueden existir tres tipos diferenciados de monitoreo necesario para los programas eficaces de cambio de comportamientos sanitarios (Pasteur, 2017), a saber:

- el monitoreo de los procesos, que se ocupa de la calidad y la efectividad de la prestación de las intervenciones;
- el monitoreo del progreso, que se centra en el cambio de los comportamientos a escala individual y de la comunidad; y
- el monitoreo después de la intervención, que se refiere al comportamiento sostenido con el transcurso del tiempo. El seguimiento posterior a la intervención es primordial para garantizar el abandono de la defecación al aire libre y procurar el uso constante de las instalaciones sanitarias.

Es importante incorporar métodos usuales de medición en el monitoreo del cambio de comportamientos, que incluyan definiciones claramente enunciadas del resultado comportamental, los determinantes del comportamiento, la exposición individual y la participación en estas estrategias y la población total alcanzada con las iniciativas.

Al definir indicadores constantes y claros se garantiza que las organizaciones locales contribuyen a objetivos más amplios de cambio de comportamientos y también participan en la medición del progreso de manera clara y sistemática. Sin embargo, la medición del comportamiento sanitario puede ser compleja y la elección del tipo de medidas (cuadro 5.2) y el método tendrá impacto en los recursos.

El monitoreo de los cambios en los determinantes del comportamiento exige cuidado. Los determinantes son a menudo conceptos abstractos e implícitos que plantean dificultades específicas de medición. El desarrollo de medidas válidas y fiables de estos determinantes puede ser exigente en tiempo y recursos humanos (Dreibelbis et al., 2015). Algunos modelos de modificación del comportamiento proporcionan herramientas normalizadas para medir determinantes específicos, pero es posible que sea necesario adaptar los indicadores al contexto local y al comportamiento específico de interés.

El monitoreo del proceso y del progreso no solo garantiza que las intervenciones avanzan como estaban planeadas, sino que también aportan información sobre la adaptación programática y el aprendizaje. El cambio de comportamientos sanitarios no es un episodio único, sino más bien un proceso continuo. Las intervenciones pueden ser eficaces para sensibilizar o cambiar las motivaciones, pero no dan lugar a modificaciones del comportamiento individuales o colectivas. Un monitoreo eficaz y eficiente debe proporcionar una indicación clara sobre cuándo las actividades del programa no dan lugar a los cambios esperados en la población destinataria y por qué no ocurre el cambio, a fin de fundamentar las adaptaciones o las revisiones del programa, cuando sea necesario. El diseño y el presupuesto de los programas se deben definir desde el comienzo, a fin de facilitar y obligar el examen periódico y la adaptación.

Cuadro 5.2 Métodos y medidas para monitorear el comportamiento

Método	Descripción	Ventajas	Desventajas
Observación directa	El personal capacitado observa los comportamientos en su ambiente natural y los documenta	Se considera que las observaciones estructuradas son el “criterio de referencia” de medición del comportamiento	Es exigente en tiempo y recursos humanos y económicos Posibilidad de reactividad, las personas pueden sobrereactuar durante la observación (Ram et al., 2010; Arnold et al., 2015) Requiere capacitación
Indicadores indirectos	Indicador fácil de observar o cuantificar que se supone tiene una fuerte correlación con el comportamiento de interés	Bajo costo Se puede integrar fácilmente en la colecta sistemática de datos	No se ha comprobado su relación con el comportamiento Requiere capacitación
Autoinformes	El entrevistado suministra información acerca del comportamiento	Bajo costo Se puede integrar fácilmente en la colecta sistemática de datos	Alto riesgo de notificación excesiva Capacidad limitada de captar información acerca de cualquier persona diferente del entrevistado (Jenkins, Freeman & Routray, 2014)
Nuevos enfoques experimentales	Sensores electrónicos que captan la utilización de inodoros	Datos objetivos (Clasen et al., 2012; Thomas et al., 2013)	Elevado costo Resistencia por parte de los usuarios Escaso apoyo al procesamiento, análisis e interpretación de los datos (Jenkins, Freeman & Routray, 2014).

Referencias

- Arnold BF, Khush RS, Ramaswamy P, Rajkumar P, Durairaj N, Ramaprabha P et al. (2015). Reactivity in rapidly collected hygiene and toilet spot check measurements: A cautionary note for longitudinal studies. *Am J Trop Med Hyg.* 92(1): 159-162.
- Aunger R, Curtis V (2016). Behaviour centred design: Towards an applied science of behaviour change. *Health Psychol Rev.* 10: 425-446.
- Aunger R, Schmidt WP, Ranpura A, Coombes Y, Maina PM, Matiko CN et al. (2010). Three kinds of psychological determinants for hand-washing behaviour in Kenya. *Soc Sci Med.* 70, 383-391
- Baetings E (2012). End-of-phase review of the sustainable sanitation and hygiene for all programme in Lao PDR. The Hague, the Netherlands: IRC International Water and Sanitation Centre.
- Bardosh, K. (2015) Achieving "total sanitation" in rural African geographies: poverty, participation and pit latrines in Eastern Zambia. *Geoforum.* 66: 53-63
- Barrington DJ, Sridharan S, Shileds KF, Saunders SG, Souter RT, Bartram J (2017). Sanitation marketing: A systematic review and theoretical critique using the capability approach. *Soc Sci Med.* 194: 128-134.
- Biran A, Schmidt W-P, Varadharajan KS, Rajaraman D, Kumar R, Greenland K, et al. (2014). Effect of a behaviour-change intervention on handwashing with soap in India (SuperAmma): a cluster-randomised trial. *Lancet Glob Health.* 2: e145-154.
- Biran A, Schmidt W-P, Wright R, Jones T, Seshadri M, Issac P et al. (2009). The effect of a soap promotion and hygiene education campaign on handwashing behaviour in rural India: a cluster randomised trial. *Trop Med Int Health.* 14: 1303-1314.
- Boisson S, Sosai P, Ray S, Routray P, Torondel B, Schmidt W-P (2014). Promoting latrine construction and use in rural villages practicing open defecation: process evaluation in connection with a randomised controlled trial in Orissa, India. *BMC Res Notes.* 7: 486.
- Bongartz, P., Vernon, N., and Fox, J. (eds.) (2016) Sustainable Sanitation for All: Experiences, challenges, and innovations, Rugby, UK: Practical Action Publishing.
- Brewis AA, Gartin M, Wutich A, Young A (2013). Global convergence in ethnotheories of water and disease. *Glob Public Health* 8: 13-36.
- Briscoe C, Aboud F (2012). Behaviour change communication targeting four health behaviours in developing countries: a review of change techniques. *Soc Sci Med.* 75: 612-621.
- Caruso BA, Clasen T, Yount KM, Cooper HLF, Hadley C, Haardörfer R (2017a). Assessing women's negative sanitation experiences and concerns: The development of a novel sanitation insecurity measure. *Int J Environ Res Public Health.* 14: 755.
- Caruso BA, Clasen TF, Hadley C, Yount KM, Haardörfer R, Rout M et al. (2017b). Understanding and defining sanitation insecurity: women's gendered experiences of urination, defecation and menstruation in rural Odisha, India. *BMJ Glob Health* 2: e000414.
- Cavill, S. with Chambers, R. and Vernon, N. (2015) 'Sustainability and CLTS: Taking Stock', *Frontiers of CLTS: Innovations and Insights Issue 4*, Brighton: IDS
- Clasen T, Fabiani D, Boisson S, Taneja J, Song J, Aichinger E et al. (2012). Making sanitation count: Developing and testing a device for assessing latrine use in low-income settings. *Environ Sci Technol.* 46: 3295-3303.
- Coffey D, Gupta A, Hathi P, Khurana N, Spears D, Srivastav N et al. (2014). Revealed preference for open defecation. *Econ Polit Wkly.* 49: 43-55.
- Cole B (2015). Going beyond ODF: combining sanitation marketing with participatory approaches to sustain ODF communities in Malawi. UNICEF Eastern and Southern Africa Sanitation and Hygiene Learning Series, UNICEF.
- Cronin A, Gnilo ME, Odagiri, M, Wijesekera S (2017). Equity implications for sanitation from recent health and nutrition evidence. *Int J Equity Health,* 16: 211.
- Curtis VA, Danquah LO, Aunger RV (2009). Planned, motivated and habitual hygiene behaviour: an eleven country review. *Health Educ Res* 24: 655-673.
- De Buck E, Van Remoortel H, Hannes K, Govender T, Naidoo S, Avau B et al. (2017). Promoting handwashing and sanitation behaviour change in low- and middle-income countries: a mixed-method systematic review. *3ie Systematic Review* 36. London: International Initiative for Impact Evaluation (3ie).
- Devine J (2009). Introducing SaniFOAM: a framework to analyze sanitation behaviors to design effective sanitation programs. World Bank, Water and Sanitation Program: Washington, DC, USA.
- Dreibelbis R, Jenkins M, Chase RP, Torondel B, Routray P, Boisson S et al. (2015). Development of a multi-dimensional scale to assess attitudinal determinants of sanitation uptake and use. *Environ Sci Technol.* 48: 13613-13621.
- Dreibelbis R, Kroeger A, Hossain K, Venkatesh M, Ram PK (2016). Behavior change without behavior change communication: Nudging handwashing among primary school students in Bangladesh. *Int J Environ Res Public Health* 13: 129.

- Dreibelbis R, Winch PJ, Leontsini E, Hullah KR, Ram PK, Unicomb L et al. (2013). The Integrated Behavioural Model for Water, Sanitation, and Hygiene: a systematic review of behavioural models and a framework for designing and evaluating behaviour change interventions in infrastructure-restricted settings. *BMC Public Health* 13: 1015.
- Fisher EB, Fitzgibbon ML, Glasgow RE, Haire-Joshu D, Hayman LL, Kaplan RM et al. (2011). Behavior Matters. *Am J Prev Med*. 40(5): e15–e30.
- Garn JV, Sclar GD, Freeman MC, Penakalapati G, Alexander KT, Brooks P et al. (2017). The impact of sanitation interventions on latrine coverage and latrine use: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health* 220: 329-340.
- Greenland K, Chipungu J, Curtis V, Schmidt W, Siwale Z, Mudenda M et al. (2016a). Multiple behaviour change intervention for diarrhoea control in Lusaka, Zambia: Cluster randomised trial. *Lancet Glob Health*. 4: e966-e977.
- Greenland K, De-Witt Hubertus J, Wright R, Hawkes L, Ekor C, Biran A (2016b). A cross-sectional survey to assess household sanitation practices associated with uptake of “Clean Team” serviced home toilets in Kumasi, Ghana. *Environ Urban*. 28: 583-598.
- House S, Cavill S, Ferron S (2017) Equality and non-discrimination (EQND) in sanitation programmes at scale. *Frontiers of CLTS: Innovations and Insights* 10, Brighton: IDS.
- Huda TMN, Unicomb L, Johnston RB, Halder AK, Sharkar MA, Luby SP (2012). Interim evaluation of a large scale sanitation, hygiene and water improvement programme on childhood diarrhea and respiratory disease in rural Bangladesh. *Soc Sci Med*.75: 604-611.
- Jenkins MW, Curtis V (2005). Achieving the ‘good life’: Why some people want latrines in rural Benin. *Soc Sci Med*.61: 2446-2459.
- Jenkins MW, Freeman MC, Routray P (2014). Measuring the safety of excreta disposal behavior in India with the new Safe San Index: Reliability, validity and utility. *Int J Environ Res Public Health* 11: 8319-8346.
- Kar K, Chambers R (2008). Handbook on community-led total sanitation.
- Kulkarni S, O’Reilly K, Bhat S (2017). No relief: lived experiences of inadequate sanitation access of poor urban women in India. *Gender & Development* 25: 167-183.
- Marseille E, Jiwani A, Raut A, Verguet S, Walson J, Kaln JG (2014). Scaling up integrated prevention campaigns for global health: costs and cost-effectiveness in 70 countries. *BMJ Open* 4: e003987.
- Mosler HJ (2012). A systematic approach to behavior change interventions for the water and sanitation sector in developing countries: a conceptual model, a review, and a guideline. *Int J Environ Health Res*. 22: 431-449.
- Mosler HJ, Mosch S, Harter M (2018). Is Community-Led Total Sanitation connected to the rebuilding of latrines? Quantitative evidence from Mozambique. *PLoS One* 13(5): e019748
- Myers J and Gnilo, M. (eds.) (2017) Supporting the Poorest and Most Vulnerable in CLTS Programmes. CLTS Knowledge Hub Learning Paper, Brighton: IDS
- Neal D, Vujcic J, Burns R, Wood W, Devine J (2016). Nudging and habit change for open defecation: New tactics from behavioral science. Water and Sanitation Program, World Bank, Washington, DC.
- Odagiri M, Muhammad Z, Cronin A, Gnilo ME, Mardikanto AK, Umam K et al. (2017). Enabling Factors for Sustaining Open Defecation-Free Communities in Rural Indonesia: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 14.12: 1572.
- O’Reilly K, Dhanju R, Goel A (2017). Exploring “The Remote” and “The Rural”: Open defecation and latrine use in Uttarakhand, India. *World Development* 93: 193-205.
- Pasteur K (2017). Keeping Track: CLTS Monitoring, Certification and Verification.
- Ram PK, Halder AK, Granger SP, Jones T, Hall P, Hitchcock D et al. (2010). Is structured observation a valid technique to measure handwashing behavior? Use of acceleration sensors embedded in soap to assess reactivity to structured observation. *Am J Trop Med Hyg*. 83: 1070-1076.
- Robinson A, Gnilo M (2016b) Promoting choice: smart finance for rural sanitation development, in P. Bongartz, N. Vernon and J. Fox (eds.) *Sustainable Sanitation for All: Experiences, Challenges, and Innovations*, Practical Action Publishing, Rugby
- Rosenboom JW, Jacks C, Phyrum K, Roberts M, Baker T (2011). Sanitation marketing in Cambodia. *Waterlines* 30: 21-40.
- Sahoo KC, Hullah KR, Caruso BA, Swain R, Freeman MC, Panigrahi P et al. (2015). Sanitation-related psychosocial stress: A grounded theory study of women across the life-course in Odisha, India. *Soc Sci Med*.139: 80-89.
- Sigler R, Mahmoudi L, Graham JP (2015). Analysis of behavioral change techniques in community-led total sanitation programs. *Health Promot Int*. 30: 16-28.
- Thomas EA, Zurr Z, Graf J, Wick CA, McCellan JH, Imam Z et al. (2013). Remotely accessible instrumented monitoring of global development programs: Technology development and validation. *Sustainability* 5: 3288-3301.
- Thomas A (2014) Key findings of a sanitation supply chains study in Eastern and Southern Africa. UNICEF Eastern and Southern Africa Sanitation and Hygiene Learning Series, WASH Technical Brief, UNICEF, London.

USAID (2018) Scaling Market Based Sanitation: Desk review on market-based rural sanitation development programs. Washington, DC., USAID Water, Sanitation, and Hygiene Partnerships and Learning for Sustainability (WASHPaLS) Project.

Velleman Y, Greenland K, Gautam OP (2013). An opportunity not to be missed – immunisation as an entry point for hygiene promotion and diarrhoeal disease reduction in Nepal. *J Water Sanit Hyg Dev.* 3: 459-466.

Venkataramanan V, Bogle J, Shannon A, Rowe R (2015). Testing CLTS approaches for scalability. LAO PDR learning brief. UNC Water Institute, USA.

Waterkeyn J, Cairncross S (2005). Creating demand for sanitation and hygiene through Community Health Clubs: A cost-effective intervention in two districts in Zimbabwe. *Soc Sci Med.* 61: 1958-1970.

CAPITULO 6

ORGANISMOS PATÓGENOS RELACIONADOS CON LAS EXCRETAS

6.1 Introducción

Las intervenciones de saneamiento y eliminación segura de las excretas humanas tienen un impacto potencial sobre la transmisión de una gran variedad de peligros microbianos. En este capítulo se describen las características de los cuatro grupos principales de peligros patógenos (bacterias, virus, protozoos y helmintos) y se examinan sus rutas de transmisión y la relación de la infección con un saneamiento deficiente. La importancia del saneamiento en el control de los patógenos varía en función de su tamaño, persistencia en el medio ambiente e infecciosidad. En el ítem 6.3.4 se proporciona información complementaria. La información específica sobre cada organismo patógeno se resume en el cuadro 6.1 y se puede obtener información adicional en el Proyecto global sobre los patógenos del agua (GWPP, por Global Water Pathogen Project), que está disponible en línea, en: (www.waterpathogens.org).

6.1.1 Bacterias

Las bacterias son microorganismos pequeños unicelulares (en general de 0,2 μm a 2 μm), muchas de las cuales se pueden multiplicar fuera de un hospedero en condiciones favorables. La mayoría de las bacterias consideradas en este documento son entéricas, se transmiten por la ruta fecal-oral y causan sobre todo gastroenteritis. Algunas pueden dar lugar a desenlaces graves y tener efectos a largo plazo. Si bien la multiplicación de las bacterias entéricas patógenas en el medio ambiente es posible, esto no es frecuente. Aunque muchas bacterias entéricas son zoonóticas (es decir, se pueden transmitir de los animales a los seres humanos), la eliminación segura de las heces animales está fuera del ámbito de estas guías. Las bacterias pueden entrar en un estado viable no cultivable que les permite persistir en el medio ambiente por períodos prolongados.

Las bacterias pueden desarrollar resistencia a los antimicrobianos, con lo cual se hacen invulnerables a los efectos de los antibióticos, los biocidas y otros compuestos.

La aparición de resistencia a los antimicrobianos es un fenómeno natural, pero se puede acelerar debido a la presión selectiva ejercida por el uso y/o el uso inadecuado de los antimicrobianos en las personas y los animales y por la liberación de estos compuestos al medio ambiente (por ejemplo, los antibióticos introducidos en las aguas residuales, ya sea sin utilizar como desechos, o metabolizados después de un uso terapéutico). La exposición a las bacterias resistentes a los antibióticos puede dar lugar a infecciones cuyo tratamiento es difícil o incluso imposible (véase el recuadro 6.1).

6.1.2 Virus

Los virus son agentes infecciosos sencillos, que consisten solo en material genético (ADN o ARN) envuelto en una cápside proteínica. Son los organismos más pequeños considerados en este documento (en general, de 20 nm a 100 nm) y son organismos intracelulares estrictos (es decir, que deben estar dentro de una célula de un hospedero vulnerable para multiplicarse). Los virus se pueden excretar en cantidades muy grandes y ser transportados grandes distancias en el agua. Los virus no pueden metabolizarse en el medio ambiente y su persistencia suele depender sobre todo de la medida en que permanece intacta la cápside proteínica en condiciones ambientales adversas. Los virus mencionados en este capítulo son entéricos y en general dan lugar a gastroenteritis (pero algunos tipos de virus pueden provocar otros efectos sobre la salud como hepatitis y meningitis vírica).

6.1.3 Protozoos

Los protozoos parásitos son organismos complejos y relativamente grandes (en general de 3 μm a 20 μm), unicelulares y no pueden reproducirse fuera de un hospedero apropiado. Los protozoos mencionados en este capítulo son entéricos y causan gastroenteritis de duración y gravedad variables. Aunque su densidad de excreción es varios órdenes de magnitud inferior a la excreción de virus, la producción de quistes u oquistes resistentes mejora su

Recuadro 6.1 Resistencia antimicrobiana (RAM) y el saneamiento



Adaptado de Emily D. Garner y Amy Pruden, Virginia Tech

La Organización Mundial de la Salud ha definido la resistencia de los patógenos humanos a los antimicrobianos como una de las amenazas mundiales más graves para la salud humana. La resistencia a los antimicrobianos surge debido a mutaciones genéticas que permiten la aparición de nuevas cepas bacterianas que no son afectadas por un agente antimicrobiano. Esto puede ocurrir en el cuerpo de un hospedero o en los entornos ambientales cuando la presencia de un agente antimicrobiano elimina las principales poblaciones de la bacteria objetivo y permite que las cepas restantes resistentes se multipliquen. En el medio ambiente, puede ocurrir intercambio del material genético (como los plásmidos) que contiene los genes que codifican la resistencia a los antimicrobianos entre las bacterias en metabolismo o en multiplicación, y con ello se difunden los atributos de resistencia a los antimicrobianos en las diversas poblaciones de bacterias ambientales y organismos patógenos.

La resistencia a los antimicrobianos es frecuente en las bacterias ambientales, incluso en lugares no contaminados, relativamente protegidos de las actividades modernas antropogénicas, como las cuevas, el hielo permanente y los glaciares. Sin embargo, el uso de antibióticos en los seres humanos, el ganado y los animales de compañía está asociado con una evolución y amplificación de los patógenos resistentes a los antibióticos y los correspondientes genes de resistencia que albergan. Los reservorios ambientales son la principal fuente de genes de resistencia a los antibióticos y las actividades antropogénicas aumentan la importancia del medio ambiente como una ruta de exposición humana a esta resistencia. Por ejemplo, el consumo humano de antibióticos puede aportar a los canales antibióticos, organismos patógenos resistentes y genes de resistencia a los antibióticos por la contaminación fecal que resulta de la defecación al aire libre, el vertido de aguas residuales sin tratar y tratadas, la infiltración de los tanques sépticos y las fugas de los inodoros. En particular, las aguas residuales de hospitales y establecimientos de fabricación de antibióticos pueden contener concentraciones altas de antibióticos y organismos patógenos resistentes.

El uso de antibióticos en el ganado también aporta a los canales antibióticos y genes de resistencia a los antibióticos, con significación clínica, por la escorrentía de los

corrales de engorde o de los campos tratados con estiércol. La exposición a patógenos resistentes a los antimicrobianos puede ocurrir cuando los seres humanos entran en contacto con el agua, aguas abajo de estas fuentes.

Por ejemplo, la reutilización de aguas residuales, el uso del agua en actividades recreativas, el consumo de agua potable contaminada y la aerosolización del agua contaminada con fines diferentes del consumo como el riego, el uso de inodoros con arrastre de agua, o las torres de enfriamiento, son todas vías posibles de exposición a bacterias resistentes a los antimicrobianos y otros organismos patógenos. El consumo de los productos alimentarios contaminados también facilita la propagación de la resistencia a los antimicrobianos de las fuentes agrícolas. Se necesitan nuevas investigaciones que permitan comprender mejor las circunstancias que fomentan la aparición y diseminación de la resistencia a los antimicrobianos en las bacterias del medio ambiente y determinar cómo evitarla.

Los sistemas de saneamiento seguro y las prácticas de higiene constituyen barreras fundamentales entre las fuentes de resistencia a los antimicrobianos y la exposición humana. El lavado de las manos limita la propagación de la resistencia a los antimicrobianos por el contacto interpersonal, mientras que los inodoros, la contención, la transferencia, el tratamiento (de aguas residuales y lodo) seguros y la disposición y/o uso final seguro de los desechos, así como, el tratamiento del agua potable y la protección de las fuentes de agua, son todas barreras primordiales que previenen la transmisión a los seres humanos de organismos patógenos resistentes a los antimicrobianos, provenientes de fuentes fecales. Adicionalmente, las intervenciones a nivel de la población pueden reducir el problema de la resistencia a los antimicrobianos cuando limitan la prescripción de antibióticos, fortalecen la difusión y la comunicación al público acerca del uso apropiado de los antibióticos y establecen políticas que reducen el uso de antibióticos innecesarios o la descarga de desechos contaminados.

supervivencia en el medio ambiente. El *Cryptosporidium* spp., la *Giardia* spp. y la *Entamoeba histolytica* son todos infestantes desde su excreción, pero los ooquistes de *Cyclospora* requieren un período de latencia de algunos días para madurar en el medio ambiente.

6.1.4 Helmintos

Los helmintos (también conocidos como parásitos vermiformes) incluyen las tenias (cestodos), duelas (trematodos) y lombrices intestinales (nematodos). Son organismos multicelulares, complejos. Algunos helmintos, se definen como transmitidos por el suelo y su ruta de transmisión puede ser fecal-oral (después de un período de maduración en el medio ambiente), la infestación se produce por ingestión de huevos de vermes fértiles o por penetración de la piel por larvas infestantes.

Aunque las geohelmintiasis con gran frecuencia son asintomáticas, pueden provocar efectos diversos de leves a graves como dolor abdominal y diarrea crónica, anemia ferropénica, retraso del crecimiento, prolapso rectal recurrente, obstrucción del intestino delgado o grueso, apendicitis, pancreatitis y desnutrición proteínico-calórica. La excreción de huevos infestantes puede ser abundante (véase el cuadro 6.1). En algunas especies, sobre todo *Ascaris lumbricoides*, los huevos sobreviven en el medio ambiente durante años, cuando las condiciones de suelo son favorables.

6.2 Aspectos microbianos relacionados con el saneamiento

El rol de las excretas y de un saneamiento deficiente en la transmisión de enfermedades depende del patógeno específico. En la clasificación más sencilla, existen tres maneras básicas mediante las cuales las excretas humanas pueden aumentar la aparición de infecciones o infestaciones humanas:

- como fuente de microorganismos enteropatógenos en el medio ambiente;
- al facilitar los ciclos de vida dependientes de las excretas; y
- al facilitar la reproducción de los vectores.

A continuación, se presentan de forma breve estos mecanismos y luego se describen los organismos patógenos más importantes relacionados con las excretas (cuadro 6.1).

6.2.1 Excretas como fuente de microorganismos enteropatógenos en el ambiente

Los enteropatógenos colonizan el intestino, se multiplican en las personas afectadas (excepto los helmintos, que no se multiplican pero ponen huevos) y luego se excretan con las heces (puede ser en grandes cantidades). Cada patógeno infestante excretado puede causar una nueva infestación cuando lo ingiere otra persona (es la transmisión fecal-oral). Las posibles rutas de exposición se presentan en la figura 6.1 e incluyen las siguientes:

- **Dedos:** Los patógenos se pueden transferir a los dedos al tocar las heces o superficies contaminadas o personas contaminadas por las mismas y luego, causan la infestación al llevarse los dedos a la boca, la nariz o tocar los alimentos.
- **Alimentos:** Los productos agrícolas frescos se contaminan mediante el uso de aguas residuales y lodo fecal para el riego, la fertilización o el uso de agua contaminada en el lavado. Cuando los productos de la huerta se consumen crudos (o tras una cocción leve) pueden contener patógenos infecciosos.
- **Agua potable:** El agua potable de las fuentes de agua superficiales y subterráneas puede estar contaminada con patógenos fecales.
- **Higiene y agua doméstica:** El agua contaminada con heces que se usa para el lavado y la preparación de alimentos, que se consume en cantidades más pequeñas que el agua potable o de manera involuntaria, también puede dar lugar a exposición a patógenos fecales.
- **Agua superficial:** El juego o el baño en aguas superficiales contaminadas puede dar lugar a ingestión no intencional de agua e infestación ulterior. De manera análoga, la exposición laboral (por ejemplo, la pesca, el lavado de vehículos) puede provocar ingestión de aguas superficiales.

El agua contaminada con heces puede formar aerosoles mediante el rociamiento, la descarga o las actividades de limpieza. Los aerosoles se pueden aspirar por la nariz o la boca con la respiración usual y se degluten con la saliva o las secreciones nasales.

El punto central y el objetivo de un sistema de saneamiento seguro es interrumpir todas las vías de exposición. El riesgo de una persona de contraer una infestación o infección por enteropatógenos está determinado por su exposición general por todas las vías, en consecuencia, es difícil aislar el efecto de una vía única sobre la carga de morbilidad en una comunidad. Las intervenciones de saneamiento específicas,

Figura 6.1 Transmisión de organismos patógenos relacionados con las excretas



* Se refiere a los animales como vectores mecánicos. En este diagrama no se representa la transmisión de patógenos animales relacionados con las excretas al hospedero humano

desde la construcción de inodoros hasta la eliminación o el uso seguro de la materia fecal, tendrán repercusiones en cada una de las vías de diferentes maneras. La magnitud relativa de cada vía de exposición dependerá de:

- las características individuales de cada patógeno;
- la ubicación y el entorno;
- las condiciones ambientales locales que determinan el transporte y la persistencia de los patógenos; y
- la tasa endémica de enfermedades que provocan la aparición de patógenos en las heces.

Las actividades de una persona (por ejemplo, los riesgos ocupacionales de los trabajadores, los riesgos domésticos de las personas encargadas de actividades cotidianas como el lavado, la preparación de alimentos y la higiene personal) influirán en último término en la exposición. Se prevé que toda intervención de saneamiento reduzca la exposición a los peligros microbianos, pero la magnitud de esta reducción variará según el patógeno, el entorno y la persona. El impacto de esta reducción en la incidencia general de enfermedades dependerá de la magnitud de las vías de exposición restantes (Robb et al., 2017).

6.2.2. Ciclo de vida de los patógenos dependientes de las excretas

Para algunos helmintos patogénicos, la ruta de transmisión hasta la infestación es compleja. En estos organismos su ciclo de vida incluye interacciones ecológicas más amplias.

El objetivo general del manejo es romper el ciclo de vida y prevenir la reinfestación. El saneamiento que impide que las excretas sin tratar sean liberadas al medio ambiente es un punto de control necesario para romper el ciclo continuo de reproducción de los vermes (por ejemplo, para *Schistosoma* spp., los helmintos transmitidos por el suelo y las tenias). Otros puntos de control incluyen el manejo de las poblaciones de caracoles, reducir al mínimo la exposición al agua, potenciar al máximo el tratamiento médico de las personas infestadas (por ejemplo, por *Schistosoma* spp. y helmintos transmitidos por el suelo) y mejorar la higiene alimentaria y las prácticas de cría de ganado, en el caso de las tenias.

6.2.3 Reproducción de los vectores facilitada por las excretas

La disposición insegura de las excretas incluida la defecación al aire libre, las letrinas de pozo sin protección y el drenaje deficiente de los sistemas de agua facilitan la reproducción de los vectores. Los insectos (por ejemplo, las moscas, las cucarachas y los mosquitos) pueden actuar como vectores de enfermedades al transportar mecánicamente los patógenos en el medio ambiente, ya sea en su cuerpo o en su tracto intestinal.

Los desechos fecales sólidos cuya contención no es segura ofrecen un hábitat favorable a las moscas y las cucarachas. Existe un extenso conjunto de datos fidedignos que indica que los insectos que se reproducen en las excretas o se alimentan de ellas pueden transportar los patógenos humanos en su cuerpo o en su intestino (véase la revisión de Blum y Feachem, 1983 y los estudios posteriores: Feachem et al., 1983; Graczyk, Knight y Tamang, 2005; Tatfeng et al., 2005; Gall, 2015). Por ejemplo, las cucarachas atrapadas en los inodoros de las casas con letrinas de pozo contenían un recuento promedio de 12,3 bacterias/ml \times 10¹⁰ y 98 parásitos/ml y los microorganismos consistían en una amplia gama de patógenos de transmisión fecal-oral (Tatfeng et al., 2005). Por consiguiente, los insectos acentúan la transmisión fecal-oral de los patógenos al ofrecer trayectorias diferentes de las excretas hasta los alimentos o los utensilios de cocina.

Se ha demostrado que las moscas transportan una diversidad de microorganismos enteropatógenos como bacterias y protozoos (Khin, Sebastian & Aye, 1989; Fotedar, 2001; Szostakowska et al., 2004). Además de la transmisión fecal-oral de patógenos específicos, las moscas representan un

mecanismo esencial de transmisión de las cepas oculares de *Chlamydia trachomatis*, que es el organismo causal del tracoma. La infección se propaga mediante el paso de las secreciones oculares o nasales de una persona infectada por el contacto personal (dedos, fómites) y ciertas especies de moscas (en especial *Musca sorbens*, que pone huevos en las heces humanas expuestas en el suelo). En un metanálisis (Stocks et al., 2014) se encontró evidencia que respalda la función del agua, el saneamiento y la higiene como componentes importantes de una estrategia integrada de eliminación del tracoma.

La importancia de las enfermedades transmitidas por mosquitos en salud pública está ampliamente documentada. El saneamiento inseguro y el drenaje inadecuado que origina aguas o charcos estancados pueden facilitar la reproducción de mosquitos (sobre todo *Culex* spp.) y con ello aumentan el riesgo de enfermedades transmitidas por mosquitos como la enfermedad por el virus del Nilo Occidental o filariasis linfática (Curtis et al., 2002; van den Berg, Kelly-Hope & Lindsay, 2013).

Los sistemas de saneamiento seguro tienen que garantizar que la manera de contener las excretas previene la oviposición de los insectos y facilita el drenaje apropiado del agua para evitar la reproducción de los mosquitos.

6.2.4 Patógenos relacionados con las excretas

En el cuadro 6.1 se describen los principales patógenos relacionados con las excretas contra los cuales el saneamiento es (o puede ser) importante para el control de la infección.

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (fuente principal: Mandell, Bennett & Dolin, 2000)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control _†	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
BACTERIAS							
<i>Campylobacter</i> spp.	La causa bacteriana más frecuente de diarrea. Se puede asociar con secuelas graves	Sobre todo los alimentos y el agua por contaminación animal. La transmisión de persona a persona <i>no es frecuente</i>	Aves de corral y otros ganados domésticos	Baja	10 ⁶ – 10 ⁹ /g	Hasta 3 semanas	
<i>Clostridium difficile</i>	Causa frecuente de diarrea en todo el mundo, sobre todo en pacientes ancianos. Causa importante de diarrea asociada con los antibióticos	Transmisión de persona a persona, sobre todo en el ámbito de la atención de salud, por prácticas de higiene deficientes. Han ocurrido brotes en entornos institucionales	Ninguna conocida	Baja	—*	—*	
<i>Escherichia coli</i> enteroagregativa	Causa importante de diarrea crónica en los países de bajos ingresos	Incierta	Incierta	Incierta	—	—	
<i>E. coli</i> (enterohemorrágica)	Aunque no es frecuente, tiene alto riesgo de mortalidad y secuelas graves	De persona a persona, transmitido por los alimentos y el agua	Ganado	Alta	—	—	
<i>E. coli</i> (entero invasora)	Causa diarrea acuosa pero puede progresar a disentería (diarrea sanguinolenta)	Asociado con brotes transmitidos por los alimentos aunque también ocurre por propagación de persona a persona	Incierta	Media	—	—	Hunter, 2003
<i>E. coli</i> (enteropatogena)	Principal causa de la diarrea del lactante en los países de bajos ingresos. Puede causar diarrea grave	De persona a persona	Ninguna fuente zoonótica evidente	Alta	—	Puede ser prolongada	

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continué)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control _†	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<i>E. coli</i> (enterotoxigénica)	Causa principal de diarrea en los niños en los países de bajos ingresos. Causa frecuente de la diarrea del viajero	Transmisión sobre todo por los alimentos y el agua; no parece transmitirse de persona a persona	Puede causar diarrea en los lechones y los terneros; existe alguna evidencia de transmisión a partir de los animales pero no es una causa principal	Media	—	—	Gonzales-Sile & Sjöling, 2016
<i>Helicobacter pylori</i>	Causa gastritis aguda y úlceras pépticas; importante factor de riesgo de cáncer de estómago (una causa importante de mortalidad por cáncer en los países de bajos ingresos)	Transmisión de persona a persona (condiciones de hacinamiento y falta de higiene) y fecal-oral (agua sin tratar, saneamiento deficiente)	Ninguna conocida	Incierta	—	—	
<i>Salmonella enterica typhi</i>	La fiebre tifoidea (fiebre entérica) es una enfermedad grave, que sin tratar provoca mortalidad alta	Transmisión por los alimentos y el agua	Restringida a los seres humanos	Alta	—	Puede ser extremadamente prolongada	
Otras cepas de <i>Salmonella</i>	Variación de síntomas (de diarrea acuosa a disentería); asociada con una diversidad de secuelas graves generalizadas	Transmisión sobre todo por los alimentos pero han ocurrido brotes transmitidos por el agua. También ocurre transmisión de persona a persona (sobre todo en cuidadores, por ejemplo, la madre de un niño con infección o profesionales de salud)	Sobre todo zoonótica (aves de corral, cerdos y muchos otros)	Baja	Gran variación	Mediana 5 semanas	
<i>Shigella dysenteriae</i>	Causa diarrea grave y disentería con consecuencias importantes como colitis, desnutrición, prolapso rectal, tenesmo, artritis reactiva y efectos sobre el sistema nervioso central	Transmisión de persona a persona (directa o indirecta); sumamente infecciosa. Sobre todo en entornos de países de bajos ingresos. Puede causar brotes	Ninguna, son estrictamente patógenos humanos	Alta	—	—	

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continué)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control [†]	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<i>Shigella flexneri</i>	Causa diarrea y síntomas disentéricos	Transmisión de persona a persona (directa o indirecta) y sumamente infecciosa. Sobre todo en los países de bajos ingresos; puede causar brotes	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Alta	—	—	
<i>Shigella sonnei</i>	Causa frecuente de diarrea acuosa en todo el mundo	Transmisión de persona a persona (directa o indirecta) y sumamente infecciosa; puede causar brotes	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Alta	10 ⁶ - 10 ⁸ /g	Generalmente hasta 4 semanas	
<i>Vibrio cholerae</i>	Causa diarrea acuosa aguda que puede ser muy grave y llevar a la muerte por deshidratación. Causa brotes. La mayoría de las personas infectadas son asintomáticas	Transmisión sobre todo por los alimentos y el agua. Alguna transmisión de persona a persona	Alguna transmisión vinculada a los pescados y los mariscos crudos	Alta	Asintomático 10 ² –10 ⁵ /g; Sintomático 10 ⁶ – 10 ⁹ /ml	7–14 días	Eddleston et al., 2008
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Causa diarrea acuosa y adenitis mesentérica (inflamación de los ganglios linfáticos abdominales, a veces se confunde con apendicitis). No es una causa frecuente de diagnóstico de diarrea	Transmisión por los alimentos y el agua, alguna transmisión de persona a persona	El ganado, los animales y las aves salvajes	Media	—	—	

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control _†	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
Organismos patógenos oportunistas resistentes a los antimicrobianos que pueden formar parte de la flora fecal normal (por ejemplo, microorganismos resistentes a los carbapenémicos y Enterobacteriaceae portadoras de betalactamasas de amplio espectro)	Coloniza los intestinos, causa una amplia variedad de afecciones extraintestinales en personas y poblaciones vulnerables, por ejemplo, infecciones de la sangre incluida la septicemia (neonatal, posparto, posoperatoria, en personas con inmunodepresión), infecciones de las vías urinarias, infecciones posoperatorias del lecho quirúrgico	Transmisión de persona a persona (directo o indirecto) altamente infeccioso. Principalmente en entornos de países de bajos ingresos. Puede causar brotes	Las heces de los seres humanos y de los animales son portadoras	Alta	—	—	
VIRUS							
Adenovirus	Un grupo <i>grande</i> de virus diferentes que causan una variedad de afecciones. Los genotipos 40 y 41 causan sobre todo gastroenteritis en los niños y diarrea prolongada (hasta 10 días)	Transmisión de persona a persona por vía fecal-oral y por <i>gotitas de agua</i>	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Baja	1011/g (inferior con adenovirus no entéricos)	Meses después de la regresión de los síntomas	
Astrovirus	Causa frecuente de diarrea en todo el mundo, sobre todo en los niños pequeños	Sobre todo transmisión de persona a persona, puede ser transmitido por el agua. Los brotes suelen ocurrir en ámbito institucional	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Baja	$10^2 - 10^{15}/g$	Hasta dos semanas después del fin de los síntomas	Vu et al., 2017
Enterovirus	Número importante de virus con una vasta diversidad de síntomas clínicos (incluido el poliovirus, ver abajo)	Transmisión de persona a persona y exposición ambiental	Ninguna conocida	Incierta	Hasta $10^6 - 10^7/g$	10 días a 2 meses	

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
Virus de la hepatitis A	Causa hepatitis aguda, que suele desaparecer espontáneamente. Se asocia ocasionalmente con muerte por insuficiencia hepática aguda	Transmisión por los alimentos y el agua; de persona a persona. Ambas rutas pueden provocar brotes	Ninguna (se han infectado primates no humanos en estudios pero no forman parte del ciclo de transmisión)	Media	La presencia en las heces es mayor antes de los síntomas	Presente desde 14-21 días antes de la aparición de la ictericia y hasta 8 días después	
Virus de la hepatitis E	Puede causar hepatitis aguda; el genotipo 1 se asocia con mortalidad materna en países de ingresos bajos y medianos debido a insuficiencia hepática aguda	Los genotipos 1 y 2 predominan en países de ingresos bajos y medianos y se transmiten sobre todo por el agua. Los genotipos 3 y 4 predominan en Europa y se asocian con el consumo de carne de cerdo contaminada o la carne de caza	Genotipos 1 y 2: ninguna vía conocida de transmisión animal. Los genotipos 3 y 4 son zoonóticos, con una fuerte correlación con el consumo de carne de cerdo	Media	10 ⁹ /g	Desde una semana antes de que aparezcan los síntomas hasta 4 semanas después	Chaudhry et al., 2015; Park et al., 2016
Norovirus	Principal causa de brotes de gastroenteritis (caracterizada por diarrea, vómitos y dolor abdominal) en todos los grupos de edad	Sobre todo transmisión de persona a persona por vía fecal-oral y también por pequeñas <i>gotas de agua</i> ; se puede diseminar por los alimentos y el agua. Causa importante de brotes esporádicos en hospitales, hogares de ancianos y otros entornos institucionales	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Baja	10 ¹¹ /g	8 - 60 días	
Poliovirus	La poliomielitis aguda es con frecuencia asintomática. En una proporción pequeña de personas aparece la parálisis	Transmisión de persona a persona. Algunos brotes se han asociado con deterioro de la infraestructura sanitaria (por ejemplo, durante guerras)	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Media	—	—	WHO (sin fecha)

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control _†	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
Rotavirus	Causa importante de gastroenteritis aguda en los lactantes en todo el mundo. Los síntomas frecuentes incluyen diarrea acuosa grave, vómito, fiebre y dolor abdominal. La infección por rotavirus se asocia con deshidratación grave y ocasionalmente la muerte	Transmisión de persona a persona	La mayoría de los rotavirus son organismos patógenos estrictos humanos; el rotavirus del grupo C se puede asociar con el ganado bovino	Baja	10 ¹⁰ - 10 ¹² /g	Desde 2 días antes de hasta 10 días después de la enfermedad sintomática	Meleg et al., 2008
Sapovirus	Causa de diarrea aguda y vómitos en todo el mundo	Transmisión sobre todo de persona a persona por vía fecal oral y también por las pequeñas gotas de agua; puede propagarse por los alimentos y el agua	Ninguna, son estrictamente patógenos humano	Baja	—	—	Chaudhry et al., 2015; Park et al., 2016
PROTOZOOS							
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Uno de las causas más frecuentes de diarrea en los niños pequeños en todo el mundo. La diarrea puede prolongarse (varios días o más) sobre todo en personas inmunodeprimidas	Transmisión de persona a persona y ha ocurrido un gran número de brotes transmitidos por los alimentos y el agua	De las dos especies principales, <i>C. parvum</i> puede infectar múltiples especies y el principal reservorio es el ganado bovino. El <i>C. hominis</i> está restringido a los seres humanos	Alta	—	—	Hunter & Thompson, 2005
<i>Cyclospora cayatanensis</i>	Causa poco frecuente de diarrea aguda y persistente en todas las edades. La enfermedad aguda puede durar entre 1 y 8 semanas	Transmisión por el agua y los alimentos, incluso los brotes	Los seres humanos son los únicos hospederos naturales; transmisión animal incierta	Baja	Hasta 10 ⁶ /g	—	
<i>Entamoeba histolytica</i>	Causa diarrea, disentería amebiana y abscesos hepáticos o abscesos metastásicos. Frecuente y de distribución irregular	Transmisión por los alimentos y el agua y con poca frecuencia de persona a persona	Ninguno	Alta	Hasta 10 ⁷ quistes/día	Puede ser prolongada	

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control [†]	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<i>Giardia intestinalis</i>	Transmisión característica por el agua y también de persona a persona	Varios hospederos animales, incluidos los animales salvajes, los perros, los gatos, el ganado bovino, los cerdos y los pollos se asocian con la transmisión de algunas cepas	Media	2x10 ⁵ quistes/g	Puede excretarse durante varias semanas	Hunter & Thompson, 2005; Laloo & White, 2013	
HELMINTOS							
<i>Ascaris lumbricoides (lombriz intestinal)</i>	Una de las helmintiasis humanas más frecuentes en todo el mundo. En gran parte asintomática. Puede provocar obstrucción del intestino delgado o grueso, apendicitis, pancreatitis y desnutrición	Transmisión por consumo de tierra y alimentos contaminados y contaminación de las manos	Evidencia de que tanto <i>Ascaris lumbricoides</i> como el <i>A. suum</i> del cerdo infectan al ser humano y además, que pueden existir eventos de hibridación común	Alta	10 ⁵ huevos/g	Mientras la infestación persiste	Bethony et al., 2006 Anderson & Jaenkike, 1997
<i>Diphyllobothrium latum</i>	Tenia intestinal; en gran parte asintomática. Puede provocar anemia	Transmisión por los alimentos: consumo de pescados infestados (huevos excretados en las heces humanas consumidas por los crustáceos pequeños, que son consumidos por peces más pequeños; estos son consumidos por peces más grandes, que son consumidos por seres humanos)	Los crustáceos de agua dulce son el primer hospedero intermediario; los peces son el segundo y tercer hospedero intermediario. Muchos otros mamíferos (excepto los seres humanos) pueden servir de hospedero definitivo	Media	Hasta un millón de huevos por verme por día	—	Scholz et al., 2009
<i>Uncinaria duodenale</i> <i>Necator americanus</i>	En gran parte asintomática. Puede provocar dolor abdominal crónico, anemia ferropénica y desnutrición proteínico-calórica	La vía más importante de transmisión es la penetración de la piel (por ejemplo, al caminar descalzo en suelo contaminado). El <i>Ancylostoma duodenale</i> también puede transmitirse por la ingestión de larvas (en suelo y cultivos)	Existen especies de uncinarias animales que pueden infestar a los seres humanos	Alta	Hasta 50 000 huevos/g	Mientras la infestación persiste	Bethony et al., 2006

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control [†]	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<i>Himenolepis spp.</i> (tenia enana)	Los síntomas suelen ser leves; puede incluir dolores abdominales y anorexia en las infestaciones graves	Los seres humanos son infestados por ingestión de huevos fértiles en los alimentos, el agua, el suelo y las superficies contaminadas	Roedores (importancia menor)	Alta	Incierta	Incierta	CDC, 2012
<i>Schistosoma haematobium</i>	En gran parte concentrado en los países de ingresos bajos y medianos. Enfermedad aguda: erupciones, hematuria, anemia. Enfermedad crónica: retraso del crecimiento, trastornos renales, hidronefrosis, cáncer de vejiga, esquistosomiasis genital femenina, infertilidad, dispareunia. También puede causar contracción grave de la vejiga	Penetración de la piel por cercarias en el agua contaminada, con un ciclo vital que incluye un caracol hospedero	Alguna evidencia de roedores para hemtabio puro. Evidencia de que el ganado contribuye a la infección humana por hibridación viable de especies de esquistosomas animales con <i>S haematobium</i> .	Alta	Excreción en la orina (aunque se pueden encontrar pares de híbridos zoonóticos en la orina y en las heces). Cada par de vermes produce varios cientos de huevos por día	Incierta	Webster et al., 2016 Leger & Webster, 2017 Catalano S et al, 2018
Otros <i>Schistosoma spp.</i> (<i>S. intercalatum</i> <i>S. guineensis</i>)	Dolor abdominal, anemia, retraso del crecimiento, fibrosis, epilepsia, hipertensión portal	Penetración de la piel por cercarias en el agua contaminada, con un ciclo vital que incluye un caracol hospedero	Más de 40 posibles hospedadores animales definitivos para <i>S. japonicum</i> (y <i>S. mekongi</i>), con predominio por hábitat de bovinos, roedores o ambos y perros. Los roedores y los primates no humanos sirven como reservorio para <i>S. mansoni</i>	Alta	Excreción en las heces o la materia fecal. Cada par de vermes produce de varios cientos de huevos por día (<i>S. mansoni</i>) a varios miles por día (<i>S. japonicum</i>)	Incierta	Webster et al., 2016 Rudge et al., 2013

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control [†]	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<i>Strongyloides stercoralis</i>	Dolor e hinchazón abdominal, pirosis, diarrea, estreñimiento, tos, erupciones cutáneas. Puede causar artritis, trastornos renales y cardiopatías. Puede permanecer asintomática varios decenios. Gran mayoría de infecciones asintomáticas	Infestación por larvas infestantes del suelo contaminado por penetración a través de la piel. Puede ocurrir autoinfestación (autorreinfestación), que da lugar a un estado de portador prolongado después del episodio primario	Ninguna	Alta	Depende de la carga y el tipo de infestación	Mientras la infestación persiste	
<i>Tenia solium</i> (tenia del cerdo)	La infestación puede dar lugar a teniasis ¹ que provoca efectos sanitarios menores o cisticercosis (cuando el hospedero intermediario es un ser humano) en los músculos, la piel, los ojos y el sistema nervioso central, con efectos sanitarios que pueden ser graves	Transmisión por los alimentos: la teniasis es causada por la ingestión de larvas en la carne de cerdo mal cocida; las larvas se convierten en vermes maduros en el cuerpo humano y los huevos salen en las heces. Transmisión de persona a persona: (falta de higiene), los alimentos, el agua, el suelo: la cisticercosis es causada por la ingestión de huevos; los huevos forman quistes en los tejidos corporales. Una persona con una tenia del cerdo puede ser fuente de huevos para sí mismo o cualquier persona en riesgo de ingerir sus heces	Generalmente los cerdos son el hospedero intermediario usual, ellos son infestados por el consumo de los huevos excretados en las heces humanas	Alta	Una o unas pocas proglótides ² llenas con huevos	Mientras la infestación persiste	WHO (sin fecha b); Webber, 2005
<i>Tenia saginata</i> (tenia de la carne de res)	Teniasis que provoca efectos sanitarios menores	Transmitida por los alimentos: la teniasis es causada por la ingestión de larvas en la carne de res mal cocida; las larvas se convierten en vermes maduros en el cuerpo humano	El ganado bovino es el hospedero intermediario, ellos son infestados por el consumo de los huevos excretados en las heces humanas	Alta	Una a unas pocas proglótides llenas de huevos	Mientras la infestación persiste	OMS (sin fecha b); Webber, 2005

Cuadro 6.1 Organismos patógenos relacionados con las excretas (continuado)

Patógeno	Importancia para la salud	Vías de transmisión	Fuente animal importante	Importancia probable del saneamiento en el control [†]	Concentración excretada en las heces (o en orina cuando procede)	Duración de la excreción	Otras referencias
<p>Parásitos trematodos (platelminto) o duelas <i>Fasciola hepatica</i>, <i>F. gigantica</i> (F) <i>Sinensis de clonorchis</i> (C) <i>Opisthorchis viverrini</i> (O) <i>Paragonimus ssp.</i> (P), más frecuente: <i>P. westermani</i>, <i>P. heterotremus</i>, <i>P. philippinensis</i></p>	<p>(F), (C) y (O) causan enfermedad hepática por duela y (P) causa enfermedad del pulmón por duela, todas en gran parte asintomáticas con infestación baja. Con infestación grave (F) da lugar a fibrosis hepática crónica y pancreatitis, (C) y (O) provocan inflamación y fibrosis y cáncer de la vía biliar en casos crónicos, (P) los casos crónicos causan tos con esputo sanguinolento, dolor torácico con disnea y fiebre, el derrame pleural y el neumotórax son complicaciones posibles</p>	<p>Todos se transmiten por los alimentos, mediante la contaminación del agua dulce (y la vegetación del agua dulce) por heces humanas o animales. Todos tienen caracoles acuáticos como hospederos intermediarios. Los peces ((O), (C)) y los crustáceos (P) son <i>hospederos</i> intermediarios secundarios para las metacercarias; las plantas acuáticas ofrecen un sustrato a las metacercarias (F). La ingestión de hortalizas acuáticas crudas infectadas (por ejemplo, los berros) (F); o de peces infectados crudos o parcialmente procesados o cocinados (C) y (O), o los crustáceos (por ejemplo, camarones) (P)</p>	<p>Los carnívoros que comen peces (C) y (O); carnívoros que comen crustáceos (P); el ganado bovino, ovino, los búfalos, los cerdos, los burros (F)</p>	<p>Reducción de la contaminación de las masas de agua dulce por los huevos de parásitos; gran predominio de fuentes animales de contaminación</p>	<p>Varios cientos a varios miles con cada deposición, según la intensidad de la infestación</p>	<p>Mientras la infestación persiste</p>	<p>(O) Sripa, 2003; (O) y (C) Sithithaworn et al., 2011; (F), (C), (O) y (P) Fuerst et al., 2012; Kim et al., 2011; Heyman et al. 2015</p>
<p><i>Trichuris trichiura</i> (tricocefalo)</p>	<p>En gran parte asintomática. La infestación grave produce dolor abdominal y diarrea crónica, anemia ferropénica, retraso del crecimiento, síndrome de disentería, prolapso rectal recurrente</p>	<p>Transmisión por consumo de tierra y cultivos contaminados. Transmisión de mano a boca.</p>	<p>Ninguna</p>	<p>Alta</p>	<p>Tal vez hasta 50 000 huevos</p>	<p>Mientras la infestación persiste</p>	<p>Bethony et al., 2006</p>

† La estimación de una repercusión baja, media o alta del saneamiento explica el efecto según la probabilidad de transmisión continua de patógenos en condiciones de acceso para todos a sistemas de saneamiento seguro. Una importancia baja indica que es probable que la transmisión persista aun cuando se logre el acceso para todos a sistemas de saneamiento seguro, pues otras vías de transmisión son de mayor importancia.

* Ninguna información.

1 Teniasis, tenia adulta en el intestino.

2 Proglótides, segmento de un cestodo que contiene órganos reproductivos masculinos y femeninos.

6.3 Transmisión ambiental de organismos patógenos en los residuos fecales

Cualquiera que sea la vía de transmisión (figura 6.1) que da lugar a nuevas infestaciones en la población, los patógenos tienen que excretarse en cantidades suficientes, persistir en el medio ambiente (por ejemplo, en las superficies, el agua, las aguas residuales y el suelo) y ser transportados (por ejemplo, por transferencia manual, generación de aerosoles, contaminación de cultivos alimentarios o contaminación de las fuentes de agua) en un estado infestante a un punto de exposición. Por consiguiente, el riesgo general para la salud humana está determinado por la aparición (es decir, la cantidad excretada en el medio ambiente por personas infestadas), la persistencia de los patógenos en el medio ambiente (es decir, la probabilidad de su supervivencia o de que sigan siendo infestantes), la presencia y abundancia de cualquier vector u hospedero intermediario necesarios y la capacidad de infestación de cada patógeno. Luego de presentar en el ítem 3.6.1 una introducción a los métodos de detección de patógenos, se muestra una visión panorámica de las fuentes de datos y los principios de la aparición, persistencia y capacidad infestante de los patógenos. En los capítulos pertinentes del Proyecto global sobre los patógenos del agua (GWPP, por Global Water Pathogen Project) se pueden consultar más detalles e información.

6.3.1 Métodos de detección de patógenos en las muestras ambientales

Los análisis microbiológicos de las muestras ambientales colectadas en los estudios de saneamiento a menudo se centran en indicadores bacterianos o bacteriófagos de contaminación fecal como *E. coli*, enterococos y más recientemente el bacteriófago de bacteroides (Diston et al., 2012). Estos indicadores no son sustitutos perfectos de la persistencia, el transporte y el destino de algunos patógenos, pero son indicadores útiles, factibles y económicos de la contaminación fecal en el medio ambiente. En algunas circunstancias como los brotes de enfermedades donde puede ser importante detectar la fuente y el movimiento de un determinado patógeno en el medio ambiente, tal vez sea útil examinar muestras ambientales en busca de un determinado patógeno de interés. Los investigadores deben analizar con cuidado los objetivos de la investigación al elaborar un plan de obtención y análisis de muestras, puesto que la búsqueda de patógenos en muestras ambientales puede ser difícil y

costosa. Los investigadores también deben determinar si es necesario detectar organismos infestantes vivos o si es suficiente detectar el ácido nucleico del patógeno. Dadas las limitaciones por la concentración de algunos patógenos y los métodos de detección, los resultados negativos se deben interpretar con cuidado.

A diferencia del examen de muestras clínicas, donde la meta es detectar la presencia de un agente causal y diagnosticar así una infestación o una infección, el objetivo del análisis microbiano de las muestras ambientales es obtener información cuantitativa sobre la concentración de la contaminación fecal (al medir microorganismos indicadores) o la concentración de patógenos en la muestra. Estos datos cuantitativos se pueden usar para estimar el riesgo asociado con el contacto o la ingestión de la muestra ambiental o evaluar la eficacia de un proceso de tratamiento para extraer o inactivar patógenos específicos.

La interpretación de los datos de enumeración para la salud pública exige la comprensión de los métodos analíticos y los puntos fuertes y las limitaciones de los diferentes enfoques. Cada método se ha desarrollado con el fin de aislar e identificar un agente específico o un grupo de agentes en una muestra ambiental.

Las muestras ambientales se deben preparar para el análisis microbiano, a fin de concentrar el patógeno de interés en la muestra y aumentar la probabilidad de detectarlo. El método usado en la preparación dependerá del tipo de muestra (por ejemplo, aguas residuales, lodo, agua superficial), la concentración prevista de microorganismos (si se requiere dilución o concentración) y el microorganismo de interés.

Algunos tipos de muestras (por ejemplo, el lodo fecal) plantean un considerable reto para la preparación y enumeración subsiguiente, dado que el método puede constar de numerosas etapas y cada una representa una oportunidad de pérdida de material de interés (es decir, organismos o ácidos nucleicos). Por consiguiente, la recuperación de patógenos con los métodos analíticos es imperfecta y, donde sea posible, los resultados cuantitativos se deben corregir con respecto al método de recuperación.

Los métodos de enumeración están dirigidos a una característica específica del microorganismo y se pueden agrupar de acuerdo a: identificación visual, métodos a base de cultivo y métodos moleculares.

La identificación visual se emplea para contar los organismos al microscopio según rasgos morfológicos característicos (a menudo con técnicas específicas de tinción). La identificación visual de los microorganismos en las muestras ambientales se usa rara vez debido a una sensibilidad y especificidad insuficientes. Los técnicos experimentados pueden identificar algunos virus, quistes de protozoarios u ooquistes o huevos y larvas de helmintos, según su morfología y tamaño. Sin embargo, la inspección microscópica se suele reservar para las muestras clínicas. Muchos patógenos de las muestras ambientales no se pueden identificar por la inspección visual exclusiva.

Los métodos a base de cultivo dependen de la capacidad de reproducción del organismo de interés en un conjunto específico de condiciones y se cuentan las colonias (bacterias) o las placas (virus). Estos métodos solo detectan los organismos infestantes. Sin embargo, como algunos organismos pueden ser viables pero no cultivables (es decir, no pueden reproducirse en el laboratorio, pero permanecen infestantes para un hospedero humano), estos métodos pueden subestimar el número de organismos viables en la muestra.

Los métodos moleculares (por ejemplo, [cuantitativos] la reacción en cadena de la polimerasa, RCPc) identifican la presencia (y cantidad) de una secuencia objetivo específica de material genético en la muestra. Los métodos moleculares se usan para los patógenos que no pueden cultivarse (o cuyo cultivo es difícil) y a veces se prefieren con respecto al cultivo o la identificación visual debido a su especificidad y sensibilidad. La detección por la RCP ha sido una herramienta valiosa en la microbiología ambiental. La RCP presenta no obstante varios inconvenientes importantes, a saber:

- las técnicas corrientes de RCP no pueden distinguir entre los organismos viables y muertos;
- la interpretación de los resultados cuantitativos es problemática y depende del número de secuencias objetivo por microorganismo (la complejidad es aún mayor con los patógenos intracelulares); y
- la especificidad del método para detectar de manera exclusiva el organismo de interés depende de la sonda o el cebador escogido, ya que entre más larga es la secuencia, se prevé que la sonda o el cebador sean más específicos.

El resultado del análisis puede ser cuantitativo (número de organismos, colonias o placas); presencia o ausencia

del organismo o secuencia de interés (que, cuando se realiza en una serie de muestras paralelas, se puede informar como la estimación del número más probable [NMP]); o semicuantitativo (como el resultado de una RCPc expresado como el número o la concentración de copias del genoma en la muestra). En numerosos casos, aún no se han normalizado los métodos para el análisis de muchos patógenos humanos en las muestras ambientales (incluidas las heces, las aguas residuales, el lodo y las aguas superficiales). Esta es una ciencia nueva, con progresos rápidos continuos de los enfoques metodológicos. Pueden existir diferencias importantes en los datos notificados por diferentes laboratorios que utilizan métodos válidos pero diferentes en la preparación y el análisis de las muestras.

Al interpretar los resultados analíticos de las muestras ambientales se deben tener en cuenta estas importantes limitaciones metodológicas. Se puede consultar información complementaria en Maier, Pepper & Gerba, 2009 y OMS, 2016.

6.3.2 Presencia de organismos patógenos en los desechos fecales

En el cuadro 6.2 se resumen algunos informes sobre la concentración de patógenos en las heces humanas y las aguas residuales (adaptado de Aw, 2018).

Solo las personas infestadas excretan microorganismos enteropatógenos. La concentración de patógenos en los desechos fecales, por consiguiente, depende de la prevalencia de infección en los habitantes y la densidad de excreción de organismos patógenos (Hewitt et al., 2011; Petterson, Stenström y Ottosson, 2016) y estos factores se deben tener en cuenta al interpretar los datos del cuadro 6.2 (se puede obtener información adicional en Aw, 2018).

Prevalencia de infestación: Aunque solo los seres humanos y los animales infestados excretarán microorganismos enteropatógenos, no todas las infestaciones producen síntomas de enfermedad (algunas personas, en otras palabras, tienen infestaciones asintomáticas). La tasa de infestación, más que la tasa de enfermedad, llevará a la presencia de patógenos en los desechos fecales. En las comunidades con una tasa endémica alta se prevén concentraciones mayores de patógenos en los desechos fecales. Además, la concentración de patógenos en los desechos fecales de una comunidad aumenta durante un brote. Por ejemplo, durante un brote importante de infestación por *Cryptosporidium hominis* en Suecia, la

Cuadro 6.2 Concentraciones de organismos patógenos en las heces y en las aguas residuales crudas
(adaptado de Aw, 2018)

Agente patógeno	Concentración por gramo en las heces	Concentración por litro en las aguas residuales	Notas con respecto a los datos de aguas residuales	Referencias
BACTERIAS				
<i>Campylobacter spp.</i>	6×10^6 a 10^9 UFC	10^2 a 10^7 UFC $2,5 \times 10^3$ a $1,6 \times 10^4$ NPP $4,1 \times 10^6$ CG	Cinco estudios en Europa y EUA	Pitkanen & Hanninen, 2017
Miembros patógenos de E. coli y Shigella spp.	10^6 a 10^8 (<i>Shigella</i>) 10^2 a 10^5 CFU (<i>E. coli</i> patógena en heces de ganado bovino)	$1,5 \times 10^3$ a $1,4 \times 10^7$ UFC (<i>Shigella</i>) 10^2 a 10^4 UFC (<i>E. coli</i> pathogène)	Dos estudios en Sudáfrica y España	García-Aljaro et al, 2017
<i>Helicobacter pylori</i>	Ningún dato cuantitativo	2×10^3 a $2,8 \times 10^4$ CG	Un estudio en EUA	Araujo Boira & Hanninen, 2017
VIRUS				
Adenovirus	10^{11} partículas	$1,7 \times 10^2$ a $3,3 \times 10^9$ CG	Ocho estudios en Brasil, Europa, Japón, EUA y Nueva Zelanda	Allard & Vantarakis, 2017
Astrovirus	$7,6 \times 10^2$ a $3,6 \times 10^{15}$ CG	10^3 a $4,3 \times 10^7$ CG	Cinco estudios en Brasil, Francia, Japón, Singapur y Uruguay	da Silva et al, 2016
Virus de la hepatitis A	$>10^6$ partículas	$2,95 \times 10^5$ a $9,8 \times 10^8$ CG	Cinco estudios en Brasil y Túnez	van der Poel & Rzezutka, 2017a
Virus de la hepatitis E	10^5 CG	104 CG	Dos estudios en Noruega y Suiza	van der Poel & Rzezutka, 2017b
Norovirus y otros calicivirus	10^{11} CG	$1,7 \times 10^2$ a $3,4 \times 10^9$ CG	Dieciocho estudios en Europa, Japón, Uruguay, Nueva Zelanda y EUA	Katayama & Vinjé, 2017
Poliovirus y otros enterovirus	10^6 a 10^7	0 a $3,4 \times 10^4$ (cultivo celular) $2,4 \times 10^2$ a $4,7 \times 10^6$ CG	Quince estudios en África, Europa, Japón, Nueva Zelanda y EUA	Betancourt & Shulman, 2016
Rotavirus	10^{10} a 10^{12} partículas	$2,2 \times 10^2$ a $2,9 \times 10^8$ CG	Cinco estudios en Argentina, Brasil, China y EUA	da Silva et al, 2016
PROTOZOOS				
<i>Cryptosporidium spp.</i>	10^6 a 10^7 ooquistes	$1,6 \times 10^4$ ooquistes	Veinte estudios en Suramérica y América del Norte, Asia, Europa y África	Nasser, 2016
<i>Ciclospora cayetanensis</i>	10^2 a 10^4 ooquistes	$1,2 \times 10^4$ CG	Basado en un estudio en EUA	Chacin-Bonilla, 2017
<i>Entamoeba coli</i> , <i>Entamoeba histolytica</i>	1256 quistes 854 quistes	1329 a 2834 quistes 893 quistes	Diecisiete plantas de tratamiento de aguas residuales en Túnez	Ben Ayed & Sabbahi, 2017
<i>Giardia duodenalis</i>	56 a 5×10^6 kystes	759 quistes 1 a 10^5 quistes	17 stations de traitement des eaux usées en Tunisie 17 études en Asie, Amérique du Nord et du Sud, Europe et Afrique du Sud	Boarato et al., 2016
HELMINTOS				
<i>Ascaris spp.</i>	204 huevos	46 huevos (máximo: 175) 455 huevos	Un estudio en el Irán (n = 60) Diecisiete plantas de tratamiento de aguas residuales en Túnez	Sossou et al, 2014; Sharafi et al, 2015
Duelas hepáticas por ejemplo, Clonorchis sinensis	$2,8 \times 10^3$ huevos	Ningún dato		Murell & Pozio, 2017
<i>Schistosoma mansoni</i>	53 huevos	Ningún dato		Sossou et al, 2014
<i>Taenia spp.</i>	Ningún dato	51 huevos	Diecisiete plantas de tratamiento de aguas residuales en Túnez	Ben Ayed et al, 2009

CG: Copias de genes

UFC: Unidades formadoras de colonias

NMP: Número más probable

concentración de ooquistes en las aguas residuales de la comunidad aumentó de ≤ 200 ooquistes/10 L antes del brote a un punto máximo de 270 000 ooquistes/10 L (Widerström et al. 2014). Se calculó que durante el brote estaba infestado casi un tercio de la población (27 000 de cerca de 60 000 habitantes).

Densidad de excreción: Para la mayoría de los patógenos, la información disponible sobre la densidad de excreción (es decir, la concentración de patógenos en las heces de personas infestadas) se limita a un número reducido de muestras de personas sintomáticas. Por consiguiente, es difícil saber qué tan representativos son estos valores de todas las infestaciones (en grupos de edad y entornos diferentes) con una gravedad variable de enfermedad. La información sobre los norovirus es más abundante que sobre otros patógenos, después de un estudio detallado que incluyó 102 personas (71 sintomáticas y 31 asintomáticas) y evaluó sistemáticamente la duración y el curso de la excreción (Teunis et al., 2015). El estudio reveló un perfil de excreción equivalente entre las infecciones sintomáticas y asintomáticas. La concentración de virus aumentó rápidamente a un punto máximo en unos pocos días desde el inicio de la infección y luego disminuyó gradualmente. La densidad de excreción máxima (según métodos de análisis molecular) osciló entre 105 y 109 copias del genoma por gramo de heces y la duración total de la excreción osciló entre 8 y 60 días. Otros seis estudios, revisados por Katayama y Vinjé (2017), informaron también concentraciones variables de norovirus en las heces. Ajami et al. (2010), por ejemplo, comunicaron concentraciones de norovirus en las heces de 11 personas entre $3,76 \times 10^7$ y $1,18 \times 10^{13}$ copias del genoma por gramo. Por lo tanto, se puede prever una variación considerable en el caso de otros patógenos y las concentraciones indicativas presentadas en los cuadros 6.1 y 6.2 son representativas de los datos limitados disponibles. La variabilidad natural en la prevalencia y la densidad de excreción significa que la concentración de patógenos en los desechos fecales es difícil de generalizar y que se debe prever una variabilidad amplia en las diferentes ubicaciones y con el transcurso del tiempo.

El volumen del agua combinada con los desechos fecales también modificará la concentración por dilución. En el caso de las redes centralizadas de alcantarillado, el agua puede incluir descargas industriales y aguas pluviales además de aguas de uso doméstico.

6.3.3 Persistencia de patógenos en el medio ambiente

La evaluación del tiempo de supervivencia de los patógenos en el medio ambiente es un componente fundamental de la evaluación de riesgos para la salud. Para que puedan representar un riesgo para la salud humana, los microorganismos enteropatógenos deben persistir en el medio ambiente un tiempo suficientemente prolongado para infestar un nuevo hospedero. La extinción e inactivación natural es una medida importante de protección de la salud.

Existe una gran variabilidad en la persistencia de cada patógeno en el medio ambiente y las condiciones ambientales son un factor primordial. Es difícil formular generalizaciones; en el cuadro 6.3 se analizan y resumen los factores que influyen en la persistencia microbiana (Yates, 2017). En la mayoría de los estudios, sin embargo, se han utilizado organismos indicadores¹ en lugar de patógenos humanos y con frecuencia se han realizado en agua (marina, fresca de superficie o aguas subterráneas) en lugar de aguas residuales; estos factores determinan limitaciones importantes a las deducciones acerca del comportamiento y la supervivencia de los patógenos en las excretas humanas.

Por regla general, los patógenos se adaptan a las condiciones del intestino del ser humano o los animales y en consecuencia, la persistencia en condiciones desfavorables es limitada. No obstante, las condiciones oscuras y frescas, el pH neutro y la humedad suficiente pueden llevar a una supervivencia prolongada de los patógenos. Los poliovirus del serotipo 1 y el virus de la hepatitis A, por ejemplo, permanecen infectantes por más de un año en el agua mineral almacenada a 4 °C (Biziagos et al., 1988). Para el *Cryptosporidium*, en condiciones oscuras en cuatro aguas naturales diferentes, el tiempo de inactivación de 2 log₁₀ (reducción de 99%) varía entre 10 y 18 días a 30 °C, pero aumenta a más de 200 días a 5 °C en todos los casos (Ives et al., 2007). En el caso del lodo fecal, una revisión bibliográfica (Manser et al., 2016) demostró claramente una correlación entre la temperatura y el tiempo para los huevos de *Ascaris* durante digestión anaeróbica; a una temperatura de digestión de 50 °C se registró inactivación de 2 log₁₀ de los huevos, entre menos de 2 horas hasta 4 días, en comparación con más de 2500 días a 10 °C. El virus

¹ Suelen ser microorganismos no patogénicos que son habitantes naturales del aparato digestivo. Su enumeración es relativamente poco costosa y sencilla y se utilizan con el fin de indicar la contaminación fecal.

Cuadro 6.3 Factores que influyen en la persistencia microbiana (de Yates, 2017)

Factor	Efecto
Temperatura	Persistencia más prolongada a temperaturas inferiores
Actividad microbiana	Variable, según las condiciones del microorganismo y el medio ambiente; en general, una mayor actividad microbiana da lugar a una persistencia más corta en el medioambiente
Oxígeno disuelto	Se han encontrado resultados variables
Materia orgánica	Puede proteger el microorganismo de la inactivación; otros estudios han revelado que la presencia de materia orgánica puede retrasar de manera reversible la infecciosidad de los virus
Tipo de microorganismo	En general, los helmintos tienen la persistencia más prolongada, seguidos de los virus y los protozoos y la persistencia bacteriana suele ser la más corta
Agregación	En general, la agregación refuerza la persistencia
pH	Varía según el microorganismo, pero la mayor persistencia se suele lograr con valores cercanos al pH neutro; muchos virus entéricos son estables en un intervalo del pH de 3 a 9
Contenido de humedad	Muchos microorganismos persisten más tiempo en suelos con un contenido de humedad mayor
Adsorción a materiales sólidos	Se han reportado resultados variables. En muchos casos, la adsorción a materiales sólidos aumenta la persistencia, pues protege contra la depredación
Propiedades del suelo	Los efectos sobre la persistencia se relacionan probablemente con el grado de adsorción al suelo
Luz	La luz, sobre todo la luz ultravioleta solar o de fuentes artificiales, es germicida. La exposición a la luz solar reducirá la supervivencia de virus, bacterias y protozoos en el agua y las superficies del suelo

Norwalk se ha detectado durante más de 3 años en aguas subterráneas mantenidas a temperatura ambiente en la oscuridad y el virus permanece infectante hasta 61 días (Setz et al., 2011); los brotes epidémicos de infección por este virus suelen vincularse con contaminación fecal de las aguas subterráneas.

Al evaluar la seguridad de un sistema de saneamiento o una vía de exposición, se deben tener en cuenta las condiciones ambientales específicas y los patógenos más pertinentes. Como mínimo, se debe abordar por separado cada grupo de patógenos (es decir, bacterias, virus, protozoos y helmintos); sin embargo, incluso dentro de estos grupos pueden existir algunas distinciones importantes.

6.3.4 Infecciosidad de los patógenos

La probabilidad de que un agente patógeno sea capaz de causar la infección de una persona expuesta depende tanto de factores del hospedero como del patógeno. Los factores del hospedero, incluido el estado inmunitario, el estado de nutrición, la edad y la presencia de infecciones o enfermedades, tendrán influencia sobre la vulnerabilidad de la persona a la infección. Además, la infecciosidad estará condicionada por factores específicos del patógeno, que pueden relacionarse con la cepa específica y su virulencia.

La información cuantitativa sobre la infecciosidad de los patógenos se ha obtenido para algunos organismos a partir de estudios de exposición en seres humanos. Estos estudios aportan observaciones sobre la tasa de infección y de enfermedad tras la exposición a una dosis conocida de patógeno; sin embargo, estos estudios tienen limitaciones de aplicabilidad y generalización, pues en general se han realizado en personas adultas sanas de sexo masculino con una cepa única de un patógeno determinado.

En el cuadro 6.4 se presenta una visión general de algunos valores de DI_{50} (dosis a la cual 50% de personas contraerían la infección; o una probabilidad de infección = 0,5) en los estudios de exposición en seres humanos (basado en gran parte en QMRA Wiki, <http://qmrawiki.canr.msu.edu>). No se cuenta con datos de exposición humana a ningún helminto. Se han publicado muchos estudios sobre la infecciosidad de norovirus a partir de datos moleculares (revisado por van Abel et al., 2017); la infecciosidad es alta en las personas vulnerables a la infección, pero la interpretación de la dosis necesaria a partir de los datos moleculares es compleja.

Cuadro 6.4 Selección de valores de DI₅₀ a partir de dosis infecciosa asociada a organismos patógenos

Agente patógeno	DI ₅₀	Unidad de la dosis	Referencia
BACTERIAS			
<i>Campylobacter</i>	890	UFC	Black et al., 1988
<i>E. coli (enteroinvasora)</i>	2 100 000	UFC	DuPont et al., 1971
<i>Salmonella typhi</i>	1 100 000	UFC	Hornick et al., 1966; 1970
<i>Shigella</i>	1500	UFC	DuPont et al., 1972
<i>Vibrio cholera</i>	240	UFC	Hornick et al., 1971
VIRUS			
Adenovirus de tipo 4	1,1	DICT ₅₀	Couch et al., 1966
Virus ECO cepa 12	920	UFP	Schiff et al., 1984
Rotavirus	6,2	UFF	Ward et al., 1986
Virus de Norwalk	18-2800	copia genoma equivalente	Teunis et al., 2008; Atmar et al, 2014
PROTOZOOS			
<i>Cryptosporidium parvum</i> ^a Iowa Aislados Tamu y Aislados UCP	87 9 1042	ooquistes	Teunis et al., 2002
<i>Cryptosporidium hominis</i> ^a	10	ooquistes	Chappell et al., 2006
<i>Giardia duodenalis</i>	35	quistes	Rendtorff, 1954

DICC₅₀ = dosis infectante en cultivo celular

UFC = unidades formadoras de colonias

UFF = unidades formadoras de focos

UFP = unidades formadoras de placas

^a de las referencias citadas. Todos los demás parámetros obtenidos con dos dígitos significativos de QMRawiki (<http://qmrwiki.canr.msu.edu>)

6.4 Tratamiento y control

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales y el lodo son una barrera esencial para proteger la salud humana. Estos sistemas, sin embargo, con frecuencia están diseñados para cumplir con metas ambientales u objetivos estéticos, en lugar de considerar metas específicas de reducción de patógenos, y algunos procesos de tratamiento han mostrado que tienen un impacto relativamente mínimo sobre los niveles de patógenos en las aguas cloacales (con menos de 90% de reducción en cualquiera de los 4 grupos patógenos). Cuando explícitamente se considera la reducción microbiana, ellos a menudo se basan en indicadores bacteriológicos (por ejemplo *E. coli* o enterococi) dando muy poca consideración a los otros grupos de patógenos

Para garantizar que se cumplan los objetivos de reducción de patógenos, se debe definir el mecanismo de inactivación y determinar los límites críticos de estos mecanismos para

los principales patógenos de interés. Entre los mecanismos frecuentes de inactivación de patógenos se cuentan los siguientes:

- **Tiempo:** La inactivación natural con el transcurso del tiempo es un mecanismo de tratamiento valioso incorporado en muchos sistemas. El tiempo necesario para lograr la inactivación dependerá de la temperatura y las condiciones específicas (véase el ítem 6.3.3). Los límites críticos se refieren a garantizar que se haya alcanzado el tiempo mínimo de residencia sólida o hidráulica.
- **Sedimentación y reparto en la fase sólida:** El diseño de los procesos de sedimentación suele tener por objeto la remoción de los sólidos en suspensión; sin embargo, a menudo los patógenos se adosan a las partículas en las aguas residuales y se pueden extraer simultáneamente. Por lo tanto, es pertinente conocer en qué medida los diferentes patógenos se absorben a las partículas, con el fin de calcular la capacidad de remoción. En los estanques de estabilización de desechos, dar tiempo

para la sedimentación puede conducir a la remoción de los patógenos más grandes (sobre todo los helmintos).

- **Radiación solar:** Muchos patógenos, en especial los virus, son sensibles a la inactivación por la radiación solar. El grado de remoción dependerá de la profundidad del agua, la claridad y el tiempo de exposición.
- **Tratamiento térmico:** Cuando el almacenamiento se asocia con un proceso térmico de reducción de patógenos (ya sea natural por compostaje de desechos o mediante adición de calor) se pueden acortar de manera considerable los tiempos de reducción (véase en sección 6.3.3). A fin de garantizar que se han logrado estas reducciones, es necesario conocer el perfil de temperatura de los desechos y procurar que se haya alcanzado la temperatura necesaria con la duración adecuada.
- **Filtración:** Los procesos de filtración física de los humedales naturales hacia los lechos de filtración pueden extraer eficazmente los patógenos. La remoción depende del tamaño de los poros del filtro (los organismos más pequeños, es decir los virus, son más difíciles de eliminar) y de la actividad biológica de la matriz filtrante. La formación de una biopelícula en el filtro mejorará la remoción y aumentará la depredación de todos los grupos de patógenos.
- **Desinfección química:** La adición de desinfectantes químicos mejorará la reducción de patógenos. La respuesta, sin embargo, será específica del patógeno y depende de la dosis, la matriz de agua y sobre todo del contenido orgánico. La desinfección in situ con cal para aumentar el pH ha demostrado ser una estrategia útil en situaciones de emergencia (Sozzi et al., 2015).
- **Atenuación en el subsuelo:** Muchas tecnologías de saneamiento se basan en la atenuación de patógenos

en el subsuelo (remoción física mediante filtración, adsorción al suelo e inactivación). El destino de los patógenos en el subsuelo está determinado por su supervivencia en los suelos y su retención por las partículas del mismo y depende sobre todo de las condiciones climáticas locales (en especial de la temperatura, la luz solar y la precipitación), el tipo de suelo (por ejemplo, el tamaño de las partículas, la capacidad de intercambio de cationes y la composición) y las características del microorganismo (por ejemplo, su tamaño y forma). La capacidad del suelo para extraer los microbios aumenta al disminuir el contenido de agua del suelo. Experimentos de laboratorio y de campo han mostrado que muchos suelos tienen una capacidad alta de retención de bacterias y virus (Drewey & Eliassen, 1968; Gerba et al., 1975; Burge & Enkiri, 1978). En general, la retención de bacterias y virus aumenta al aumentar el contenido de arcilla, la capacidad de intercambio de cationes del suelo y la superficie específica (Marshall, 1971; Burge & Enkiri, 1978).

En el capítulo 3 se presenta una gran diversidad de enfoques y tecnologías de tratamiento. Aunque el capítulo proporciona una visión general sobre la eficacia de reducción de patógenos, se destaca la necesidad de evaluar específicamente en el lugar los mecanismos pertinentes de remoción de patógenos (tanto en las condiciones previstas como en caso de un evento), con el fin de estimar la eficacia real de reducción y en consecuencia la seguridad de cada barrera de tratamiento. Esta eficacia de reducción tiene que evaluarse para cada uno de los principales grupos de patógenos y con atención especial a todo patógeno de referencia de importancia local.

Referencias

- Ajami N, Koo H, Darkoh C, Atmar RL, Okhuysen PC, Jiang ZD et al. (2010). Characterization of norovirus-associated travelers' diarrhoea. *Clin Infect Dis*. 51: 123-130.
- Allard A, Vantarakis A (2017). Adenoviruses. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Anderson TJ, Jaenike J. Host specificity, evolutionary relationships and macrogeographic differentiation among *Ascaris* populations from humans and pigs (1997). *Parasitology*. 115(3):325-42
- Angeles JM, Leonardo LR, Goto Y, et al. (2015) Water buffalo as sentinel animals for schistosomiasis surveillance. *Bull World Health Organ*. 93(7): 511-2.
- Araujo Boira R, Hanninen ML (2017). *Helicobacter pylori*. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Atmar RL, Opekun AR, Gilger MA, et al. (2014) Determination of the 50% Human Infectious Dose for Norwalk Virus. *J Infect Dis*. 209(7):1016-1022.
- Aw T (2018). Environmental aspects and features of critical pathogen groups. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Bar-Yoseph H, Hussein K, Braun E, Paul M. (2016). Natural history and decolonization strategies for ESBL/carbapenem-resistant Enterobacteriaceae carriage: systematic review and meta-analysis. *J Antimicrob Chemother*. 71: 2729-2739.
- Ben Ayed L, Sabbahi S (2017). *Entamoeba histolytica*. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Ben Ayed L, Schijven J, Alouini Z, Jemli M, Sabbahi S (2009). Presence of parasitic protozoa and helminth in sewage and efficiency of sewage treatment in Tunisia. *Parasitol Res*. 105: 393-406.
- Betancourt WQ, Shulman LM (2016). Polioviruses and other enteroviruses. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D et al. (2006). Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet*. 367: 1521-1532.
- Biziagos E, Passagot J, Crance JM, Deloince R (1988). Long-term survival of hepatitis A virus and poliovirus type 1 in mineral water. *Appl Environ Microbiol*. 54: 2705-2710.
- Black RE, Levine MM, Clements ML, Hughes TP, Blaser MJ (1988). Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *J Infect Dis*. 157: 472-479.
- Blum D, Feachem RG (1983). Measuring the impact of water supply and sanitation investments on diarrhoeal diseases: Problems of methodology. *Int J Epidemiol*. 12: 357-365.
- Boarato-David E, Guimaraes S, Cacciò S (2016). *Giardia duodenalis*. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Burge WD, Enkiri NK (1978). Virus adsorption by five soils. *J Environ Qual*. 7: 73-76.
- Catalano S, Sene M, Dionf ND, Fall CB, Borlase A, Leger E, et al. (2018). Rodents as Natural Hosts of Zoonotic Schistosoma Species and Hybrids: An Epidemiological and Evolutionary Perspective From West Africa. *The Journal of Infectious Diseases*. 218(3):429-33.
- CDC (2012). Parasites - Hymenolepiasis (also known as Hymenolepis nana infection). (<https://www.cdc.gov/parasites/hymenolepis/index.html>, accessed 31 May 2018).
- Chacin-Bonilla L (2017). *Cyclospora cayentanensis*. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Chappell CL, Okhuysen PC, Langer-Curry R, Widmer G, Akiyoshi DE, Tanriverdi S, Tzipori S (2006). *Cryptosporidium hominis*: experimental challenge of healthy adults. *Am J Trop Med Hyg*. 75: 851-857.
- Chaudhry SA, Verma N, Koren G (2015). Hepatitis E infection during pregnancy. *Can Fam Physician*. 61: 607-608.
- Couch RB, Cate TR, Douglas Jr. RG, Gerone PJ, Knight V (1966). Effect of route of inoculation on experimental respiratory viral disease in volunteers and evidence for airborne transmission. *Bacteriol Rev*. 30: 517-529.
- Curtis CF, Malecela-Lazaro M, Reuben R, Maxwell CA (2002). Use of floating layers of polystyrene beads to control populations of the filaria vector *Culex quinquefasciatus*. *Ann Trop Med Parasitol*. 96: S97-S104.
- da Silva M, Miagostovich M, Victoria M (2016). Rotavirus and astrovirus. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO. (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018)
- de Lastours V, Chopin D, Jacquier H, d'Humières C, Burdet C, Chau F et al. (2016). Prospective cohort study of the relative abundance of extended-spectrum-beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in the gut of patients admitted to hospitals. *Antimicrob Agents Chemother*. 60: 6941-6944.
- Drewry WA, Eliassen R (1968). Virus movement in groundwater. *J Wat Pollut Control Fed*. 40: R257-R271.
- DuPont HL, Formal SB, Hornick RB, Snyder MJ, Libonati JP, Sheahan DG et al. (1971). Pathogenesis of *Escherichia coli* diarrhea. *N Eng J Med*. 285: 1-9.
- DuPont HL, Hornick RB, Snyder MJ, Libonati JP, Formal SB, Gangarosa EJ (1972). Immunity in shigellosis. II. Protection induced by oral live vaccine or primary infection. *J Infect Dis*. 125: 12-16.

- Eddleston M, Davidson R, Brent A, Wilkinson R (2008). Oxford Handbook of Tropical Medicine. Oxford Medical Handbooks, Oxford, UK.
- Feachem RG, Bradley DJ, Garelick H, Mara DD (1983). Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management (English). World Bank studies in water supply and sanitation; No. 3. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Fotedar R (2001). Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) in the transmission of *Vibrio cholerae* in India. *Acta Trop.* 78: 31-34.
- Fuerst, T, Keiser, J. and Utzinger, J. (2012). Global burden of human foodborne trematodiasis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 12 (3): 210-221.
- Gall A. (2015). Bugs full of viruses. *Nat Rev Microbiol.* 13: 253-254.
- García-Aljaro C, Momba M, Muniesa M (2017). Pathogenic members of *Escherichia coli* & *Shigella* spp. Shigellosis. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Global Water Pathogens Project. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Gerba CP, Wallis C, Melnick JL (1975). Microbiological hazards of household toilets: droplet production and the fate of residual organisms. *J Appl Microbiol.* 30: 229-237.
- Gonzales-Siles L, Sjöling Å. (2016). The different ecological niches of enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Environ Microbiol.* 18: 741-751.
- Graczyk TK, Knight R, Tamang L (2005). Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. *Clin Microbiol Rev.* 18: 128-132.
- Hewitt J, Leonard M, Greening GE, Lewis GD (2011). Influence of wastewater treatment process and the population size on human virus profiles in wastewater. *Water Res.* 45: 6267-6276.
- Heymann DLE (2015). Control of communicable diseases manual (20th edition). Washington, D.C.: American Public Health Association Press.
- Hornick RB, Greisman SE, Woodward TE, DuPont HL, Dawkins AT, Snyder MJ (1970). Typhoid fever: pathogenesis and immunological control. *N Eng J Med.* 283: 739-746.
- Hornick RB, Music SI, Wenzel R, Cash R, Libonati JP, Snyder MJ et al. (1971). The Broad Street pump revisited: response of volunteers to ingested cholera vibrios. *Bull N Y Acad Med.* 47: 1181-1191.
- Hornick RB, Woodward TE, McCrumb FR, Snyder MJ, Dawkins AT, Bulkeley JT et al. (1966). Study of induced typhoid fever in man. I. Evaluation of vaccine effectiveness. *Trans Assoc Am Physicians* 79: 361-367.
- Hunter P (2003). Drinking water and diarrhoeal disease due to *Escherichia coli*. *Journal Water Health.* 1: 65-72.
- Hunter PR, Thompson RC (2005). The zoonotic transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium*. *Int J Parasitol.* 35: 1181-1190.
- Ives RL, Kamarainen AM, John DE, Rose JB (2007). Use of cell culture to assess *Cryptosporidium parvum* survival rates in natural groundwaters and surface waters. *Appl Environ Microbiol.* 73: 5968-5970.
- Karanika S, Karantanos T, Arvanitis M, Grigoras C, Mylonakis E (2016). Fecal colonization with extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae and risk factors among healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 63: 310-318.
- Katayama H, Vinjé J (2017). Norovirus and other calicivirus. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Global Water Pathogens Project. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Khin NO, Sebastian AA, Aye T (1989). Carriage of enteric bacterial pathogens by house flies in Yangon, Myanmar. *J Diarrhoeal Dis Res.* 7: 81-84.
- Kim JH, Choi MH, Bae YM, Oh JK, Lim MK, Hong ST (2011). Correlation between discharged worms and fecal egg counts in human clonorchiasis. *PLoS Negl Trop Dis.* 5: 1-5.
- Laloo D, White N (2013). Manson's tropical diseases - 23rd Edition. Elsevier Saunders.
- Léger E, Webster JP (2017). *Schistosoma* spp. hybridizations: implications for evolution, epidemiology and control. *Parasitology* 144(1):65-80.
- Maier RM, Pepper IL, Gerba CP (2009). Environmental microbiology. Academic Press.
- Mandell GL, Bennett JE, Dolin R (2009). Principles and practice of infectious disease. Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia, USA.
- Manser ND, Cunningham JA, Ergas SJ, Mihelcic JR (2016). Modeling inactivation of highly persistent pathogens in household-scale semi-continuous anaerobic digesters. *Environ Eng Sci.* 33: 851-860.
- Marshall KC (1971). Sorptive interactions between soil particles and microorganisms. In: McLaren AD, Skujins J, editors. Soil Biochemistry, Vol. 2. New York: Marcel Dekker: 409-445.
- Meleg E, Bányai K, Martella V, Jiang B, Kocsis B, Kisfali P et al. (2008). Detection and quantification of group C rotaviruses in communal sewage. *Appl Environ Microbiol.* 74: 3394-3399.
- Murell K, Pozio E (2017). The liver flukes: *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis* spp. and *Metorchis* spp. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Global Water Pathogens Project. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Nasser AM (2016). Removal of *Cryptosporidium* by wastewater treatment processes: a review. *J Water Health.* 14: 1-13.
- National Research Council. 2004. Indicators for Waterborne Pathogens. Washington, DC: The National Academies Press.
- Park W-J, Park B-J, Ahn H-S, Lee J-B, Park S-Y, Song C-S et al. (2016). Hepatitis E virus as an emerging zoonotic pathogen. *J Vet Sci.* 17: 1-11.
- Petterson SR, Stenström TA, Ottoson J (2016). A theoretical approach to using faecal indicator data to model norovirus concentration in surface water for QMRA: Glomma river, Norway. *Water Res.* 91: 31-37.
- Pitkanen T, Hanninen ML (2017). Members of the family Campylobacteraceae: *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Global Water Pathogens Project. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).

- Rendtorff RC (1954). The experimental transmission of human intestinal protozoan parasites II. *Giardia lamblia* cysts given in capsules. *Am J Hyg.* 59: 209-220.
- Robb K, Null C, Teunis P, Yakubu H, Armah G, Moe CL (2017). Assessment of Fecal Exposure Pathways in Low-Income Urban Neighborhoods in Accra, Ghana: Rationale, Design, Methods, and Key Findings of the SaniPath Study. *Am J Trop Med Hyg.* 97(4): 1020-1032.
- Rudge JW, Webster JP, Lu D-B, Wang T-P, Basanez M-G (2013). Identifying host species driving transmission of schistosomiasis japonica, a multi-host parasite system, in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 110:11457-62.
- Schiff GM, Stefanovic GM, Young EC, Sander DS, Pennekamp JK, Ward RL (1984). Studies of echovirus-12 in volunteers: determination of minimal infectious dose and the effect of previous infection on infectious dose. *J Inf Dis.* 150: 858-866.
- Scholz T, Garcia HH, Kuchta R, Wicht B (2009). Update on the human broad tapeworm (genus *diphyllobothrium*), including clinical relevance. *Clin Microbiol Rev.* 22: 146-160.
- Seitz SR, Leon JS, Schwab KJ, Lyon GM, Dowd M, McDaniels M et al. (2011). Norovirus infectivity in humans and persistence in water. *Appl Environ Microbiol.* 77(19): 6884-8.
- Sharafi K, Pirsabehe M, Fazlzadeh M, Derayat J (2015). Comparison of parasitic contamination in a society based on measurement of the domestic raw wastewater pollution and clinical referrals. *Res J Environ Sci.* 9: 200-205.
- Sithithaworn, P et al., (2011). The current status of opisthorchiasis and clonorchiasis in the Mekong Basin. *Parasitol Int.* 61(1): 10-16.
- Sossou SK, Sou/Dakoure M, Hijikata N, Quenum A, Maiga AH, Funamizu N (2014). Removal and deactivation of intestinal parasites in aerobic mesophilic composting reactor for urine diverting composting toilet. *Compost Sci Util.* 22: 242-252.
- Sozzi E, Fabre K, Fesselet J, Ebdon J, Taylor H (2015). Minimizing the Risk of Disease Transmission in Emergency Settings: Novel In Situ Physio-Chemical Disinfection of Pathogen-Laden Hospital Wastewaters. *PLoS Negl Trop Dis.* 9(6): e0003776.
- Sripa, B., (2003). Pathobiology of opisthorchiasis: an update. *Acta Trop.* 88(3): 209-220.
- Stocks ME, Ogden S, Haddad D, Addiss DG, McGuire C, Freeman MC (2014). Effect of water, sanitation, and hygiene on the prevention of trachoma: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Med.* 11: e1001605.
- Szostakowska B, Kruminis-Lozowska W, Racewicz M, Knight R, Tamange L, Myjak P et al. (2004). *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* recovered from flies on a cattle farm and in a landfill. *Appl Environ Microbiol.* 70: 3742-3744.
- Tatfeng YM, Uसानele MU, Orukpe A, Digban AK, Okodua M, Oviasogie F et al. (2005). Mechanical transmission of pathogenic organisms: the role of cockroaches. *J Vector Borne Dis.* 42: 129-134.
- Teunis PF, Moe CL, Miller SE, Lindesmith L, Baric RS, Le Pendu J, Calderon RL (2008). Norwalk virus: How infectious is it? *Journal of Medical Virology* 8: 1468-1476.
- Teunis PF, Chappell CL, Okhuysen PC (2002). *Cryptosporidium* dose response studies: variation between isolates. *Risk Anal.* 22: 175-183.
- Teunis PF, Sukhrie FH, Vennema H, Bogerman J, Beersma MF, Koopmans MP (2015). Shedding of norovirus in symptomatic and asymptomatic infections. *Epidemiol Infect.* 143: 1710-1717.
- Tischendorf J, Almeida de Avil R, Safdar N. (2016). Risk of infection following colonization with carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: A systematic review. *Am J Infect Control.* 44: 539-543.
- van Abel N, Schoen ME, Kissel KC, Meschke (2017). Comparison of risk predicted by multiple norovirus dose-response models and implications for quantitative microbial risk assessment. *Risk Anal.* 37: 245-264.
- van den Berg H, Kelly-Hope LA, Lindsay SW (2013). Malaria and lymphatic filariasis: the case for integrated vector management. *Lancet Infect Dis.* 13: 89-94.
- van der Poel W, Rzezutka A (2017a). Hepatitis A. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- van der Poel W, Rzezutka A (2017b). Hepatitis E. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).
- Vu D-L, Bosch A, Pintó RM, Guix S (2017). Epidemiology of classic and novel human astrovirus: Gastroenteritis and beyond. *Viruses.* 9(2).
- Ward RL, Bernstein DI, Young EC (1986). Human rotavirus studies in volunteers: Determination of infectious dose and serological response to infections. *J Inf Dis.* 154: 871-880.
- Webster, J.P., Gower, C.M., Knowles, S., Molyneux, D.M. & Fenton, A. (2016). One Health – an Ecological and Evolutionary Framework for tackling Neglected Zoonotic Diseases. *Evolutionary Applications.* 9(2): 313-333.
- World Health Organization (2016). Annex C. Microbiological data and statistical inference. *Quantitative Microbial Risk Assessment: Application for water safety management*. Geneva, World Health Organization.
- World Health Organization (undated a) Polioyelitis outbreak news (<http://www.who.int/csr/don/archive/disease/poliomyelitis/en/>, accessed 31 May 2018).
- World Health Organization (undated b). Taeniasis. (<http://www.who.int/taeniasis/disease/en/>, accessed 31 May 2018).
- Widerström M, Schönning C, Lilja M, Lebbad M, Ljung T, Allesta, G et al. (2014). Large outbreak of *Cryptosporidium hominis* infection transmitted through the public water supply, Sweden. *Emerg Infect Dis.* 20: 581-589.
- Yates M (2017). Persistence of pathogens microorganisms in fecal wastes and wastewater matrices: an introduction and overview of data considerations. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Global Water Pathogens Project*. Michigan State University, East Lansing, MI, UNESCO (<http://www.waterpathogens.org>, accessed 14 July 2018).

CAPITULO 7

MÉTODOS

7.1 Introducción

Estas Guías se han preparado siguiendo los procedimientos y métodos descritos en el Manual de la OMS para la elaboración de directrices (OMS 2014). El proceso de elaboración incluyó formular las preguntas para determinar el alcance, priorizar las preguntas clave, realizar revisiones sistemáticas con el fin de responder a las preguntas clave, evaluar la calidad de la evidencia, formular recomendaciones, redactar las Guías, elaborar un plan para su difusión y ejecución. El Comité de Revisión de Directrices de la OMS aprobó la propuesta de las guías en noviembre del 2015. El presidente y la secretaria del comité revisaron las guías, pero no fue necesario un examen formal por parte del Comité de Revisión de Directrices, dado que en su mayor parte las recomendaciones formuladas se consideraron equivalentes a las denominadas declaraciones de prácticas correctas. Las declaraciones de prácticas correctas representan “situaciones en las cuales un conjunto extenso de pruebas indirectas, compuestas por conjuntos de evidencias vinculadas que incluyen varias comparaciones indirectas, respalda firmemente el beneficio de la acción recomendada”; se consideran “realistas, necesarias y con ventajas amplias e inequívocas” (Guyatt et al., 2016).

En este capítulo se describen los métodos utilizados en la formulación de las guías.

7.2 Colaboradores

Las contribuciones al proceso de formulación de las guías fueron propuestas por diversos grupos y personas (incluidos usuarios y expertos técnicos de una amplia diversidad de disciplinas). Los grupos se describen a continuación y los miembros de los diferentes grupos se enumeran en los agradecimientos.

7.2.1 Grupo consultivo de la OMS

El grupo consultivo de la OMS estuvo conformado por personal del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud, el Departamento de Enfermedades Tropicales Desatendidas y el Departamento de Enfermedades Pandémicas y Epidémicas, además de coordinadores regionales de salud ambiental de las seis regiones de OMS. El grupo consultivo participó en la planificación, la coordinación y la gestión de todo el proceso desde la formulación de las preguntas del alcance (véase sección 7.3) hasta la publicación final de las guías.

7.2.2 Grupo para el desarrollo de las guías

El grupo que preparó las guías incluyó 30 miembros con pericia en las diversas áreas temáticas pertinentes. Ellos fueron consultados en momentos cruciales durante el proceso de elaboración, por ejemplo, para aportar observaciones sobre las preguntas clave y los métodos propuestos para las revisiones sistemáticas, contribuir a la realización o examinar las revisiones sistemáticas, formular recomendaciones y respaldar la redacción y examinar diferentes capítulos de las guías. La composición del grupo fue equilibrada con respecto al género y la distribución geográfica y se contó con expertos técnicos y también usuarios. El grupo para el desarrollo de las guías incluyó además un metodólogo con experiencia en las revisiones sistemáticas, el sistema GRADE (clasificación de la valoración, elaboración y evaluación de las recomendaciones) y en la adaptación de la evidencia en recomendaciones.

7.2.3 Equipo de revisión sistemática

Las revisiones sistemáticas encargadas fueron efectuadas por expertos con vasta experiencia en realizar revisiones sistemáticas sobre intervenciones de salud ambiental (incluida el agua, el saneamiento y la higiene) que aplicaron el estilo Cochrane y también métodos cualitativos mas

amplios, así como otros métodos mixtos de revisiones sistemáticas y el sistema GRADE para evaluar la calidad de la evidencia.

7.2.4 Grupo externo de revisión

El grupo externo de arbitraje contribuyó con aportes a las revisiones sistemáticas y valoró y formuló observaciones sobre versiones borrador avanzadas de los capítulos de las guías.

7.2.5 Socios y observadores externos

Se invitó a representantes de los socios externos a que participaran como observadores en las reuniones del grupo que desarrolló las guías.

7.2.6 Manejo de los conflictos de intereses

Todos los miembros de los grupos que desarrollaron las guías y del grupo externo de revisión completaron los formularios de declaración de intereses de la OMS. Estos formularios se examinaron en busca de posibles conflictos de intereses. Aunque se declararon varios conflictos de intereses, en ningún caso fue necesario excluir de su función a ningún miembro de los 2 grupos mencionados.

7.3 Definición del alcance y formulación de las preguntas

El saneamiento, según se considera en estas guías, se ocupa de toda la cadena de servicios de saneamiento, desde la captación y la contención en inodoros hasta el vaciado, el transporte, el tratamiento (en el lugar de uso o fuera del mismo) y la disposición final o reuso. (figura 1.2).

Las intervenciones encaminadas a garantizar un saneamiento adecuado incluyen tanto las tecnologías (que podrían ser instalaciones sanitarias [por ejemplo, inodoros], los servicios [por ejemplo, la remoción segura de lodo fecal] o los sistemas [por ejemplo, el tratamiento de aguas residuales]) como las actividades de modificación de comportamientos. Las intervenciones de saneamiento a menudo comprenden componentes múltiples que pueden actuar de manera independiente o interdependiente; los componentes describen el “¿qué?” de la intervención, incluidos los aspectos cronológicos (¿cuándo?), la dosis (¿por cuánto tiempo?) y la intensidad (¿con qué frecuencia?) (Rohwer et al., 2017). La implementación de la intervención o de sus componentes específicos puede incluir políticas, reglamentos y provisión de incentivos financieros o

recursos (incluso el personal). La implementación se ha definido como “un esfuerzo planificado activamente e iniciado deliberadamente con la intención de incorporar una intervención determinada en las políticas y las prácticas en un entorno particular (Pfadenhauer et al., 2017).

Las preguntas para determinar el alcance y las preguntas clave de las guías se basaron en la evidencia actual sobre las necesidades esenciales de saneamiento y se formularon mediante diversos procesos, como:

- Discusiones iniciales del grupo consultivo de la OMS con algunos miembros seleccionados del grupo para el desarrollo de las guías;
- una encuesta dirigida a protagonistas mundiales del saneamiento, seleccionados en las áreas de salud, obras públicas, financiamiento del saneamiento, instituciones académicas, organizaciones internacionales, bancos de desarrollo y las ONG; y
- consulta con todos los miembros del grupo para la elaboración de guías/directrices durante la primera reunión del mismo.

Las preguntas clave priorizadas se reformularon luego según el formato “PICO” (población, intervención, comparador y resultado) a fin de dirigir y reforzar el rigor científico de las siguientes revisiones sistemáticas. Las cinco preguntas clave corresponden a dos categorías, centradas en la ejecución (pregunta 1) y centradas en la intervención (preguntas 2 a 5).

Preguntas centradas en la implementación

- ¿Cómo influyen los factores contextuales (por ejemplo, la población, el entorno, el clima) y los aspectos relacionados con la implementación (por ejemplo, las políticas, los reglamentos, las funciones del sector de la salud y de otros sectores, la gestión en diferentes niveles del gobierno) sobre el acceso a las diferentes intervenciones, su aceptación y utilización?

Preguntas centradas en la intervención

- ¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para lograr y mantener el acceso, la aceptación y la utilización del saneamiento?
- ¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para reducir la carga fecal en el medio ambiente?
- ¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para disminuir la exposición a los patógenos fecales?

- ¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para mejorar resultados específicos en materia de salud (incluidas las enfermedades infecciosas, el estado de nutrición, el bienestar y los resultados educativos)?

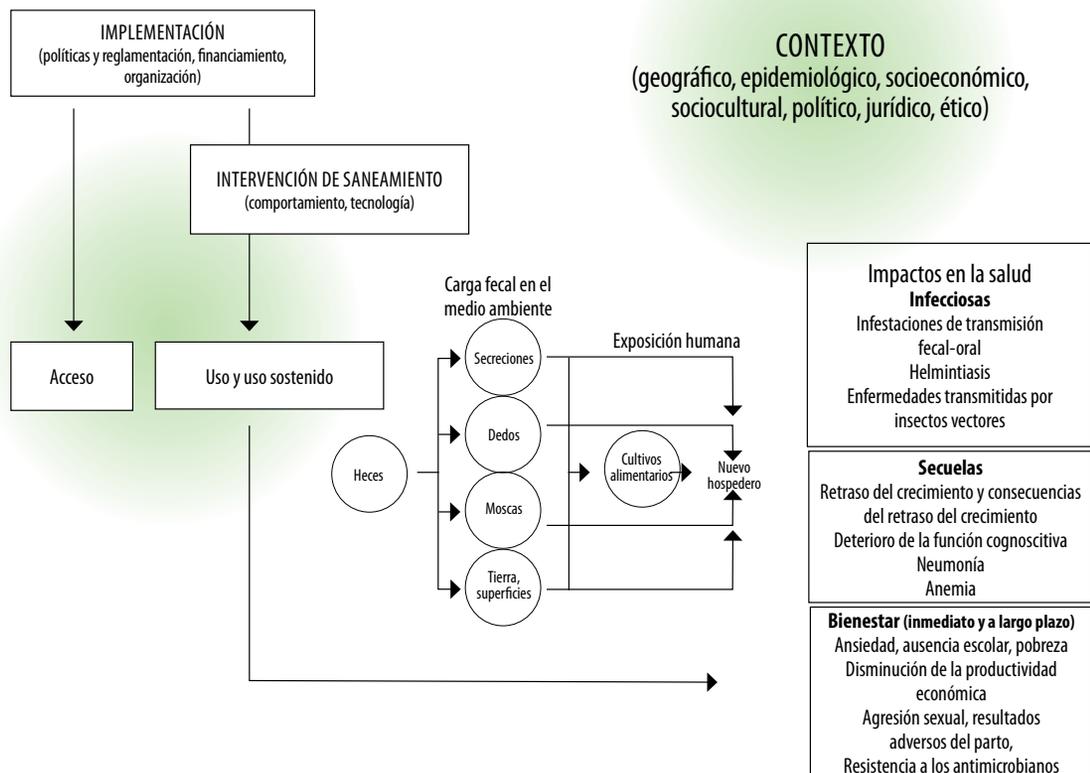
Estas preguntas se presentan en el marco conceptual de la figura 7.1, la cual ilustra las vías a través de las cuales se considera que la intervención y su implementación influyen en la salud a través de numerosos resultados intermedios. Un resultado intermedio importante es el acceso a las diferentes intervenciones de saneamiento, así como la aceptación a corto plazo y el uso sostenido a largo plazo de las mismas, ya sean tecnologías o comportamientos. Se supone que las intervenciones influyen tanto en la carga fecal del medio ambiente como en la exposición humana a la contaminación fecal. En último término, se prevé que un acceso más amplio, una mayor utilización de las intervenciones de saneamiento y una reducción de la

carga fecal den lugar a mejores resultados en materia de salud (es decir, efectos sobre las enfermedades infecciosas y la nutrición) y también mejores resultados educativos y de salud mental y bienestar social. El marco conceptual también denota el hecho de que los factores contextuales pueden influir tanto en la manera como se implementa una intervención, como en la forma como esta opera para modificar la salud. Estos factores contextuales son menos propensos al cambio y pueden explicar algunas de las diferencias observadas en la efectividad de las intervenciones en diferentes entornos geográficos y países.

7.4 Recuperación, evaluación y síntesis de la evidencia

Las preguntas clave se usaron para definir las revisiones sistemáticas necesarias, que es un componente básico para fundamentar la formulación de las recomendaciones.

Figura 7.1 Marco conceptual del desarrollo de las guías



Los aspectos específicos de investigación derivados de las preguntas clave y el marco conceptual se exponen en el cuadro 7.1. El análisis bibliográfico reveló la existencia de revisiones recientes realizadas de manera independiente en diversas áreas (Yates et al., 2015; Hulland et al., 2015; Speich et al., 2016; De Buck et al., 2017; Majorin et al., 2018; Ejemot--Nwadiaro et al., 2015; Venkataramanan et al., 2018). Para cubrir las áreas restantes se encargaron otras revisiones sistemáticas (y se publicaron o se presentaron para publicación en revistas arbitradas). Todas las revisiones encargadas se realizaron en gran conformidad con las normas Cochrane (Doyle, 2016), partiendo de un protocolo a priori. Las revisiones emplearon estrategias sistemáticas de búsqueda en un gran número de bases de datos electrónicas pertinentes importantes y, cuando procedía, en la literatura gris y se procuró encontrar estudios publicados y también inéditos. Las búsquedas se llevaron a cabo en inglés pero, según la revisión, también se incluyeron estudios idóneos publicados en otros idiomas como español, portugués, francés, alemán o italiano. En las revisiones sistemáticas se formularon y aplicaron criterios de inclusión y exclusión claramente definidos; en general, dos asesores independientes extrajeron datos en formularios de extracción predefinidos y evaluaron la calidad de los estudios incluidos mediante una herramienta adecuada de evaluación del riesgo de sesgo o de la calidad, como la herramienta de evaluación de la calidad de Liverpool (Pope et al., comunicación personal). Se analizó y se describió la heterogeneidad de los estudios incluidos y, en función del tipo de revisión sistemática, se realizó la síntesis de la evidencia mediante metanálisis (incluidos los análisis de subgrupos especificados a priori), síntesis tabular o narrativa o un formulario de síntesis cualitativa de la evidencia.

En las revisiones publicadas se pueden consultar los detalles metodológicos de cada una de ellas, incluida la estrategia de búsqueda, las intervenciones idóneas, los resultados y los diseños del estudio, además de la evaluación del riesgo de sesgo o la evaluación de la calidad y la síntesis de la evidencia (véase el cuadro 8.1 y las referencias que contiene).

7.5 Calificación de la evidencia

7.5.1 Calificación de la evidencia sobre la eficacia

Se utilizó el sistema GRADE (clasificación de la valoración, elaboración y evaluación de las recomendaciones) (Guyatt

et al., 2008; Schünemann et al., 2008) para valorar la calidad de la evidencia examinada. En GRADE, la calidad de la evidencia corresponde a la certeza de que el efecto verdadero de una intervención se encuentra de un lado de un umbral establecido o dentro de un intervalo definido (Hulcrantz et al., 2017). Un interés especial al aplicar el sistema GRADE en las guías, fue el definir si el efecto verdadero de una intervención sería diferente del efecto nulo, es decir, saber si la intervención ofrece algún efecto comparado con ningún efecto.

En GRADE, se evalúa la calidad de un conjunto de datos probatorios para un resultado dado, inicialmente, en función del diseño de los estudios subyacentes (desde el inicio, la evidencia basada en estudios aleatorizados se califica de calidad alta y la evidencia proveniente de estudios con todos los demás tipos de diseño se califica de calidad baja). Al tener en cuenta otros factores (que se que se indican a continuación) estos pueden disminuir (cinco factores) o aumentar (tres factores) la calidad general de la evidencia (con independencia del diseño de los estudios).

Factores que disminuyen la calidad de la evidencia:

- **Riesgo de sesgo:** La confianza en un efecto disminuye cuando los estudios presentan limitaciones importantes que pueden dar lugar a una evaluación sesgada del efecto de la intervención.
- **Carácter indirecto de la evidencia:** La confianza en un efecto puede disminuir cuando existen diferencias importantes en los componentes PICO de interés y los componentes PICO examinados en los estudios disponibles (por ejemplo, si la población de interés son niños, pero todos los estudios disponibles incluyen solo adultos o si solo se informan resultados indirectos).
- **Heterogeneidad inexplicable o inconsistencia de los resultados:** La confianza en un efecto puede disminuir cuando la estimación del efecto que comunican los estudios es muy variable y no se encuentra ninguna razón verosímil que la explique.
- **Imprecisión de los resultados:** La confianza en un efecto puede disminuir cuando los resultados son imprecisos, es decir, cuando los intervalos de confianza notificados de la estimación del efecto son muy amplios e incluyen tanto la posibilidad de un efecto pertinente (definido según el umbral o el intervalo establecidos previamente) como la posibilidad de ningún efecto o cuando el número de participantes o de eventos es pequeño.
- **Probabilidad alta de sesgo de publicación:** La confianza en un efecto puede disminuir cuando existen razones para

suponer que se han llevado a cabo estudios pertinentes pero no se han publicado. Entre los indicadores de sesgo de publicación se encuentran los diagramas en embudo asimétricos o una proporción grande de estudios pequeños patrocinados por la industria.

Al considerar cada uno de estos factores, de uno en uno, la calidad de la evidencia se puede disminuir 1 nivel (cuando existen dudas serias sobre el factor dado) o disminuir 2 niveles (cuando existen dudas muy serias sobre el factor dado).

Factores que aumentan la calidad de la evidencia:

- **Magnitud del efecto:** Cuando los estudios de observación metodológicamente bien realizados producen estimaciones grandes del efecto, se puede tener confianza en los resultados. El umbral dependerá de la pregunta de la revisión y el contexto más amplio, pero se considera que para resultados binarios, un riesgo relativo (RR) >2 o un RR $<0,2$ puede indicar un efecto grande. En las intervenciones de salud pública se pueden justificar umbrales inferiores.
- **Factores de confusión residual:** En ocasiones, todos los posibles sesgos de los estudios pueden estar actuando para subestimar un efecto evidente de la intervención o indicar un efecto falso cuando los resultados no muestran ningún efecto.
- **Gradiente dosis-respuesta:** Cuando dosis más grandes o intervenciones más intensas muestran mayores efectos, esto puede aumentar la confianza en los resultados.

La calidad de la evidencia se puede aumentar +1 nivel por todos los posibles factores de confusión residual que están actuando para subestimar un efecto y la presencia de un gradiente dosis-respuesta y se puede aumentar +1 o +2 niveles por un efecto grande o muy grande respectivamente.

A partir de este enfoque la evidencia examinada se calificó en uno de los siguientes cuatro niveles:

- **Calidad alta:** Esta investigación aporta una indicación muy buena del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea considerablemente diferente es baja.
- **Calidad moderada:** Esta investigación aporta una indicación buena del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea considerablemente diferente es moderada.
- **Calidad baja:** Esta investigación aporta alguna indicación del efecto probable. Sin embargo, la

probabilidad de que el efecto sea considerablemente diferente es alta.

- **Calidad muy baja:** Esta investigación no aporta una indicación fiable del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea considerablemente diferente es muy alta.

Para cada una de las revisiones sistemáticas encargadas se creó un cuadro con la síntesis de los resultados, que describe el razonamiento que fundamenta una calificación determinada de la calidad (véase el cuadro 8.1 y las referencias que contiene).

7.5.2 Examen del marco conceptual

El sistema GRADE ofrece un marco útil para evaluar la calidad de la evidencia en relación con los resultados individuales, pero es menos adecuado para una evaluación integral de todos los tipos de evidencia necesarios en relación con intervenciones complejas (Rehfuess y Akl, 2013; Montgomery et al., en imprenta), incluidas las evidencias en el área del saneamiento. Las intervenciones de saneamiento son intervenciones complejas, puesto que incluyen componentes múltiples, tienen efectos sobre una amplia gama de resultados de salud (y resultados no sanitarios), su prestación está a cargo de múltiples interesados directos que influyen en las mismas y se ven afectadas por muchos factores del entorno que incluyen aspectos socioeconómicos, socioculturales y geográficos (Rehfuess & Bartram, 2014).

Con el fin de explicar el carácter complejo de las intervenciones de saneamiento, también se evaluó la evidencia desde una perspectiva de todo el sistema (representado en la figura 7.1). Esta perspectiva permitió incorporar los siguientes elementos:

- El examen sobre cuáles vínculos están bien respaldados (contra menos bien respaldados) por la evidencia (reconociendo posibles necesidades de investigación);
- La evaluación de la coherencia de la Información suministrada en todo el sistema, aprovechando los datos de otras disciplinas (incluida la microbiología y el diseño); y
- El examen sobre cuáles vínculos en las rutas pueden ser responsables cuando una intervención dada (o un conjunto de intervenciones) no ha logrado demostrar un efecto positivo sobre la salud; por ejemplo, un plan deficiente de la intervención (“fracaso de la intervención” indicado por un diseño deficiente) contra una implementación deficiente (“fracaso de la implementación” indicado por tasas bajas de acceso, de uso o ambos).

7.6 El marco de la evidencia a la decisión (EtD)

Hasta la fecha, varias directrices de la OMS han seguido los marcos GRADE desde la evidencia hasta las decisiones (Alonso-Coello et al., 2016), con el fin de formular recomendaciones y evaluar la fuerza de las mismas (fuerte o moderada). En las presentes guías se aplicó el marco WHO-INTEGRATE, un marco de la evidencia a las decisiones fundamentado en las normas y los valores de la OMS, acordados por todos los Estados Miembros y que guarda relación con el panorama mundial cambiante de la salud. Es importante señalar que este marco se considera particularmente apropiado para las intervenciones multisectoriales complejas a escala de la población y de los sistemas (Rehfuss et al., en imprenta).

El marco WHO-INTEGRATE comprende seis criterios fundamentales: equilibrio entre los beneficios y los perjuicios para la salud, derechos humanos y aceptabilidad sociocultural, equidad e igualdad en materia de salud y ausencia de discriminación, consecuencias sobre la sociedad, aspectos económicos y de financiamiento y factibilidad y aspectos relacionados con el sistema de salud, y el metacriterio de la calidad de la evidencia. El marco tiene por objeto facilitar un proceso estructurado de reflexión y debate en función del problema y del contexto.

En estas guías fueron considerados los seis criterios fundamentales al final del proceso de desarrollo de las guías y aplicados a través de recomendaciones en las áreas 1, 2 y 3 combinadas, conceptualizando intervenciones técnicas y comportamentales a lo largo de toda la cadena de servicios de saneamiento y como parte de los servicios prestados localmente, como una intervención única con múltiples componentes. La aplicación de estos criterios a nivel de cada recomendación o incluso al nivel de las distintas áreas habría sido muy repetitiva. La recomendación del área 4 tiene un carácter muy diferente; puesto que no se relaciona con una intervención específica sino que describe la forma como el sector de la salud puede y debe ejercer una función activa de promoción de saneamiento, se consideró que no era procedente aplicar un marco estructurado de la evidencia a la decisión. Es importante mencionar, que el metacriterio de la calidad de la evidencia, aunque está disponible y se aplicó en relación con la efectividad de la intervención (véase el capítulo 8), no se utilizó con los demás criterios fundamentales, sobre todo porque aún falta desarrollar métodos apropiados que permitan hacerlo.

Inicialmente, los miembros del Grupo Consultivo de la OMS rellenaron la plantilla del marco WHO-INTEGRATE en el cuadro 7.1 y luego la examinó el grupo para el desarrollo de las guías en pleno. Para cada criterio, se sintetizó la evidencia (cuando estaba disponible) o el fundamento para emitir un juicio sobre cómo el criterio influiría en la formulación, la fuerza de una recomendación o en ambas, a fin de facilitar una toma de decisiones transparente.

Cuadro 7.1 Evidencia a las recomendaciones usando el marco integrado de la OMS para la elaboración de las guías (Rehfuess et al.)

Criterios	Subcriterios	Pregunta orientadora	Justificación y evidencia	Juicio
Equilibrio entre los beneficios y los perjuicios para la salud	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia o efectividad sobre la salud de las personas Efectividad o impacto sobre la salud de la población Valores de los pacientes o beneficiarios relacionados con los resultados en materia de salud Perfil de seguridad y riesgos de la intervención Impactos positivos o negativos más amplios relacionados con la salud. 	¿Es el equilibrio entre los efectos deseables e indeseables para la salud favorable a la intervención, o al mantenimiento de la "situación tal como está"?		<input type="checkbox"/> Favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> No favorece ni la intervención ni el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece la intervención <input type="checkbox"/> Favorece la intervención
Derechos humanos y aceptabilidad sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> Conformidad con las normas universales de derechos humanos 	¿Es la intervención conforme con las normas y principios universales de los derechos humanos?		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí
	<ul style="list-style-type: none"> Aceptabilidad sociocultural de la intervención por los pacientes o los beneficiarios y quienes implementan la intervención Aceptabilidad sociocultural de la intervención por el público en general y otros interesados directos pertinentes Repercusión sobre la autonomía de los interesados directos pertinentes Carácter intrusivo de la intervención 	¿Es la intervención aceptable por los principales interesados directos?		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí
Equidad, igualdad en materia de salud y ausencia de discriminación	<ul style="list-style-type: none"> Impacto sobre la igualdad o la equidad en salud Distribución de los beneficios y perjuicios de la intervención Asequibilidad de la intervención Accesibilidad de la intervención Gravedad o rareza de la condición Falta de una opción apropiada 	¿Cuál sería el efecto de la intervención sobre la equidad, la igualdad en salud, y la no discriminación?		<input type="checkbox"/> Aumento <input type="checkbox"/> Aumento probable <input type="checkbox"/> Ni aumento ni disminución <input type="checkbox"/> Disminución probable <input type="checkbox"/> Disminución
Consecuencias sobre la sociedad	<ul style="list-style-type: none"> Impacto social Impacto sobre el medio ambiente 	¿Es el balance entre las consecuencias deseables e indeseables para la sociedad favorable a la intervención o al mantenimiento de la "situación tal como está"?		<input type="checkbox"/> Favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> No favorece ni la intervención ni el mantenimiento de la "situación tal como está" <input type="checkbox"/> Probablemente favorece la intervención <input type="checkbox"/> Favorece la intervención
Aspectos económicos y de financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> Impacto sobre el financiamiento Impacto económico Proporción de costos y beneficios 	¿Cuál sería el impacto de la intervención sobre los aspectos económicos y de financiamiento?		<input type="checkbox"/> Negativa <input type="checkbox"/> Probablemente negativa <input type="checkbox"/> Ni negativa ni positiva <input type="checkbox"/> Probablemente positiva <input type="checkbox"/> Positiva
Factibilidad y aspectos relacionados con el sistema de salud	<ul style="list-style-type: none"> Legislación Liderazgo y gobernanza Interacción con el sistema de salud e impacto sobre el mismo Necesidad, uso e impacto sobre la fuerza de trabajo y los recursos humanos Necesidad, uso e impacto sobre la infraestructura 	¿Es factible implementar la intervención?		<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Incierto <input type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> Sí

Referencias

- Alonso-Coello P, Schünemann H, Moberg J, Brignardello-Petersen R, Akl EA, Davoli M et al. (2016). GRADE Evidence to Decisions (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 1. Introduction. *BMJ* 353: i2016.
- Doyle J (2016). Cochrane Public Health Group. About the Cochrane Collaboration (Cochrane Review Groups (CRGs)) Issue 3.
- Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Arikpo D, Meremikwu MM, Critchley JA (2015). Hand washing promotion for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 9:CD004265.
- Guyatt GH, Alonso-Coello P, Schünemann HJ, Djulbegovic B, Nothacker M, Lange S, Hassan Murad M, Akl EA (2016). Guideline panels should seldom make good practice statements: guidance from the GRADE Working Group. *J Clin Epidemiol* 80: 3–7.
- Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al (2008). GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 336(7650): 924-6.
- Hulland K, Martin N, Dreifelbis R, DeBruicker Valliant J, Winch P (2015). What factors affect sustained adoption of safe water, hygiene and sanitation technologies? A systematic review of literature. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, UCL Institute of Education, University College London.
- Majorin F, Torondel B, Ka Seen Chan G, Clasen TF (2018). Interventions to improve disposal of child faeces for preventing diarrhoea and soil-transmitted helminth infection. *Cochrane Review* (In press)
- Montgomery P, Movsisyan A, Grant S, Macdonald G, Rehfuss EA. Considerations of complexity in rating certainty of evidence in systematic reviews: A primer on using the GRADE approach in global health. *BMJ Glob Health* (In press.)
- Pfadenhauer LM, Gerhardus A, Mozygamba K, Bakke Lysdahl K, Booth A, Hofmann B, Wahlster P, Polus S, Burns J, Brereton L, Rehfuss EA (2017). Making sense of complexity in context and implementation: The Context and Implementation of Complex Interventions (CICI) Framework. *Implementation Science* 12(1): 2.
- Pope D, Liverpool Quality Assessment Tools (LQATs) for assessing the methodological quality of quantitative study designs. 2018. Personal communication.
- Rehfuss EA, Akl EA (2013). Current experience with applying the GRADE approach to public health interventions: an empirical study. *BMC Public Health* 13:9.
- Rehfuss EA, Bartram J (2014). Beyond direct impact: evidence synthesis towards a better understanding of effectiveness of environmental health interventions. *Int J Hyg Environ Health*, 217(2-3): 155-9.
- Rehfuss EA, Stratil JM, Scheel IB, Baltussen R. Integrating WHO norms and values with guideline and other health decisions: the WHO-INTEGRATE evidence to decision framework version 1.0. *BMJ Glob Health*. (In press)
- Rohrer A, Pfadenhauer LM, Burns J, Brereton L, Gerhardus A, Booth A, Oortwijn W, Rehfuss EA (2017). Logic models help make sense of complexity in systematic reviews and health technology assessments. *J Clin Epidemiol*. 83: 37-47.
- Schünemann HJ, Oxman AD, Higgins JP, Vist GE, Glasziou P, Guyatt GH, on behalf of the Cochrane Applicability and Recommendations Methods Group and the Cochrane Statistical Methods Group (2008). Presenting results and Summary of findings tables. In: Higgins JPT, Green S, editor(s). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 335-358.
- Speich B, Croll D, Fürst T, Utzinger J, Keiser J (2016). Effect of sanitation and water treatment on intestinal protozoa infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 16(1): 87-99.
- Venkataramanan V, Crocker J, Karon A, Bartram J (2018). Community-Led Total Sanitation: A Mixed-Methods Systematic Review of Evidence and Its Quality. *Environ Health Perspect*. 126(2): 026001.
- Yates T, Lantagne D, Mintz E, Quick R (2015). The Impact of Water, Sanitation, and Hygiene Interventions on the Health and Well-Being of People Living With HIV: A Systematic Review. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 68 Suppl 3: S318-30.

CAPÍTULO 8

EVIDENCIA SOBRE LA EFICACIA Y LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS INTERVENCIONES DE SANEAMIENTO

8.1 Introducción

Este capítulo presenta un resumen de las revisiones sistemáticas para las preguntas clave descritas en el capítulo 7. La revisión bibliográfica reveló la existencia de revisiones recientes realizadas de manera independiente en diversas áreas (Ejemot-Nwardiario et al., 2015; Hulland et al., 2015; Yates et al., 2015; Speich et al., 2016; De Buck et al., 2017; Majorin et al., 2018; Venkataramanan et al., 2018). Se encargaron expresamente nuevas revisiones sistemáticas, cuando no se encontró ninguna revisión o las revisiones encontradas no incluían una evaluación de la calidad general del conjunto de datos y/o cuando después de la revisión se habían publicado ensayos rigurosos (Williams & Overbo, 2015; Overbo et al., 2016; Sclar et al., 2016; Freeman et al., 2017; Garn et al., 2017; Sclar et al., 2017, 2018).

El cuadro 8.1, al final del capítulo, ofrece una visión general del alcance y desarrollo de cada una de estas revisiones, además de información sobre la calidad del conjunto de las evidencias incluidas (cuando estaba disponible).

8.2 Resumen y discusión de la evidencia

La evidencia indica que el saneamiento seguro se asocia con mejoras en la salud, incluyendo impactos positivos sobre las enfermedades infecciosas, la nutrición y el bienestar. Para algunos resultados de salud, tanto la magnitud de los efectos observados como la calidad de la evidencia son bajos. Esta situación es frecuente en investigación ambiental y suele deberse a la escasez de ensayos aleatorizados y a la incapacidad de enmascarar la mayoría de las intervenciones ambientales.

Asimismo, la evidencia se caracteriza por una heterogeneidad considerable, con algunos estudios que indican poco o ningún efecto sobre los resultados en salud. Se puede prever la heterogeneidad en los resultados de estudios donde, como en este caso, existe un alto grado de variabilidad en los entornos, las condiciones basales, los tipos de intervención, el nivel de cobertura y el uso logrados, los métodos de los estudios y otros factores que pueden modificar la magnitud de los efectos. También se pueden prever efectos insuficientes debidos a deficiencias en la manera como se implementan estas intervenciones (es decir, problemas en la prestación de las intervenciones de saneamiento, que en ocasiones llevan incluso al fracaso de la implementación). Estas dificultades se acentúan por las múltiples vías de exposición y sumamente específicas de cada contexto, que dificultan la extrapolación de los resultados.

La calidad general de la evidencia según los criterios GRADE a menudo se calificó como baja o muy baja, lo cual es frecuente para intervenciones complejas como el saneamiento (Rehfuess & Akl, 2013; Movsisyan, Melendez-Torres & Montgomery, 2016a, b). Esto puede explicarse en parte por el hecho de que muchos estudios son observacionales en lugar de experimentales y existe gran heterogeneidad en los resultados. Las revisiones han destacado limitaciones importantes comunes a múltiples estudios de saneamiento, entre ellas:

- la falta de información sobre la calidad de las intervenciones y la implementación, los entornos y las condiciones ambientales; y
- diferencias en las definiciones de caso, los métodos de evaluación, la frecuencia y la duración del monitoreo, el método de prestación, las definiciones y los métodos de evaluación de la cobertura y uso, y los patógenos que circulan en un entorno dado.

Se han realizado pocos estudios de intervención para examinar el impacto de las intervenciones de saneamiento y los que se han llevado a cabo adolecen de dificultades relacionadas con el tipo de evaluación como la falta de anonimato, la posibilidad incierta de generalización y problemas metodológicos (como el hecho de depender de resultados informados y la propensión al sesgo). Dada la gran variabilidad de los contextos de las intervenciones de saneamiento, también puede ser limitada la validez externa de los estudios individuales.

Es importante señalar que muchos estudios examinados carecen de información detallada sobre la implementación de la intervención, en cuanto a si se prestó en la forma prevista o si dio lugar a resultados intermedios como el hecho de alcanzar los niveles previstos de cobertura del saneamiento y lograr la aceptación y el uso de los servicios de saneamiento. La falta de esta información específica sobre las intervenciones hace difícil concluir si era poco probable que la intervención en sí misma produjera los efectos sanitarios deseados o si el problema consistió en fallas en la prestación o en los métodos de evaluación.

Por último, la mayoría de los estudios examinados representan entornos de países de ingresos bajos y medianos; pocos estudios examinan el impacto de las intervenciones de saneamiento en contextos de ingresos más altos. Las insuficiencias en la evidencia y las necesidades de investigación conexas se detallan en el capítulo 9.

8.3 Revisiones de la eficacia de las intervenciones

8.3.1 Acceso, aceptación y uso

Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones para lograr y mantener el acceso, la aceptación y la utilización del saneamiento?

Cuatro revisiones (Garn et al., 2017; Hulland et al., 2015; De Buck et al., 2017; Venkataramanan et al., 2018) examinaron la eficacia de las intervenciones en relación con la cobertura y la utilización. Estas revisiones evaluaron lo siguiente:

- los tipos de intervención que son más eficaces para aumentar el acceso a los inodoros, su uso o ambos (Garn et al., 2017);
- las características estructurales y de diseño que se asocian con un mayor uso de los inodoros (Garn et al., 2017);

- qué tan bien funcionan las intervenciones encaminadas a aumentar la adopción del agua limpia y el saneamiento y las características de las intervenciones exitosas (Hulland et al., 2015);
- qué tan eficaces son los diferentes enfoques para fomentar el lavado de las manos y la modificación de comportamientos sanitarios y los factores que influyen en su implementación (De Buck et al., 2017);
- la calidad de la evidencia, los impactos y los factores que afectan la implementación y la efectividad del saneamiento total liderado por la comunidad (Venkataramanan et al., 2018).

Acceso y uso

En su revisión sistemática encargada por la OMS, Garn et al. (2017) encontraron 40 estudios elegibles (ensayos aleatorizados; ensayos no aleatorizados comparativos y estudios comparativos o no comparativos del tipo antes y después), que evaluaban el impacto de la intervención sobre la cobertura, el uso de los inodoros o ambas. De estos, 36 fueron intervenciones en los hogares y cuatro fueron intervenciones en escuelas. Las intervenciones incluían un mayor acceso a las instalaciones sanitarias u otros equipos (por ejemplo, inodoros domésticos, conexión al alcantarillado), provisión de subsidios, educación y promoción de prácticas específicas (por ejemplo, desalentar la defecación al aire libre). El análisis de los estudios en hogares demostró que, en general, las intervenciones llevaban a un aumento de 14% de la cobertura de los inodoros (IC de 95%: de 10% a 18%; n=27) en comparación con los grupos de referencia y un aumento de 13% del uso de los inodoros (IC de 95%: de 5% a 21%; n=10). Se observó heterogeneidad en los resultados de las diferentes intervenciones de saneamiento. Se demostró que los estudios en las escuelas daban lugar a una disminución en el número de alumnos por inodoro, pero no se pudo calcular el cambio en la utilización debido a una notificación desigual. Es importante señalar que el impacto de las intervenciones sobre la cobertura de los inodoros dependía de la prevalencia de base; es decir, que las comunidades con la mayor ganancia de cobertura a menudo tenían los niveles basales de cobertura más bajos. Los autores sugieren que las cifras sobre el uso de los inodoros se deben interpretar con cuidado, puesto que el uso fue definido de diferentes maneras en los estudios y a menudo dependía de datos facilitados por los usuarios.

Garn et al. (2017) también examinaron las diversas características estructurales y de diseño asociadas con el hecho de utilizar o no el inodoro. Se incluyeron 24 estudios en hogares o en escuelas que evaluaban las asociaciones entre las características de la estructura y el diseño del saneamiento y el uso del inodoro. La mayoría de estos estudios eran de observación o cualitativos. Los resultados indicaban que la accesibilidad, la privacidad, el acceso a servicios de higiene, el mantenimiento de los inodoros, el tipo del inodoro y los inodoros más nuevos se asociaban todos con un mayor uso.

Uso sostenido

Hulland et al. (2015) en su revisión sistemática de métodos mixtos sobre el uso sostenido de las intervenciones de agua, saneamiento e higiene en los países de ingresos bajos y medianos, encontraron 59 estudios idóneos relacionados con el saneamiento. Todas las metodologías de los estudios reunían los requisitos de la revisión y los estudios incluidos fueron aleatorizados, de observación, encuestas transversales, evaluaciones de procesos, informes de progreso y ensayos multicéntricos. La mayoría de los estudios se relacionaba con la construcción de inodoros y algunas intervenciones aportaban material para la construcción (ya sea en forma gratuita [n=10] o por ventas a la comunidad [n=17]), impartían capacitación sobre la construcción de inodoros [n=20], construcción de inodoros comunitarios tradicionales (n=9) o construcción de inodoros por una empresa o contratista privado (n=5). Doce de los estudios no describían una tecnología de saneamiento. Las publicaciones no tenían una definición común de uso o adopción sostenida, pero los autores las definieron para la revisión, como la práctica continua de un comportamiento o el uso continuo de una tecnología como mínimo seis meses después del fin del período del proyecto. Se realizó un análisis exhaustivo de los estudios que informaban explícitamente sobre la adopción sostenida (16 estudios de saneamiento), el cual incluyó mediciones obtenidas por información facilitada por los usuarios, práctica observada, funcionalidad y recuerdo de conocimientos. Los factores comportamentales que influyeron en la adopción sostenida se dividieron en factores psicosociales, contextuales y de tecnología.

Los factores psicosociales individuales (por ejemplo, beneficio percibido y autoeficacia) predominaban

claramente en las publicaciones sobre la adopción sostenida. Se informaba que también los factores interpersonales (por ejemplo, las normas sociales) influían de manera considerable en la práctica continua de los comportamientos por parte de las personas.

El contexto general y las normas sociales también tienen repercusión sobre la aceptación y la utilización sostenida: para el uso de inodoros y la práctica del lavado de las manos, por ejemplo, la edad y el sexo aparecían como fuertes determinantes de la práctica continua de una persona; es posible que se impida el uso de los inodoros a personas demasiado jóvenes o que estas sean incapaces de lavarse las manos o que haya restricción (cultural o física) al acceso a las instalaciones sanitarias.

Por último, los factores más importantes relacionados con la tecnología fueron el costo y la durabilidad. En los entornos de bajos ingresos, el costo de la construcción de inodoros fue el principal factor relacionado con la adopción de la tecnología.

Modificación del comportamiento

Cuarenta y dos estudios cuantitativos (diseños aleatorios, pseudoaleatorios, semiexperimentales y de observación) y 28 estudios cualitativos reunieron los requisitos de inclusión en la revisión sistemática de métodos mixtos sobre enfoques para la modificación de comportamientos sobre el agua, el saneamiento y la higiene en países de ingresos bajos y medianos (De Buck et al., 2017). La mayoría de los estudios se realizó en entornos rurales (69% cuantitativos y 68% cualitativos) en Asia Meridional o África subsahariana.

Los estudios se agruparon en las siguientes categorías:

- enfoques comunitarios;
- enfoques de mercadotecnia social;
- mensajes de saneamiento e higiene; y
- enfoques basados en la teoría psicosocial y social.

La revisión encontró diferencias manifiestas de sostenibilidad a corto y largo plazo de la modificación de comportamientos sanitarios en los cuatro enfoques descritos y la evidencia sobre los resultados de saneamiento se calificó de calidad baja a muy baja.

La revisión indicó que los enfoques con mensajes y refuerzo de la sensibilización pueden dar lugar a mejoras a corto plazo en el lavado de las manos con jabón, pero es poco probable que los cambios se mantengan con el transcurso del tiempo. Además, estos enfoques parecían no tener ningún efecto sobre la defecación al aire libre. No se aportaron conclusiones específicas acerca de la eficacia de los enfoques a base de mensajes para el uso de los inodoros, ya sea por la evidencia limitada (estudios aislados) o la evidencia de calidad muy baja.

Los enfoques comunitarios al saneamiento forman parte de las estrategias de modificación de comportamientos más ampliamente estudiadas. Los resultados han sido variables, pero la revisión indicó que los enfoques comunitarios pueden ser eficaces para reducir la defecación al aire libre y propiciar prácticas sostenidas de eliminación segura de las heces.

Son muy escasos los datos sólidos sobre la eficacia de los enfoques de mercadotecnia social. Los enfoques basados en la teoría psicológica y social se consideran en general útiles pero, dado el carácter reciente de la utilización de estas técnicas basadas en teorías, aún son limitados los estudios sobre los cuales se puedan sacar conclusiones.

Saneamiento total liderado por la comunidad

En una revisión sistemática de métodos mixtos del saneamiento total liderado por la comunidad (SANTOLIC), Venkataramanan et al. (2018) encontraron 14 evaluaciones cuantitativas, 29 estudios cualitativos y 157 estudios de casos publicados en revistas y la literatura gris. Dada la popularidad de este enfoque rural de modificación de comportamientos sanitarios, los autores procuraron evaluar la calidad de la evidencia, resumir los impactos de este tipo de saneamiento y determinar los factores que afectaban su implementación y eficacia. La revisión encontró que la evidencia al alcance de los profesionales sanitarios y las autoridades normativas era de calidad variable, sobre todo con respecto a la capacidad para estimar el impacto del SANTOLIC sobre el saneamiento, la salud u otros resultados en la comunidad. Las publicaciones en revistas en general tenían una mejor calidad que la literatura gris. Más de 25% de la bibliografía exageraba las conclusiones, atribuía resultados e impactos a las intervenciones sin un diseño apropiado del estudio o hacía afirmaciones acerca del impacto a partir de fuentes de datos no comprobadas o anecdóticas.

Con respecto al impacto del SANTOLIC, la mayoría de publicaciones identificaron la propiedad de letrinas, su uso e indicadores de calidad, pero usaron diversas formas de medición. En las 14 evaluaciones cuantitativas incluidas en la revisión, se reportó un incremento estadísticamente significativo de la construcción de letrinas privadas o compartidas en los grupos de intervención, comparados con los grupos de referencia. La declaración o certificación de la situación de ausencia de defecación al aire libre fue el segundo indicador más frecuente, pero no se reportó una definición homogénea.

Una cuarta parte de los estudios también informaron alguna medida anecdótica de modificación del estado de salud en las comunidades después que se aplicó el SANTOLIC, mientras que nueve evaluaciones cuantitativas midieron cambios facilitados por los usuarios sobre la prevalencia de diarrea o las medidas antropométricas en niños. En general, se encontró evidencia limitada sobre si hubo o no modificaciones sostenidas del comportamiento sanitario o impactos en la salud como resultado de haber aplicado el SANTOLIC.

Un análisis cualitativo del contenido de la literatura científica reportó factores relacionados con la implementación y con la comunidad que afectaron la implementación y efectividad del SANTOLIC. De los 21 factores relacionados con la implementación, los más citados fueron los siguientes:

- sensibilización y acogida favorable del gobierno al SANTOLIC;
- apropiación por parte del gobierno local;
- capacidad institucional; y
- calidad de las actividades desencadenantes.

De los 22 factores relacionados con la comunidad, los citados con mayor frecuencia fueron los siguientes:

- participación comunitaria;
- acceso al suministro, recursos financieros y apoyo técnico;
- condiciones climáticas; y
- expectativa de subsidios para letrinas.

En general, no obstante, se encontró muy poca investigación sistemática sobre el proceso de implementación del SANTOLIC y sus adaptaciones.

8.3.2 Reducir la carga fecal en el medio ambiente

¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para reducir la carga fecal en el medio ambiente?

En una revisión bibliográfica exploratoria, Williams y Overbo (2015) examinaron estudios sobre las rutas y grado del retorno inseguro de las excretas humanas al medio ambiente a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento en letrinas de pozo, tanques sépticos y alcantarillado. La revisión se centró en las fugas de lodo fecal de las fracciones líquidas del efluente de tanques sépticos y letrinas, y de aguas residuales del alcantarillado. Numerosos estudios revelaron que muchos de los sistemas de saneamiento que se utilizan en la actualidad no evitan adecuadamente el retorno inseguro de las excretas al medio ambiente. Varios estudios pusieron de manifiesto, por ejemplo, que las fosas sin revestimiento y las instalaciones deterioradas no ofrecen una contención eficaz y pueden causar contaminación del hogar y la zona circundante. En algunos casos, las letrinas de pozo pueden ser gravemente afectadas por las tormentas, lluvias e inundaciones. Con frecuencia las letrinas de pozo y los tanques sépticos no se vacían y la fracción líquida se descarga con poco tratamiento a canales o en campo abierto o a fuentes de aguas subterráneas. Cuando en los reportes se firmaba que las fosas se vaciaban, existía muy poca información sobre el destino del lodo recogido; este tal vez se descarga en vertederos o se usa en la agricultura en lugar de transferirlo para tratamiento. Pocos países cuentan con plantas dedicadas al tratamiento del lodo fecal o plantas de tratamiento de aguas residuales, diseñadas para el tratamiento conjunto del lodo fecal. Las conexiones al alcantarillado, por sí solas, no daban garantía suficiente de la separación adecuada de los desechos fecales humanos, ya que eran frecuentes los errores de conexión y la exfiltración, las estaciones de bombeo inservibles y los reboses de alcantarillados combinados. El mal funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales debido a sobrecargas, operación y mantenimiento deficientes y cargas industriales no autorizadas pueden indicar que las aguas residuales tal vez se descargan sin tratar o solo parcialmente tratadas.

8.3.3 Exposición a patógenos fecales

¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para disminuir la exposición a los patógenos fecales?

Sclar et al. (2016) realizaron una revisión bibliográfica que evaluó el impacto directo del saneamiento en las vías de exposición fecal. Encontraron 29 estudios elegibles, de los cuales 23 examinaban las rutas de transmisión (ocho estudios aleatorizados, uno pseudoaleatorizado, 11 estudios transversales, un estudio de casos y testigos y un estudio de cohortes) todos los estudios fueron realizados después de que se habían adoptado medidas de mejoramiento del saneamiento, y los seis estudios restantes (todos estudios transversales) evaluaban la contaminación de los abastecimientos de agua potable, según su distancia a las instalaciones sanitarias. La mayoría de los estudios aplicó intervenciones que incluían la promoción o la construcción de inodoros, con o sin otras medidas tales como la mercadotecnia y los subsidios. Los resultados de los estudios fueron criterios de valoración que examinaban el impacto del saneamiento sobre las vías de transmisión e incluían evaluaciones microbiológicas de la contaminación del agua potable (fuentes y agua almacenada en la vivienda), contaminación de las manos, tierra del piso del inodoro o el compost doméstico y las superficies del inodoro. Otras medidas incluyeron la observación de moscas (alrededor de los inodoros, en zonas de preparación de alimentos o atrapadas alrededor de los ojos) o la presencia de heces en el compost doméstico o alrededor del mismo.

Los estudios revelaron efectos mixtos de las intervenciones de saneamiento, las evaluaciones consideraron la mayoría de las vías de transmisión y en su mayoría mostraron que no hubo ningún efecto. No hubo evidencia en favor de efectos sobre la calidad del agua potable, la contaminación de las manos o juguetes, la contaminación de los alimentos, o la contaminación del suelo o las superficies. Hubo alguna evidencia de que el saneamiento se asociaba con la reducción de moscas y una disminución de las heces observadas (aunque la evaluación general no fue estadísticamente significativa). Al crear subgrupos de

estudios según el nivel de cobertura del saneamiento, se encontró que las intervenciones de saneamiento fueron más eficaces para reducir el nivel de heces observado cuando la cobertura comenzaba a un nivel bajo y cuando existía una diferencia grande entre la cobertura lograda por los grupos de intervención y la cobertura de los grupos de referencia. Los estudios revelaron una relación inversa entre la distancia de una fuente de agua al inodoro y el nivel de contaminación fecal de la fuente de agua.

8.3.4 Mejorar los resultados en materia de salud

¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para mejorar los resultados en materia de salud (incluidas las enfermedades infecciosas, el estado de nutrición, el bienestar y los resultados educativos)?

Enfermedades infecciosas y nutrición

En esta sección se consideran cinco revisiones:

- Freeman et al. (2017) actualizaron diversas revisiones sistemáticas anteriores sobre una variedad de resultados en materia de salud;
- Speich et al. (2016) examinaron la relación entre el acceso a las instalaciones sanitarias y su uso y la incidencia de infestaciones por protozoos intestinales;
- Majorin et al. (2018) consideraron intervenciones que mejoraban la eliminación de las heces de los niños y su impacto sobre la diarrea y las geohelmintiasis;
- Ejemot-Nwadiaro et al. (2015) evaluaron los efectos de la promoción del lavado de las manos sobre las infecciones diarreicas; y
- Yates et al. (2015) analizaron el impacto de la promoción de intervenciones de agua, saneamiento e higiene en las personas con infección por el virus de la inmunodeficiencia humana.

Freeman et al. (2017) actualizaron revisiones bibliográficas sobre el impacto de intervenciones de saneamiento en las enfermedades infecciosas (diarrea, cuatro geohelmintiasis, esquistosomiasis y tracoma) y los resultados sobre el estado de nutrición (peso para la edad, peso para la estatura y estatura para la edad).

Los criterios de selección utilizados por Freeman et al. (2017) se basaron en las revisiones sistemáticas originales y presentaban leves variaciones; sin embargo, los diseños de los estudios elegibles incluían estudios aleatorizados, pseudoaleatorizados, ensayos comparativos no aleatorizados,

estudios comparativos del tipo antes y después, estudios de series temporales interrumpidas, estudios de cohortes y estudios transversales. Se encontraron 171 estudios elegibles, 84 de los cuales se incluyeron en los metanálisis. Para cada resultado sobre enfermedades, se realizaron cuatro tipos de metanálisis:

- de todos los estudios, una estimación combinada del efecto primario de los estudios a fin de estimar el impacto general del saneamiento;
- de los estudios de intervención, un análisis de los estudios experimentales que evaluaban específicamente una intervención de saneamiento a fin de obtener una estimación combinada más rigurosa;
- escalera de saneamiento, una evaluación sobre el impacto en salud de diversos tipos de saneamiento mediante estimaciones combinadas para los diferentes niveles de servicios de saneamiento (cualquier instalación contra ninguna o la falta de uso; instalaciones mejoradas contra no mejoradas; instalaciones mejoradas contra instalaciones compartidas); y
- análisis estratificado, una exploración de las características de la población del estudio (como entorno del estudio, grupo etario, disponibilidad de agua y jabón).

En general, un mayor acceso al saneamiento se asociaba con posibilidades significativamente inferiores de aparición de diarrea (posibilidades inferiores de 12% para todos los estudios combinados y de 23% en los estudios de intervención). Se observaron posibilidades significativamente inferiores de contraer una infestación por los cuatro principales helmintos transmitidos por el suelo (*A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *uncinaria* y *S. stercoralis*) y las posibilidades asociadas con el saneamiento eran entre 20% y 52% inferiores, comparadas con la falta de saneamiento. Cuando se consideraron solo los estudios de intervención, al mejorar el acceso al saneamiento no se observó ninguna reducción en la infestación por *T. trichiura*. Un mejor acceso al saneamiento exhibió también una asociación protectora contra la esquistosomiasis y el tracoma activo y una correlación positiva con la estatura para la edad. Sin embargo, la mayoría de los estudios utilizó diseños de observación, las estimaciones combinadas presentaron una importante heterogeneidad y la calidad de la evidencia se calificó de baja a muy baja. Freeman et al. (2007) encontraron en su revisión alguna evidencia de un efecto marginal de las intervenciones de saneamiento sobre la puntuación Z de la estatura para la edad (diferencia

media: 0,08; intervalo de confianza del 95%: de 0,00 a 0,16) pero ningún efecto sobre la puntuación Z del peso para la edad ni el peso para la estatura.

Speich et al. (2016) encontraron 54 estudios elegibles en su revisión sistemática sobre los efectos del saneamiento y el tratamiento del agua sobre la infestación por protozoos intestinales (*Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica*, *E. dispar*, *Blastocystis hominis* y *Cryptosporidium* spp.), de los cuales 36 se relacionaban con el saneamiento; 23 describían las asociaciones de la disponibilidad de saneamiento, 11 examinaban las asociaciones de la utilización del saneamiento y dos no diferenciaban claramente entre utilización y disponibilidad. La mayoría de los estudios de saneamiento fueron transversales (n=29) y los restantes fueron estudios de casos y testigos (n=3), de intervención (n=1), de cohortes (n=1) o en conjunto, transversales y de casos y testigos (n=1). La disponibilidad o el uso de los inodoros se asoció con posibilidades significativamente inferiores de contraer una infestación por *Entamoeba* (reducción de 44%, IC de 95%: de 26% a 58%) y *G. intestinalis* (reducción de 36%, IC de 95%: de 19% a 49%), pero no por *Blastocystis* o *Cryptosporidium*.

Majorin et al. (2018) examinaron el impacto de las intervenciones para mejorar la eliminación de las heces de los niños sobre la aparición de diarrea y geohelmintiasis (*A. Lumbricoides*, *T. trichiura*, *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*). Encontraron 45 estudios elegibles (11 aleatorizados, tres comparativos de tipo antes y después, 24 de casos y testigos, dos comparativos de cohortes y cinco estudios transversales). Las intervenciones incluían intervenciones de componentes múltiples e intervenciones educativas exclusivamente. La evidencia combinada indicó que la eliminación segura de las heces de los niños se asociaba con posibilidades inferiores de aparición de diarrea. La principal evidencia para este resultado provenía de estudios de casos y testigos, que indicaban que la eliminación de las heces de los niños en un inodoro se asociaba con posibilidades 24% inferiores de contraer diarrea (IC de 95%: de 12% a 34%) y un niño que defecaba en un inodoro (en lugar de otro sitio) se asociaba con posibilidades 46% inferiores de diarrea (IC de 95%: de 10% a 67%). En los ensayos aleatorizados, las intervenciones de saneamiento indicaron una reducción de 7% de la diarrea (aunque este resultado no fue estadísticamente significativo), pero las intervenciones educativas sobre las

prácticas de higiene se asociaron con una reducción de 17% (IC de 95%: de 6% a 27%). Solo se encontraron dos estudios aleatorizados relacionados con los helmintos transmitidos por el suelo y la eliminación de las heces de los niños y ninguna de las intervenciones evaluadas reveló un impacto sobre la helmintiasis.

Ejemot-Nwadiaro et al (2015), en su revisión de intervenciones sobre la promoción del lavado de las manos para prevenir la diarrea, encontraron 22 estudios elegibles aleatorizados individuales y aleatorizados en conglomerados que comparaban los efectos de las intervenciones de lavado de las manos sobre los episodios de diarrea en los niños y los adultos, con la ausencia de intervención. Se trataba de estudios en guarderías infantiles o escuelas sobre todo en países de ingresos altos (n=12), estudios comunitarios en países de ingresos bajos y medianos (n=9) y un estudio hospitalario en personas con sida. La intervención se definió como “actividades que promovían el lavado de las manos después de la defecación o después de la eliminación de las heces de los niños y antes de comer, preparar o manipular los alimentos”. Los estudios se centraron exclusivamente en el lavado de las manos y los que incluían el lavado de las manos como parte de un conjunto más amplio de intervenciones de higiene, se incluyeron cuando habían realizado análisis de los efectos del lavado de las manos sobre la aparición de diarrea. Los resultados de la intervención se definieron como primarios (episodios de diarrea definidos como: diarrea aguda o primaria, diarrea persistente o disentería) o secundarios (muerte relacionada con la diarrea en niños o adultos; modificaciones de comportamientos, como el cambio en la proporción de personas que afirmaban lavarse las manos o se observan haciéndolo después de la eliminación de las heces de los niños y antes de preparar o manipular los alimentos; cambios en los conocimientos, las actitudes y las creencias acerca del lavado de las manos; mortalidad por cualquier causa en menores de cinco años; y costoeficacia). Los autores llegaron a la conclusión de que promover el lavado de las manos probablemente reduce los episodios de diarrea tanto en las guarderías infantiles en los países de ingresos altos (30% de reducción, IC del 95%: de 15% a 42%; n=9) como en las comunidades que viven en países de ingresos bajos y medianos, cerca de 30% (países de ingresos bajos y medianos: reducción de 28%, IC de 95%: de 17% a 38%; n=8).

Sin embargo, se conoce menos acerca de cómo ayudar a las personas a mantener el hábito del lavado de las manos a más largo plazo. El estudio en medio hospitalario con una población muy vulnerable reveló una reducción significativa del promedio de episodios de diarrea (1,68 menos) en el grupo de intervención, además de un aumento de la frecuencia de lavado de las manos en este grupo. No se encontraron estudios que evaluaran o que informaran los efectos de la promoción del lavado de las manos sobre las defunciones relacionadas con la diarrea, la mortalidad por cualquier causa en menores de cinco años o los costos.

Pocos estudios examinaron el impacto del saneamiento en subgrupos específicos de la población; sin embargo, algunos evaluaron el impacto en personas con infección por el VIH como un grupo específico vulnerable debido a los factores biológicos y sociales. Yates et al. (2015) realizaron una revisión sistemática sobre el impacto de las intervenciones de agua, saneamiento e higiene sobre la salud y el bienestar de las personas con infección por el VIH, que presentan un riesgo mayor de contraer afecciones entéricas causadas por patógenos de transmisión fecal-oral y síntomas más graves, en comparación con la población inmunocompetente. Se incluyeron 16 estudios, de los cuales cuatro (uno aleatorizado, dos transversales y un estudio de casos y testigos) consideraban el impacto de las medidas de saneamiento. Los resultados se presentaron de diversas maneras, pero la falta de acceso al saneamiento doméstico era en general un factor de riesgo significativo, ya que el acceso a inodoros resultaba ser protector contra los parásitos intestinales y la morbilidad por diarrea.

Capacidades cognoscitivas y ausencia escolar

En una revisión de los efectos del saneamiento sobre el desarrollo cognoscitivo y la ausencia escolar, Sclar et al. (2017) encontraron 17 estudios elegibles (tres aleatorizados, uno no

aleatorizado comparativo, uno comparativo de tipo antes y después, nueve transversales y tres estudios de cohortes). Doce de los estudios informaban sobre la ausencia escolar, cuatro sobre los resultados del desarrollo cognoscitivo y uno informaba sobre ambos resultados. Los estudios sobre el acceso al saneamiento doméstico encontraron en general mejores medidas de capacidad cognoscitiva. Los estudios que examinaron la provisión de saneamiento (saneamiento en hogares, comunitario o en escuelas) y la ausencia escolar, no obstante, fueron más inciertos y en general carecían de un modelo claro. La puntuación GRADE fue muy baja tanto para el desarrollo cognoscitivo como para la ausencia escolar.

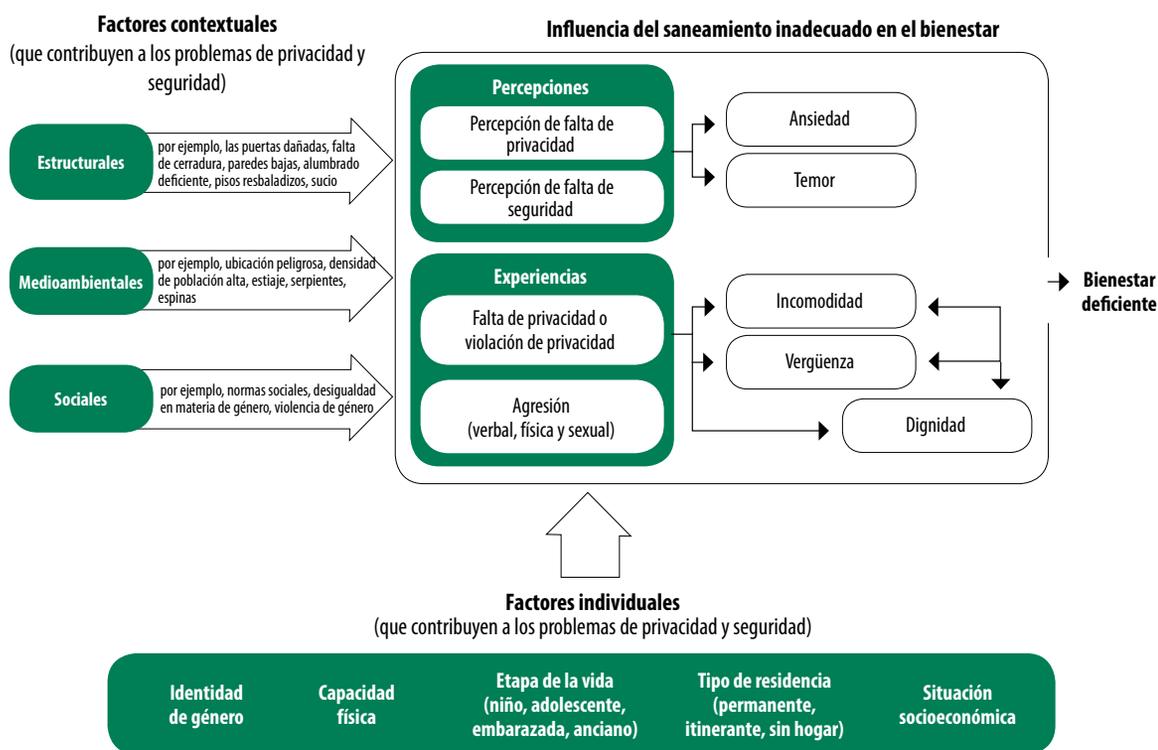
Bienestar personal

Sclar et al. (2018) examinaron la relación del saneamiento con ocho aspectos del bienestar (privacidad, vergüenza, ansiedad, temor, agresión, seguridad, dignidad e incomodidad).

Los autores encontraron 50 estudios elegibles (35 cualitativos, ocho de métodos mixtos y siete estudios transversales), que consideraban aspectos del bienestar relacional y subjetivo en personas que utilizaban el saneamiento privado (n=11), compartido (n=13), el saneamiento escolar (n=22) y que practicaban la defecación al aire libre (n=18).

Los resultados de los estudios se analizaron con un conjunto de códigos de bienestar y códigos del entorno de saneamiento. Los resultados mostraron que la privacidad y la seguridad eran los temas centrales que influían sobre los demás aspectos del bienestar (según se indica en el marco conceptual presentado en la figura 8.1). Los autores observaron que debido a la distribución geográfica sesgada de los estudios (por ejemplo, 14 estudios se realizaron en la India) y un énfasis predominante en las experiencias de las mujeres y las niñas (19 estudios), es posible que los resultados tengan una capacidad limitada de generalización.

Figura 8.1 Marco conceptual preliminar de la influencia del saneamiento inadecuado en el bienestar



8.4 Revisiones de la implementación

8.4.1 Impacto de los factores contextuales

¿Cómo influyen los factores contextuales (por ejemplo, población, entorno, clima) y los factores programáticos (por ejemplo, políticas, reglamentación, funciones del sector salud y otros sectores, la gestión en diferentes niveles del gobierno) en la cobertura y el uso del saneamiento?

La revisión sistemática realizada por Overbo et al. (2016) a partir de publicaciones en revistas arbitradas y la literatura gris tuvo como objetivo examinar el impacto de diversas políticas y estrategias programáticas y de factores favorables del entorno (como legislación, finanzas y políticas) sobre la adopción del saneamiento y su uso sostenido. Se incluyeron en la revisión 68 estudios elegibles (31 publicaciones arbitradas, 37 de la literatura gris) de 27 países (seis cualitativos, 25 cuantitativos, nueve de métodos mixtos y 28 estudios de casos). En los estudios se consideró el saneamiento mejorado en los hogares (n=59), las conexiones

domésticas al alcantarillado (n=8), el manejo del lodo fecal (n=1), el alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales (n=2), el saneamiento público (n=2) y el saneamiento escolar (n=8). Diez de los estudios informaron sobre múltiples tipos de tecnologías de saneamiento. Menos de la mitad de los estudios (28) informó sobre el uso sostenido de las instalaciones sanitarias (descrito de varias maneras como uso del saneamiento, abandono de la defecación al aire libre o eliminación segura de las excretas) y en general los estudios utilizaron datos de sostenibilidad facilitados por los participantes. Todos los estudios excepto uno se llevaron a cabo en países de ingresos bajos y medianos. La mayoría de los programas estuvo situado en entornos rurales (62%) o no informó su ubicación (19%).

Los datos sobre los factores que sirvieron ya sea como elementos facilitadores o como barreras a la adopción de saneamiento o su uso sostenido se recopilaron según el marco presentado en la figura 8.2.

Figura 8.2 Marco de revisión para la adopción y uso sostenido del saneamiento

(Overbo et al., 2016)



La mayoría de los resultados clave se relaciona con el saneamiento doméstico, lo cual guarda relación con el mayor número de estudios (59 de 68).

La revisión mostró los siguientes resultados:

- La voluntad política y el liderazgo eran esenciales para el éxito de los programas.
- Los programas tuvieron resultados más exitosos donde existía coordinación y colaboración entre los diferentes sectores y los interesados directos.
- Se observó que las políticas armonizadas en los diferentes sectores movilizaban la voluntad y el apoyo político en favor de la programación de saneamiento.
- El acceso al crédito contribuía al éxito cuando estaba bien gestionado y existía demanda en la comunidad. El entorno de los estudios influía en la necesidad de

subsidios (y en su efecto), pero se encontró que el acceso al crédito era más eficaz cuando se asociaba con la movilización comunitaria y un sentido de apropiación de la instalación.

- Las normas y las creencias culturales variaban de manera considerable en los diferentes países y entornos, pero la aceptación generalizada de la defecación al aire libre fue una barrera para la adopción del saneamiento. Las motivaciones para la adopción y el uso sostenido del saneamiento también diferían en función del entorno, pero la referencia a la privacidad, la vergüenza y la presión social fue frecuente y muy difundida.
- El entorno físico (como un nivel freático alto, inundaciones estacionales y falta de espacio) se mencionaba como una barrera para la adopción.
- Las actividades de implementación (incluidas las visitas a las casas, el uso de medios de difusión y técnicas usuales de información, educación y comunicación) resultaban eficaces para reforzar la sensibilización y aumentar la demanda de saneamiento y también tenían un efecto en la movilización comunitaria.
- Se mencionó que el monitoreo y la evaluación fueron elementos esenciales para facilitar la planificación estratégica y crear responsabilidad política.

La revisión reconoció numerosos factores contextuales que contribuían a la adopción del saneamiento y su uso sostenido. Muchos de estos factores son interdependientes y la planificación eficaz, el monitoreo y las enseñanzas aprendidas en la implementación de programas y políticas pueden contribuir a abordar ciertas barreras.

8.5 Síntesis de la evidencia de las revisiones

En el cuadro 8.1 se presenta un resumen general de las revisiones.

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para lograr y mantener el acceso, la aceptación y la utilización del saneamiento?									
Gam et al., 2017 8.3.1	Revisión sistemática	¿Cómo influyen las diferentes intervenciones de saneamiento en la cobertura y el uso de inodoros?	1950 - 31/12/15. Publicados, inéditos, en imprenta y literatura gris	Inglés, español, portugués, francés, alemán, italiano	Ninguna	Hogar n=37 Ensayos aleatorizados (EA) 10 Ensayos no aleatorizados comparativos (EnAC) 1 Estudios comparativos antes y después (ECAD) 6 Estudios no comparativos antes y después (EnCAD) 11 Ensayos no aleatorios comparativos 9 Escolar n = 4 EA 1 EnAC 3 n=24 Diseños experimentales y de observación, cuantitativos y cualitativos. La mayoría fueron de observación o cualitativos	No informado	Herramienta LQAT adaptada para estudios de intervención cuantitativos. La mayoría de los estudios indicaba algún riesgo de sesgo	GRADE Baja a muy baja
Hulland et al., 2015 8.3.1	Revisión sistemática de métodos mixtos	¿Cómo se asocian las diferentes características estructurales y de diseño del saneamiento con el uso de inodoros?	Fecha de fin 01/10/13. Literatura arbitrada y gris	Inglés, francés, alemán, español	Países de ingresos bajos y medianos	Ninguna restricción al tipo de estudio n=59	No informado	No procede	No procede
De Buck et al., 2017 8.3.1	Revisión sistemática de métodos mixtos	Determinación de los factores que influyen en la adopción sostenida	1980- Marzo del 2016; artículos publicados, inéditos, literatura gris	Sin restricción de idiomas	Países de ingresos bajos y medianos se excluyeron los estudios realizados en instituciones (por ejemplo, hospitales)	n=42 EA 26 Seudoaleatorizados 6 EnAC 8 Estudios de cohortes 2	U 6 R 29	Calidad evaluada con una adaptación de la escala de siete puntos, desarrollada por Harden y Thomas (2005), máxima puntuación 21. En general, la puntuación del rigor oscilaba entre 8 y 21	GRADE. Baja en la mayoría de las evaluaciones. La calidad de la evidencia para los resultados de saneamiento fue baja a muy baja

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
		Cualitativa Factores que influyen en la implementación de los enfoques para promoción del lavado de las manos y modificación de comportamientos sanitarios				n=28 Estudios cualitativos que abordaban los factores que influyen en la implementación de enfoques promocionales (por ejemplo, muestreo teórico, estudios de casos, estudios fenomenológicos, investigación etnográfica, investigación en acción y métodos temáticos de análisis cualitativo de datos.	U 3 R 19 U y R 3	La lista de verificación del CASPe. Las puntuaciones oscilaron entre 10 (máximo) y 4	
Venkataramanan et al., 2018 8.3.1	Revisión sistemática de métodos mixtos	Evaluar la calidad de la evidencia, resumir <i>los impactos</i> y determinar los factores que afectan la <i>implementación</i> y la efectividad del SANTOLIC	Búsqueda realizada en diciembre del 2015 y actualizada en marzo del 2017	No informado	Ninguna comunicada	Ninguna restricción sobre el tipo de estudio. n=200. Cuantitativos 14 Cualitativos 29 Estudios de casos e informes de proyectos 157	No informado	Un marco de evaluación de la calidad para cada tipo de estudio, basado en tres categorías: calidad del informe, reducción al mínimo del riesgo de sesgo, y la pertinencia de las conclusiones	
¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para reducir la carga fecal del medio ambiente?									
Williams y Overbo, 2015 8.3.2	Revisión bibliográfica	Fugas a lo largo de la cadena de servicios de saneamiento por las letrinas de pozo, los sistemas sépticos y los alcantarillados	Búsqueda en Web of Science y Google Scholar del 15/3/15 al 24/4/15. Revistas arbitradas y literatura gris	No informado	Ninguna comunicada	Resultados cualitativos o cuantitativos sobre la funcionalidad, la contaminación microbiana, el vaciado, el transporte, el tratamiento o la contaminación de aguas subterráneas por las tecnologías de saneamiento	No procede	No procede	No procede

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para disminuir la exposición a patógenos fecales?									
Sclar et al., 2016 8.3.3	Revisión sistemática	Eficacia del saneamiento y las intervenciones de saneamiento para las vías de transmisión fecal-oral	De 1950 a diciembre del 2015. Todo tipo de publicación	Inglés, español, portugués, francés, alemán, italiano	Ninguna	Cualquier diseño de estudio Transmisión fecal-oral (n=23) EA 8 EnAC 1 Seudoaleatorizados 1 Transversales 11 Estudios de casos y testigos 1, Estudios de cohortes 1 Distancia al abastecimiento de agua (n=6) Transversales 6	U 10 R 15 U y R 3 Escuelas 1	Evaluated en estudios experimentales mediante adaptación del LOAT. Puntuación promedio del riesgo de sesgo 8/12 (donde 12 indica la ausencia de detección de sesgo), por lo tanto, relativamente alta (intervalo de 5 a 11)	GRADE: Baja o muy baja
¿Qué tan eficaces son las diferentes intervenciones de saneamiento para mejorar los resultados en materia de salud (incluidas las enfermedades infecciosas, el estado de nutrición, el bienestar y los resultados educativos)?									
Freeman et al., 2017 8.3.4	Revisión sistemática de actualización de revisiones sistemáticas existentes	Actualizar las revisiones anteriores, aspectos generales	Desde el resultado final de la revisión anterior hasta el 31 de diciembre del 2015	Inglés, español, portugués, francés, alemán, italiano	A partir de revisiones originales	EA, seudoaleatorizados, EnAC, ECAD, series temporales interrumpidas, estudios de cohortes y estudios transversales. Toda restricción correspondía al diseño de la revisión sistemática original	Ver cada revisión	Herramienta LOAT condensada para estudios experimentales	GRADE
	Actualización de la revisión sobre diarrea de Pruss-Ustun et al. (2014)					n=33, 27 incluidos en metanálisis EA 9 EnAC 7 Transversales 5 Estudios de casos y testigos 7 ECAD 4 Serie de casos 1	U 5 R 14 U y R 2 Escuelas 3	Riesgo grave (promedio 5,3)	Baja

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
		Actualizar la revisión sobre helmintiasis transmitidas por el suelo de Strunz et al., 2014				n=65, 40 incluidos en metanálisis, variable según el helminto A. Lumbricooides (n=39) EA 5 EnAC 4 Transversales 27 CAD 1 Serie de casos 1 Métodos mixtos 1 T. trichura (n=34) EA 4 EnAC 3 Transversales 24 ECAD 1 Métodos mixtos 1 Uncinaria (n=42) EA 4 EnAC 2 Transversales 30 ECAD 2 Serie de casos 1 Métodos mixtos 1 Estudios de cohortes 2 S. stercoralis (n=9) EnAC 1 Transversales 7 Estudios de cohortes 1	A. lumbricooides U 2 R 22 U y R 3 Escuelas 8 T. trichura U 1 R 20 U y R 2 Escuelas 7 Anquilostoma R 26 U y R 5 Escuelas 6 S. stercoralis R 6 U y R 1	Riesgo de sesgo grave (según el helminto de 5 a 7,9)	A. Lumbricooides Muy baja T. trichura Muy baja Uncinaria Baja S. stercoralis, No evaluada
		Actualizar la revisión sobre tracoma de Stocks et al. (2014)				n=46, 46 incluidos en metanálisis Tracoma activo (n=41) EA 3 Transversales 34 Estudios de casos y testigos 3 Series de casos 1 C. trachomatis (n=10) EA 2 Transversales 8	Tracoma activo U 2 R 27 U y R 4 Escuelas 1 C. trachomatis R 7 Escuelas 1	Tracoma activo promedio de 8,5 (riesgo grave) C. trachomatis 10,5 (riesgo bajo)	Tracoma activo Alta C. trachomatis Moderada

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
		Actualizar la revisión sobre esquistosomiasis de Grimes et al. (2014)				n=30, 23 incluidos en metanálisis según el esquistosoma E. Mansoni (n=23) Transversales 22 Estudios de casos y testigos 1 E. Hematobio (n=10) Transversales 9 Estudio de casos y testigos 1	Mansoni U 6 R 10 U y R 2 Escuelas 1 Haemotobium R 8 Escuelas 1	Ningún estudio de intervención, por lo tanto ninguna puntuación	Ningún estudio de intervención, por lo tanto ninguna puntuación
		Actualizar la revisión sobre nutrición de Dangour et al. (2013)				n=17, 9 incluidos en metanálisis según la medida Peso para la edad y peso inferior al normal (n=14) EA 7 EnAC 6 Seudoaleatorizados 1 Peso para la estatura y emaciación (n=7) EA 4 EnAC 3 Estatura para la edad y retardo del crecimiento (n=14) EA 8 EnAC 6	Peso para la edad R 11 Peso para la estatura R 5 Estatura para la edad R 12	Retraso del crecimiento y peso inferior al normal 6 y 5.2. Emaciación 3.5	Peso para la edad Baja Peso para la estatura Baja Estatura para la edad Muy baja
Speich et al., 2016 8.3.4	Revisión sistemática	Evaluar la relación entre el acceso y el uso de las instalaciones sanitarias (y el tratamiento del agua) y la infestación por protozoos intestinales	Bases de datos desde el inicio hasta el 30 de junio del 2014 Artículos publicados	Ninguna restricción	Ninguna	Ninguna restricción al tipo de estudio n=36 Transversales 30 Estudios de casos y testigos 3 Intervención 1 Estudios de cohortes 1 Transversales y estudio de cohortes combinados 1	No informado	Ninguna información	Basado en GRADE. En la mayoría de los estudios calificada moderada o baja

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
Majorin et al., 2018 8.3.4	Revisión sistemática	Evaluar la eficacia de las intervenciones encaminadas a mejorar la eliminación de las heces de los niños para prevenir la diarrea y las geohelmintiasis	Las fechas de búsqueda dependen de la base de datos y van de noviembre del 2014 hasta junio del 2015. Incluye la literatura gris	No informado	Ninguna	Cualquier ensayo comparativo n=45 EA en conglomerados 11 CAD 3 Estudios de casos y testigos 24 Estudios de cohortes comparativos 2 Transversales 5	Los estudios de casos y testigos se clasificaron en el centro de inclusión (por ejemplo, entornos de atención de salud). Para los demás tipos de estudio (n=21) R 16	Riesgo de sesgo según la puntuación GRADE. Riesgo de confusión y corrección de variables de confusión especificados para cada estudio	GRADE Oscilaba de alta a baja
Ejemot- Nwadiano et al., 2015 8.3.4	Revisión de intervenciones	Evaluar los efectos de las intervenciones de promoción del lavado de las manos sobre los episodios diarreicos	1966 a mayo del 2015. Literatura arbitrada y gris	Inglés (no especificado)	Ninguno	EA n=22	Ambas ubicaciones, U y R, pero no forma parte de la estratificación de los resultados	Herramienta de riesgo de sesgo de Cochrane. El riesgo de todos los tipos de sesgo fue predominantemente bajo o poco claro en todos los estudios	GRADE Clasement d'Elevé à Faible.
Yates et al., 2015 8.3.4	Revisión sistemática	Evaluar el <i>impacto</i> de las intervenciones WASH en las personas con infección por el VIH. Se consideraron cinco resultados: pero solo se encontraron artículos sobre morbilidad (n=16) y mortalidad (n=2)	Enero de 1995 a junio del 2014	No informado	Centro de interés en los países de recursos limitados	Saneamiento n=4 EA 1 Transversales 2 Estudio de casos y testigos 1	No informado	No informada	Modo de apreciación poco claro pero se calificó alta, media o baja según el diseño del estudio, la población de la cohorte y el tamaño muestral. Se calificó alta en EA y baja en otros tipos de estudio
Sclar et al., 2017 8.3.4	Revisión sistemática	Evaluar el impacto del saneamiento (acceso, calidad o intervención específica de saneamiento) a nivel del hogar, la escuela o la comunidad sobre el desarrollo cognoscitivo y las ausencias escolares o laborales	1950 y diciembre del 2015. Todo tipo de publicación	Inglés, español, portugués, francés, alemán, italiano	Ninguno	Ninguna restricción al tipo de estudio. n=17 EA 3 EnAC 1 Transversales 9 ECAD 1 Estudios de cohortes 3	No informado	LQAT modificado. Se consideró que tanto los artículos sobre desarrollo cognoscitivo como los artículos sobre ausencias escolares tenían un riesgo de sesgo muy grave	GRADE. En ambos aspectos se calificó muy baja

Cuadro 8.1 Resumen de la revisión de la evidencia (continuado)

Referencia Item del capítulo	Tipo de revisión	Meta(s) y objetivos	Fecha de la bibliografía	Idiomas	Restricciones geográficas y económicas	Diseño de los estudios	Urbano (U) Rural (R)	Evaluación del sesgo, puntuación	Calidad de la evidencia, puntuación
Sclar et al., 2018 8.3.4	Revisión sistemática	Evaluar el impacto del saneamiento sobre el bienestar	1950 a noviembre del 2016. Todo tipo de publicación	Inglés, español, portugués, francés, alemán, italiano	Ninguna	Ninguna restricción al tipo de estudio. n=50 Cualitativos 35 Métodos mixtos 8 Transversales 7		En estudios cuantitativos, la herramienta LQAT se evaluó con una lista de verificación de 17 elementos elaborada por los autores (basada en Walsh & Downe, 2006; Harden et al., 2009)	GRADE, CERQual. La evaluación se hizo por temas y los resultados oscilaron de confianza muy baja a alta
¿Cómo influyen los factores contextuales (por ejemplo, la población, el entorno, el clima) y los aspectos de implementación (por ejemplo, las políticas, los reglamentos, las funciones del sector de la salud y otros sectores, la gestión a diferentes niveles de gobierno) en el acceso y también en la aceptación y el uso de diferentes intervenciones?									
Ovubo et al., 2016 8.4	Revisión sistemática	Evaluar de qué manera los programas de saneamiento, su implementación y el entorno favorable en el cual se implementan modificaban la adopción y el uso sostenido del saneamiento	Publicaciones después de 1990. Literatura arbitrada y gris	Inglés	Ninguna	Ninguna restricción al tipo de estudio. n=68 Cualitativos 6 Cuantitativos 25 Métodos mixtos 9 Estudios de casos 28	La diferenciación se comunica por programas (y no en los estudios) U 6 R 48 U y R 7	Calificado fuerte, moderado o débil según la herramienta LQAT, criterios de calidad adaptados de Harden et al. (2009) o métodos adaptados de Atkins y Sampson (2002)	

CASPe = Por Critical Appraisal Skills Program, Programa de habilidades en lectura crítica, versión española.
 CERQual = Por Confidence in the Evidence from Reviews of Qualitative Research, Confianza en la evidencia de revisiones de investigaciones cualitativa.
 SAMTOLIC = Saneamiento total liderado por la comunidad.
 LQAT = Por Liverpool quality appraisal tool, Herramienta de evaluación de la calidad de Liverpool.
 EA = Estudio aleatorizado; EnAC = Estudio no aleatorizado comparativo; ECAD = Estudio comparativo de tipo antes y después.

Referencias

Atkins C, Sampson J (2002). Critical appraisal guidelines for single case study research. ECIS 2002 Proceedings.

Dangour AD, Watson L, Cumming O, Boisson S, Che Y, Velleman Y et al. (2013). Interventions to improve water quality and supply, sanitation and hygiene practices, and their effects on the nutritional status of children. *Cochrane Database Sys Rev* 8.

De Buck E, Van Remoortel H, Hannes K, Govender T, Naidoo S, Avau B et al. (2017). Promoting handwashing and sanitation behaviour change in low- and middle-income countries: a mixed-method systematic review. *3ie Systematic Review* 36. London: International Initiative for Impact Evaluation (3ie).

Ejemot-Nwadiaro RI, Ehiri JE, Arikpo D, Meremikwu MM, Critchley JA (2015). Hand washing promotion for preventing diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev*. 9:CD004265.

Freeman MC, Garn JV, Sclar GD, Boisson S, Medlicott K, Alexander KT et al. (2017). The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health*. 220:928-949.

Garn JV, Sclar GD, Freeman MC, Penakalapati G, Alexander KT, Brooks P et al. (2017). The impact of sanitation interventions on latrine coverage and latrine use: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health*. 220:329-340.

Grimes JE, Croll D, Harrison WE, Utzinger J, Freeman MC, Templeton MR (2014). The relationship between water, sanitation and schistosomiasis: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis*. 8: e3296.

Harden A, Brunton G, Fletcher A, Oakley A (2009). Teenage pregnancy and social disadvantage: systematic review integrating controlled trials and qualitative trials. *BMJ* 339: b4254.

Harden A, Thomas J (2005). Methodological issues in combining diverse study types in systematic reviews. *Int J Soc Res Methodol*. 8: 257-271.

Hulland K, Martin N, Dreibelbis R, DeBruicker Valliant J, Winch P (2015). What factors affect sustained adoption of safe water, hygiene and sanitation technologies? A systematic review of literature. London: EPPI-Centre, Social Science Research Unit, UCL Institute of Education, University College London (<http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Default.aspx?tabid=3475>, accessed 21 March 2018).

Majorin F, Torondel B, Chan G, Clasen TF (2018). Interventions to improve disposal of child faeces for preventing diarrhoea and soil-transmitted helminth infection. *Cochrane Review* (in press)

Movsisyan A, Melendez-Torres GJ, Montgomery P (2016a). Users identified challenges in applying GRADE to complex interventions and suggested an extension to GRADE. *J Clin Epidemiol*. 70: 191-199.

Movsisyan A, Melendez-Torres GJ, Montgomery P (2016b). Outcomes in systematic reviews of complex interventions never reached "high" GRADE ratings when compared with those of simple interventions. *J Clin Epidemiol*. 78: 22-33.

Overbo A, Williams A, Ojomo E, Joca L, Cardenas H, Kolsky P et al. (2016). The influence of programming and the enabling environment on sanitation adoption and sustained use: A systematic review. The Water Institute at UNC, Chapel Hill, NC, USA.

Pruss-Ustun A, Bartram J, Clasen T, Colford Jr. JM, Cummings O, Curtis V et al. (2014). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Trop Med Int Health*. 19: 894-905.

Rehfuess EA, Akl EA (2013). Current experience with applying the GRADE approach to public health interventions: an empirical study. *BMC Public Health*. 13:9. doi:10.1186/1471-2458-13-9.

Sclar GD, Garn JV, Penakalapati G, Alexander KT, Krauss J, Freeman MC et al. (2017). Effects of sanitation on cognitive development and school absence: A systematic review. *Int J Hyg Environ Health*. 220:917-927.

Sclar GD, Penakalapati G, Amato HK, Garn JV, Alexander K, Freeman MC et al. (2016). Assessing the impact of sanitation on indicators of faecal exposure along principal transmission pathways: A systematic review. *Int J Hyg Environ Health*. 219:709-723.

Sclar GD, Penakalapati G, Caruso B, Rehfuess EA, Garn JV, Alexander K et al. (2018). Exploring the Relationship Between Sanitation and Mental and Social Well-being: A Systematic Review and Qualitative Synthesis. *Social Science & Medicine*.

Speich B, Croll D, Fürst T, Utzinger J, Keiser J (2016). Effect of sanitation and water treatment on intestinal protozoa infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*. 16:87-99.

Stocks ME, Ogden S, Haddad D, Addiss DG, McGuire C, Freeman MC (2014). Effect of water, sanitation and hygiene on the prevention of trachoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Med* 11: e1001605.

Strunz EC, Addiss DG, Stocks ME, Ogden S, Utzinger J, Freeman MC (2014). Water, sanitation, hygiene, and soil-transmitted helminth infection: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Med*. 11: e1001620.

Venkataramanan V, Crocker J, Karon A, Bartram J (2018). Community-led total sanitation: a mixed methods systematic review of evidence and its quality. *Environ Health Perspect*. 126: 026001.

Walsh D, Downe S (2006). Appraising the quality of qualitative research. *Midwifery* 22: 108-119.

Williams AR, Overbo A (2015). Unsafe return of human excreta to the environment: A literature review. The Water Institute at UNC, Chapel Hill, NC, USA. (https://waterinstitute.unc.edu/files/2015/07/BMGF_UnsafeReturn_LitReview_UNC_16June15.pdf, accessed 21 March 2018).

Yates T, Lantagne D, Mintz E, Quick R (2015). The Impact of water, sanitation, and hygiene interventions on the health and well-being of people living with HIV: A systematic review. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 68 Suppl 3: S318-30.

CAPITULO 9

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

9.1 En busca de una agenda de investigación sobre el saneamiento

Aunque las recomendaciones incluidas en estas guías están respaldadas por la evidencia, se necesitan nuevas investigaciones y en especial, que aporten más información sobre las políticas y las prácticas de implementación eficaces. Las necesidades de investigación que surgieron de la revisión de la evidencia (capítulo 8) se detallan a continuación. La implementación del programa de investigación debe incluir la participación de todos los interesados directos. La investigación debe abordar diversas disciplinas (ciencias del comportamiento, economía, ingeniería, ciencias ambientales, epidemiología, gestión, medicina, microbiología y política pública, entre otras) y tener un carácter transversal.

Es importante que la investigación involucre de manera activa a las personas e instituciones locales, con el fin de dar mayor solidez a la percepción local sobre el diseño del estudio, fortalecer las capacidades, fomentar el compromiso local y utilizar los resultados en la formulación de políticas a escala local y nacional.

Gran parte de la investigación necesaria deberá realizarse en cooperación con los equipos de intervención en saneamiento, en el marco de la prestación programática de intervenciones. Los estudios de eficacia bien controlados aportan información valiosa y son útiles como estudios preliminares de eficacia, pero existe una mayor necesidad de evaluaciones rigurosas y a largo plazo de intervenciones ya realizadas tal como se desarrollan en el terreno y a escala. Al asociar estos estudios con evaluaciones económicas, se deben producir datos para elaborar informes de costoeficacia y de costos y beneficios, que permitan a las instancias normativas comparar los rendimientos de la inversión en múltiples sectores.

9.2 La agenda de la investigación

Las áreas que requieren investigación adicional según se muestra en las revisiones de la evidencia (capítulo 8) se resumen a continuación. La lista no es estática, puesto que las necesidades de investigación cambiarán en la medida en que se modifiquen las condiciones y surjan nuevos resultados.

9.2.1 Estrategias encaminadas a alentar los gobiernos a priorizar el saneamiento, promoverlo y darle seguimiento

Las recomendaciones incluidas en estas guías se centran en la tarea de los gobiernos de avanzar hacia la cobertura universal del saneamiento y su uso. Existe, no obstante, poca investigación sobre las políticas y las estrategias (incluida la colaboración con asociados de la sociedad civil y el sector privado) que los gobiernos deben adoptar e implementar a fin de poner en práctica estas recomendaciones de manera eficaz. La participación de analistas de política, politólogos, economistas, gerentes del sector público y otros profesionales será útil para definir las estrategias, contribuir a la formulación de políticas y evaluar los enfoques.

9.2.2 Crear un entorno propicio

Existe tan poca información en las publicaciones arbitradas sobre los efectos de los componentes favorables del entorno (instituciones, políticas, estrategias, planificación, reglamentación, refuerzo de la aplicación y capacidades) sobre la adopción del saneamiento y su uso sostenido, que una revisión reciente tuvo que recurrir principalmente a los informes de estudios de casos en la literatura gris (Overbo et al, 2016). Pocos estudios (arbitrados u otros) analizaban los efectos del entorno favorable sobre la adopción o la utilización de conexiones al alcantarillado, servicios de manejo de lodo fecal, tratamiento de aguas residuales, saneamiento escolar o saneamiento público. También se

encontró poca evidencia sobre el impacto de la legislación, los reglamentos y la disponibilidad de financiamiento de los programas. Es necesario comprender de qué manera los gobiernos, las ONG, los donantes y el sector privado pueden respaldar la puesta en práctica en gran escala de programas y estrategias eficaces de saneamiento, además de los factores que la impulsan o que constituyen obstáculos.

9.2.3 Mejorar la cobertura y asegurar el uso correcto, constante y sostenido

Actualmente existen pocos estudios que evalúen la efectividad de los programas para lograr una cobertura de saneamiento en toda una comunidad y mantener el uso de los inodoros después de haber terminado el programa. Esta investigación debe incluir un examen sobre la medida en que las instalaciones que se promueven satisfacen las necesidades de los usuarios y al mismo tiempo garantizan un sistema de saneamiento seguro.

La investigación ha revelado las dificultades que existen para lograr un uso óptimo de las instalaciones sanitarias (Garn et al., 2017). Hasta la fecha, sin embargo, son pocos los estudios rigurosos que demuestren estrategias eficaces de modificación de comportamientos y los incentivos económicos que se pueden introducir con el fin de promover el uso correcto, constante y sostenido de las instalaciones sanitarias. Es de especial importancia emprender investigaciones formativas y evaluar las intervenciones a mediano y largo plazo mediante una investigación operativa que aborde preguntas sobre los siguientes aspectos:

- la longevidad y la calidad de las instalaciones y los factores que las modifican, incluida la forma como estas características se relacionan con la desviación hacia la defecación al aire libre y otras prácticas deficientes;
- los comportamientos sobre el vaciado y el reemplazo de fosas que están llenas (sobre todo en entornos urbanos);
- las prácticas de tratamiento y disposición;
- las diferencias en las necesidades y el uso en función de factores como el sexo, edad, etnia, cultura, discapacidad, ingresos etc.;
- las preferencias de tecnologías de saneamiento (y su impacto sobre la cadena de servicios de saneamiento);
- el impacto de los reglamentos/ordenanzas municipales sobre el saneamiento en la inversión doméstica y los comportamientos;
- los productos y los materiales que favorecen los comportamientos y las prácticas más adecuados (diseño centrado en las personas);

- los cambios en las normas locales; y
- los factores que pueden inducir a las poblaciones a regresar a la práctica de defecación al aire libre.

9.2.4 Estimar los impactos en salud de las intervenciones de saneamiento

Aunque la evidencia de los efectos sobre la salud es suficiente para respaldar recomendaciones generales sobre mejoras al saneamiento, es aún limitada y su calidad suele ser deficiente. La mayor parte de la investigación realizada hasta ahora ha utilizado diseños de estudios de observación (a menudo transversales). Para mejorar la fuerza de la evidencia sobre los impactos en salud, son necesarios estudios a más largo plazo en múltiples entornos con diseños aleatorizados u otros diseños rigurosos que evalúen todas las vías de exposición. Un conjunto de datos científicos cada vez más importante indica que la disminución de enfermedades no se detectará, a menos que exista una cobertura alta de uso del saneamiento a nivel de la comunidad (>70%). La adopción del saneamiento por una comunidad puede aportar beneficios a sus miembros renuentes a adoptarlo, pero las investigaciones sobre esta “inmunidad colectiva” son muy recientes (Fuller et al., 2016). Nuevos estudios en esta área podrían contribuir a definir los umbrales necesarios para obtener estas externalidades y ayudar a instituir el saneamiento como un servicio que beneficia a toda la comunidad y por ende justifica la inversión pública. Por consiguiente, a niveles inferiores de cobertura, los estudios deben centrarse en los resultados de bienestar y equidad, además de los cambios de la carga fecal en el medio ambiente o la exposición como resultados intermedios asociados con la intervención. Los estudios de efectividad y las evaluaciones de los programas también pueden facilitar la evaluación del impacto de las intervenciones de saneamiento cuya escala de aplicación podría ampliarse (item 9.2.3). También es importante extraer enseñanzas de los ensayos que no lograron alcanzar los resultados previstos (por ejemplo, Boisson et al., 2014; Humphrey et al., 2015; Luby et al., 2018; Null et al., 2018; Sinharoy et al., 2017; Patil et al., 2014).

Se necesitan nuevas investigaciones con los siguientes fines:

- explorar el impacto del saneamiento sobre el desarrollo físico y cognoscitivo y sus efectos a más largo plazo sobre la productividad y el desarrollo económico;
- caracterizar de manera exhaustiva las necesidades de instalaciones sanitarias de la población destinataria y la calidad deseada (incluidas las necesidades relacionadas con el género) mediante la investigación operativa;

- examinar los posibles impactos del saneamiento sobre patógenos prioritarios (véase el cuadro 6.1);
- examinar el impacto del saneamiento en la salud y sobre el riesgo de padecer enfermedades concomitantes (como enfermedad gastrointestinal e infecciones respiratorias); incluida la investigación encaminada a desarrollar métodos poco costosos y fiables de evaluar la prevalencia de disfunción entérica ambiental; comparar los efectos de las diarreas y la disfunción entérica en la salud y la nutrición y la medida en que las estadísticas sobre la diarrea pueden servir como indicadores indirectos de la prevalencia y la gravedad de la disfunción entérica ambiental; y evaluar las exigencias proteínico-calóricas que causa esta enfermedad; y
- examinar el impacto del cambio climático sobre los resultados en materia de salud relacionados con el saneamiento, tanto en lo que respecta a la sostenibilidad y rendimiento general de los sistemas de saneamiento como en cuanto a los patógenos y vectores relacionados con el saneamiento.

9.2.5 Mejorar los métodos para evaluar la presencia de patógenos relacionados con el saneamiento en el medio ambiente, y la exposición a los mismos

Los métodos utilizados en el terreno y el laboratorio para evaluar la presencia de contaminantes ambientales o la exposición a los mismos están evolucionando, pero en el terreno los métodos todavía dependen con frecuencia de las bacterias indicadoras de contaminación fecal (como *E. coli*, *S. faecalis* y coliformes termorresistentes). Sin embargo, la evidencia indica que estos indicadores se pueden originar en el medio ambiente y, por lo tanto, tal vez no ofrecen una estimación adecuada de la exposición fecal. También es necesario adoptar en la investigación un uso más amplio de métodos moleculares de análisis microbiano, que en la actualidad están restringidos en gran medida a los laboratorios especializados y son muy exigentes en equipos y reactivos, dado que su utilización permite dirigir las pruebas a los patógenos en lugar de a las bacterias indicadoras.

La identificación de las vías de transmisión fecal con importancia local ofrece una información valiosa para priorizar las intervenciones. Existe además una necesidad urgente de enfoques que capten la exposición total de una persona a los patógenos fecales, en lugar de métodos que solo evalúan la presencia y la cantidad de patógenos en las diversas rutas de transmisión.

9.2.6 Evitar la descarga de patógenos fecales en el medio ambiente

Para comprender el peligro para la salud pública que resulta del retorno inseguro de las excretas humanas al medio ambiente y responder al mismo, es necesario determinar dónde existen “fugas” de excretas en la cadena de servicios de saneamiento. Actualmente existe poca información, por ejemplo, sobre la proporción de lodo fecal sin tratar que se elimina a las aguas superficiales (mediante una diversidad de prácticas), a las tierras de cultivo y en las comunidades. Las investigaciones futuras sobre el vaciado de las fosas y los comportamientos de manejo del lodo fecal deben señalar, específicamente, la ubicación de la descarga a fin de caracterizar mejor los riesgos de salud pública asociados. Asimismo, son escasas las publicaciones sobre el destino de los patógenos del efluente de los sistemas in situ, cuando se introducen al medio ambiente (por ejemplo, al suelo, las aguas subterráneas, los canales etc.) y sobre la magnitud de los riesgos de salud pública conexos. Se han realizado algunos esfuerzos para analizar la entrada de los patógenos al medio ambiente, la exposición y los riesgos que resultan para la salud (Mills 2018 et al.); sin embargo, faltan pruebas empíricas sólidas que permitan desarrollar un enfoque fuerte.

Las principales lagunas detectadas incluyen las características y el destino del lodo fecal recogido y el rendimiento de los procesos de tratamiento. Algunos estudios han reportado volúmenes de lodo fecal recogido, tratado y eliminado de manera adecuada en ciertas ciudades, pero en muchas regiones no existen cálculos ni estudios. Si a través de la disposición se obtienen estimados más confiables de lo colectado serían más claras las deficiencias y las oportunidades regionales en la cadena de servicios de saneamiento. Asimismo, existen estimaciones mundiales sobre las aguas residuales tratadas, pero se desconoce la eficacia del tratamiento y en algunos casos el nivel del mismo. Los resultados de los estudios revisados ponen de manifiesto que incluso con procesos de tratamiento avanzados, alguna parte del efluente de aguas residuales todavía contiene concentraciones altas de patógenos. La evidencia sobre el destino de diferentes patógenos en los sistemas de tratamiento (por ejemplo, los helmintos) es deficiente (Williams & Overbo, 2015). A medida que surjan los efectos del cambio climático, se necesitarán investigaciones operativas que permitan comprender su impacto sobre la eficacia de los sistemas de saneamiento para prevenir de manera constante la descarga de patógenos en el medio ambiente.

9.2.7 Explorar otros diseños y tipos de servicios

El aumento de la densidad de población y del estrés ambiental (incluida la escasez de agua) puede requerir alternativas diferentes a los inodoros domésticos individuales y los sistemas de saneamiento a base de agua. Algunos estudios han planteado inquietudes sobre los resultados adversos en salud asociados con el saneamiento compartido (Heijnen et al., 2014; Baker et al., 2016), pero esto tal vez se deba a factores que pueden mejorarse programáticamente como el acceso deficiente, el mantenimiento y el manejo de desechos (Heijnen et al. 2014 y 2015). Las soluciones en pequeña escala e innovadoras en la interfase del usuario y en toda la cadena de servicios han reducido o eliminado la necesidad de agua para el arrastre de los inodoros y el transporte de desechos.

Para garantizar un tratamiento adecuado de los desechos o su contención se necesitan principalmente soluciones innovadoras, impulsadas por la evidencia como resultado de la investigación operativa, para el vaciado de las instalaciones sanitarias in situ en entornos de alta densidad poblacional y bajos ingresos, así como para servicios seguros y sostenibles de transporte del lodo. También se requieren soluciones que mejoren la contención y eviten la exposición a efluentes de los sistemas in situ que se descargan a los canales. Otra necesidad consiste en mejores marcos para la toma de decisiones, que contribuyan a definir inversiones apropiadas en el lugar de uso, soluciones descentralizadas y centralizadas y que ofrezcan un equilibrio entre los objetivos económicos, de salud pública y del medio ambiente.

Se debe investigar la capacidad del sector privado, ya sea por separado o en conjunto con los gobiernos y la sociedad civil, para contribuir al desarrollo de soluciones de saneamiento y ampliar su escala de aplicación, sobre todo en los entornos abandonados o desatendidos. Se necesitan nuevas investigaciones encaminadas a crear, evaluar y producir instalaciones sanitarias aceptables, asequibles y sostenibles desde el punto de vista ambiental y servicios de manejo de residuos que aborden estos y otros retos.

9.2.8 Garantizar que las intervenciones de saneamiento propuestas sean apropiadas culturalmente, respeten los derechos humanos y tengan en cuenta la dignidad humana

El saneamiento plantea importantes retos culturales, religiosos, sociales y políticos. Sin embargo,

comparativamente es poca la investigación realizada sobre hasta qué grado las iniciativas de saneamiento (tanto las instalaciones como los métodos de promoción) son consistentes con los valores, las tradiciones y las normas de las poblaciones destinatarias, de manera que faciliten el uso de los sistemas de saneamiento seguro y también protejan la salud y el bienestar de todas las personas. Las preferencias y las prácticas de los usuarios se describen ocasionalmente en las publicaciones, pero es importante desarrollar investigación operativa y evaluar en qué medida las intervenciones responden a las necesidades culturales específicas.

El saneamiento se ha reconocido como uno de los derechos humanos y se promueve como un medio de fomentar la dignidad personal, pero es escasa la investigación encaminada a formular orientación sobre la mejor manera en que el saneamiento puede satisfacer todos los criterios de derechos humanos para servicios de saneamiento para todos los usuarios y todas las comunidades, en cuanto a disponibilidad, accesibilidad, calidad, asequibilidad y aceptabilidad. Por ejemplo, existen lagunas de investigación en torno a la aceptabilidad (como las preferencias en tecnologías de saneamiento de diferentes grupos y su impacto sobre la cadena de servicios de saneamiento) y también a la asequibilidad (como opciones y alternativas de financiamiento del consumidor y mejores modalidades y métodos de orientación que habiliten los hogares y familias pobres a acceder a mejores servicios).

Puesto que estos criterios afectan la adopción, el uso constante, la funcionalidad y la sostenibilidad de los sistemas de saneamiento, es necesario abordarlos como una parte fundamental de las evaluaciones de los programas y los estudios de saneamiento.

9.2.9 Mitigar las exposiciones laborales

Los trabajadores del saneamiento corren el riesgo de exposición a determinados peligros de salud ocupacional, dado que sus tareas pueden requerir trabajo pesado (Charles, Loomis & Demissie, 2009; Tiwari, 2008), exposición a gases tóxicos y agentes de limpieza (Knight & Presnell, 2005; Lin et al., 2013, Tiwari, 2008) y manipulación de residuos sólidos eliminados simultáneamente en los inodoros, además de la exposición al lodo fecal y las aguas residuales. La falta de equipos de protección personal, las prácticas peligrosas y la exposición frecuente al lodo fecal y las aguas residuales producen una diversidad de efectos nocivos para la salud (por ejemplo, infecciones

gastrointestinales y de otro tipo, trastornos respiratorios, osteomusculares, dermatológicos y lesiones físicas) (Glas, Hotz & Steffen, 2001; Jegglie et al., 2004; Thorn & Kerekes, 2001; Tiwari, 2008). Se necesita investigación sobre métodos eficaces que mitiguen los riesgos detectados, sobre todo en los países de ingresos bajos y medianos.

9.2.10 Reducir los efectos ecológicos adversos

Si bien el tema central de estas guías es la salud humana, las prácticas de saneamiento indiscriminadas que tienen un efecto adverso en el medio ambiente pueden resultar en peligros para la salud a corto y a largo plazo. El agua, por ejemplo, puede contaminarse con compuestos del saneamiento in situ por tres vías principales: el lixiviado de los pozos, el rebose de letrinas de pozo y la evacuación indiscriminada de desechos sin tratar o mal tratados. Gran parte de la bibliografía sobre saneamiento se centra en los contaminantes microbianos, pero esta contaminación también se asocia con contaminantes químicos como nitratos, cloruro, fosfato y amoníaco (Graham 2013). La presencia de estos productos químicos en las aguas superficiales puede dar lugar a la proliferación de algas nocivas que provocan acumulación de toxinas en la cadena alimentaria (por ejemplo, pescados y mariscos), disminución de los niveles de oxígeno y posible muerte de peces. Se necesita investigación que evalúe el impacto de estas prácticas en la salud humana y contribuya a elaborar estrategias de mitigación costoeficaces en los países de ingresos bajos y medianos.

9.2.11 Comprender los nexos entre el saneamiento y los animales y su impacto en la salud humana

La investigación y los programas de saneamiento abordan de manera inconstante los nexos entre los animales y los impactos sobre la salud relacionados con el saneamiento. Entre los factores que operan en estos vínculos se encuentran los animales domésticos que actúan como vectores mecánicos y transportan los patógenos fecales humanos (Mandell et al., 2009), el consumo animal de heces humanas como parte del ciclo vital de los patógenos (generalmente un parásito) (OMS, UD; Webber, 2005), las heces animales que albergan patógenos que infectan a los seres humanos (Penakalapati) y las heces animales que contribuyen a la reproducción de moscas, que actúan como vectores mecánicos de patógenos humanos (fecal y otros, como en el caso del tracoma) (Fotedar, 2001; Khin et al., 1989; Stocks et al., 2014; Szostakowska et al., 2004). Estas interacciones múltiples son complejas y difíciles de evaluar

y podrían constituir un factor importante, no obstante poco comprendido, en los experimentos de saneamiento que no lograron alcanzar los resultados previstos en materia de salud.

Las heces animales no se abordan específicamente en esta Guía, pero podrían tener un efecto nocivo sobre la salud humana. Una revisión sistemática (Penakalapati et al., 2017) que examinó el impacto en la salud humana por la exposición a heces animales mal manejadas, transmitidas por rutas relacionadas con el agua, el saneamiento y la higiene, puso de manifiesto que pocos estudios han evaluado las medidas de control como la disminución de la cohabitación con animales, la provisión de palas para heces animales, la restricción del movimiento de los animales, la creación de espacios seguros para los niños, el mejoramiento de la atención veterinaria y la promoción de la higiene. Las posibles áreas de investigación futura incluyen: los comportamientos relacionados con los puntos de contacto con las heces animales; la contaminación de los alimentos con excrementos animales; los comportamientos culturales del manejo de los excrementos animales; la importancia del manejo de heces animales para el control de las moscas y de otras poblaciones de insectos vectores; los riesgos agudos y crónicos para la salud asociados con la exposición a los excrementos animales; y los factores que influyen en las concentraciones y las tasas de excreción de patógenos originados en los excrementos animales. Además, es necesario estudiar el equilibrio entre los aspectos económicos de las prácticas de cría de ganado, la nutrición, la seguridad alimentaria y los objetivos de control de enfermedades mediante la investigación formativa y operativa, dado que estos aspectos alteran la posible eficacia de las intervenciones de saneamiento y de control de enfermedades.

9.2.12 Investigar las problemáticas en torno al saneamiento y el género

Las problemáticas especiales en torno al género y el saneamiento, a menudo dependen de la ubicación y el contexto, y los medios para resolverlas justifican nuevas investigaciones. Con frecuencia las mujeres y las niñas afrontan dificultades específicas en el acceso y uso de las instalaciones sanitarias adecuadas. Estas incluyen ansiedad por su seguridad personal, cuestiones de privacidad y de confianza en las instalaciones sanitarias para el manejo de la higiene menstrual. Por otro lado, en algunos entornos (donde es frecuente la defecación al aire libre) la investigación ha revelado que el uso de inodoros es

inferior en los hombres y los niños que en las mujeres y las niñas (Sinharoy et al., 2017; Coffey et al., 2014) debido a aspectos tales como los entornos de trabajo o las prácticas culturales. Cada vez se reconoce mejor en los programas y las publicaciones sobre saneamiento la necesidad de garantizar la ausencia de exclusión por razones de género en el acceso y el uso de los inodoros y de adaptar de manera explícita las identidades de género binarias y no binarias

(Benjamin y Hueso, 2017; Boyce et al, 2018); sin embargo, se necesita investigación social y operativa participativa e inclusiva para orientar las leyes y las normas que respalden el acceso universal para todos los géneros, sobre todo con respecto a los inodoros en instituciones, lugares de trabajo y lugares públicos y en los países de ingresos bajos y medianos.

Referencias

- Baker KK, O'Reilly CE, Levine MM, Kotloff KL, Nataro JP, Ayers TL et al. (2016). Sanitation and Hygiene-Specific Risk Factors for Moderate-to-Severe Diarrhea in Young Children in the Global Enteric Multicenter Study, 2007-2011: Case-Control Study. *PLoS Med.* 13(5): e1002010.
- Benjamin C, Hueso A (2017). LGBTI and sanitation: what we know and what the gaps are. 40th WEDC International Conference, Loughborough, UK, 2017. Local action with international cooperation to improve and sustain water, sanitation and hygiene services. Paper ID 2649.
- Boisson S, Sosai P, Ray S, Routray P, Torondel B, Schmidt W-P (2014). Promoting latrine construction and use in rural villages practicing open defecation: process evaluation in connection with a randomised controlled trial in Orissa, India. *BMC Res Notes.* 7: 486.
- Boyce P, Brown S, Cavill S, Chaukekar S, Chisenga B, Dash M, Dasgupta RK, De La Brosse N, Dhall P, Fisher J, Gutierrez-Patterson M, Hemabati O, Hueso A, Khan S, Khurai S, Patkar A, Nath P, Snel M and Thapa K (2018). Transgender-inclusive sanitation: insights from South Asia. *Waterlines* 37:2.
- Charles LE, Loomis D, Demissie Z (2009). Occupational hazards experienced by cleaning workers and janitors: A review of the epidemiologic literature. *Work.* 34(1): 105-116.
- Coffey D, Gupta A, Hathi P, Khurana N, Spears D, Srivastav N et al. (2014). Revealed preference for open defecation. *Econ Polit Wkly.* 49: 43-55.
- Fotedar R (2001) Vector potential of houseflies (*Musca domestica*) in the transmission of *Vibrio cholerae* in India. *Acta Trop.* 78(1): 31-34.
- Fuller JA, Eisenberg JN. (2016). Herd protection from drinking water, sanitation and hygiene interventions. *Am J Trop Med Hyg.* 95(5): 1201-1210.
- Garn JV, Sclar GD, Freeman MC, Penakalapati G, Alexander KT, Brooks P et al. (2017). The impact of sanitation interventions on latrine coverage and latrine use: A systematic review and meta-analysis. *Int J Hyg Environ Health* 220: 329-340.
- Glas C, Hotz P, Steffen R. (2001). Hepatitis A in workers exposed to sewage: a systematic review. *J Occup Environ Med.* 58: 762-768.
- Graham JP, Polizzotto ML (2013). Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review. *Environ Health Perspect.* 121(5): 521-530.
- Heijnen M, Cumming O, Peletz R, Chan GK, Brown J, Baker K, Clasen T (2014). Shared Sanitation versus Individual Household Latrines: A Systematic Review of Health Outcomes. *PLoS One.* 17;9(4): e93300.
- Heijnen M, Routray P, Torondel B, Clasen T. (2015). Neighbour-shared versus communal latrines in urban slums: a cross-sectional study in Orissa, India exploring household demographics, accessibility, privacy, use and cleanliness. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 109(11): 690-699.
- Humphrey JH, Jones AD, Manges A, Mangwada G, Maluccio JA, Mbuya MN et al. (2015). The Sanitation Hygiene Infant Nutrition Efficacy (SHINE) Trial: Rationale, Design and Methods. *Clin Infect Dis* 61 Suppl 7: S685-702.
- Jeggli S, Steiner D, Joller H, Tschopp A, Steffen R, Hotz P (2004). Hepatitis E, *Helicobacter pylori*, and gastrointestinal symptoms in workers exposed to waste water. *J Occup Environ Med.* 61: 622-627.
- Khin NO, Sebastian AA, Aye T (1989). Carriage of enteric bacterial pathogens by house flies in Yangon, Myanmar. *J Diarrhoeal Dis Res* 7(3-4): 81-84.
- Knight LD, Presnell SE (2005). Death by sewer gas: Case report of a double fatality and review of the literature. *Am J Forensic Med Pathol.* 26(2): 181-185.
- Lin J, Aoll J, Niclass Y, Velasco MI, Wünsche L, Pika J, Starckenmann C (2013). Qualitative and quantitative analysis of volatile constituents from latrines. *Environmental Science & Technology* 47: 7876-7882.
- Luby SP, Rahman M, Arnold BF, Unicomb L, Ashraf S, Winch PJ et al. (2018) Effects of water quality, sanitation, handwashing, and nutritional interventions on diarrhoea and child growth in rural Bangladesh: a cluster randomised controlled trial. *Lancet Glob Health.* 6(3): e302-e315.
- Mandell GL, Bennett JE, Dolin R (2010). Principles and Practice of Infectious Disease. Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia, USA.
- Null C, Stewart CP, Pickering AJ, Dentz HN, Arnold BF, Arnold CD et al. (2018). Effects of water quality, sanitation, handwashing, and nutritional interventions on diarrhoea and child growth in rural Kenya: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet Glob Health.* 6(3): e316-e329.
- Overbo A, Williams A, Ojomo E, Joca L, Cardenas H, Kolsky P et al. (2016). The influence of programming and the enabling environment on sanitation adoption and sustained use: A systematic review. The Water Institute at UNC, Chapel Hill, NC, USA. (In press)
- Penakalapati G, Swarthout J, Delahoy MJ, McAliley L, Wodnik B, Levy K et al. (2017) Exposure to animal feces and human health: a systematic review and proposed research priorities. *Environ Sci Technol.* 51(20): 11537-11552.
- Patil SR, Arnold BF, Salvatore AL, Briceno B, Ganguly S, Colford JM Jr et al. (2014). The effect of India's total sanitation campaign on defecation behaviors and child health in rural Madhya Pradesh: a cluster randomized controlled trial. *PLoS Med.* 11(8): e1001709.
- Sinharoy SS, Schmidt WP, Wendt R, Mfura L, Crossett E, Grépin KA et al. (2017). Effect of community health clubs on child diarrhoea in western Rwanda: cluster-randomised controlled trial. *Lancet Glob Health.* 5(7): e699-e709.

Stocks ME, Ogden S, Haddad D, Addiss DG, McGuire C, et al. (2014) Effect of Water, Sanitation, and Hygiene on the Prevention of Trachoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS Med.* 11(2): e1001605.

Szostakowska B, Kruminis-Lozowska W, Racewicz M, Knight R, Tamang L, Myjak P et al. (2004). *Cryptosporidium parvum* and *Giardia lamblia* recovered from flies on a cattle farm and in a landfill. *Appl Environ Microbiol.* 70(6): 3742-4.

Thorn J, Kerekes E (2001). Health effects among employees in sewage treatment plants: A literature survey. *Am J Ind Med.* 40: 170-179.

Tiwari R (2008). Occupational health hazards in sewage and sanitary workers. *Indian J Occup Environ Med.* 12(3): 112-115.

Webber R (2005). *Communicable Disease Epidemiology and Control*, Cambridge, MA, USA, CABI Publishing.

Williams AR, Overbo A (2015). Unsafe return of human excreta to the environment: A literature review. The Water Institute at UNC, Chapel Hill, NC, USA.

World Health Organization (undated). Taeniasis. <http://www.who.int/taeniasis/disease/en/> (accessed 31 May 2018)

Anexo 1

HOJAS DE INFORMACIÓN SOBRE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

Sistemas de saneamiento in situ

Hoja informativa 1: Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico y evacuación in situ

Hoja informativa 2: Inodoro seco o inodoro seco con separador de orina con tratamiento in situ en fosa alterna o cámara de compostaje

Hoja informativa 3: Inodoro de arrastre hidráulico con tratamiento in situ en pozo doble

Hoja informativa 4: Inodoro seco con separador de orina y tratamiento in situ en cámara de deshidratación

Sistemas con manejo del lodo fecal in situ y tratamiento fuera del lugar de uso

Hoja informativa 5: Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico con pozo, infiltración del efluente y tratamiento del lodo fecal fuera del lugar de uso

Hoja informativa 6: Inodoro con arrastre de agua (o inodoro de tanque con separador de orina) con reactor de biogás y tratamiento fuera del lugar de uso

Hoja informativa 7: Inodoro con arrastre de agua con tanque séptico e infiltración del efluente y tratamiento del lodo fecal fuera del lugar de uso

Hoja informativa 8: Inodoro seco con separador de orina y saneamiento a base de contenedores con tratamiento fuera del lugar de uso de todo el contenido

Sistemas in situ con manejo del lodo fecal, alcantarillado y lejos del lugar de uso

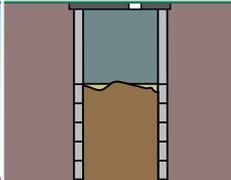
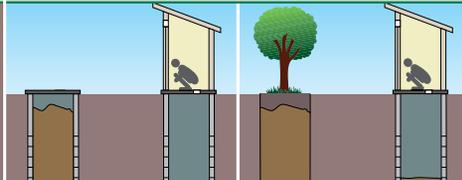
Hoja informativa 9: inodoro con arrastre de agua con tanque séptico, alcantarillado y tratamiento del lodo fecal y el efluente fuera del lugar de uso

Sistemas fuera del lugar de uso con alcantarillado y tratamiento fuera del lugar de uso

Hoja informativa 10: Inodoro con arrastre de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso

Hoja informativa 11: Inodoro de tanque con separador de orina, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso

Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico y evacuación in situ

Inodoro	Contención	Disposición o uso final
Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico	Pozo único o pozo único mejorado ventilado	Evacuación in situ o Rellenar y cubrir y Arborloo o sanihuerta
		

Resumen

Este sistema se basa en una tecnología de pozo único para recoger y almacenar las excretas. El sistema se puede usar con agua de arrastre o sin ella, según el inodoro. Los afluentes al sistema pueden incluir orina, heces, agua de limpieza, agua de arrastre y materiales de limpieza en seco. El uso de agua de arrastre, agua de limpieza y productos de limpieza dependerá de la disponibilidad de agua y las costumbres locales. El inodoro para este sistema puede ser un inodoro seco o un inodoro de arrastre hidráulico. Además podría usarse un orinal. El inodoro está directamente conectado con el pozo y este con el suelo circundante.

Cuando el pozo está lleno, se puede rellenar con tierra y sembrar un árbol frutal u ornamental. El lodo actúa como acondicionador para el suelo y el aumento de la materia orgánica da lugar a una mejor capacidad de retención de agua y aporta los nutrientes adicionales, que se reducen lentamente con el transcurso del tiempo. Se debe excavar un nuevo pozo y, en general, esto solo es posible cuando la superestructura existente es móvil.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema solo debe escogerse cuando se cuenta con espacio suficiente para excavar continuamente pozos nuevos. En los asentamientos urbanos densos, no hay espacio suficiente para hacerlo.

Por consiguiente, este sistema es más conveniente en zonas rurales y periurbanas donde el suelo es apropiado para excavar los pozos y absorber el lixiviado; no es apropiado en terrenos donde el suelo es compacto y rocoso, en lugares donde el nivel de las aguas subterráneas es alto o donde el suelo está saturado. Tampoco es apropiado

en zonas propensas a lluvias intensas o inundaciones, que pueden dar lugar a desbordes del pozo en las casas de los usuarios o en la comunidad local.^{2,3}

Cuando no es posible excavar un pozo profundo o el nivel de las aguas subterráneas es demasiado alto, una opción viable es un pozo elevado de poca profundidad: la profundidad de este pozo se puede extender construyendo el pozo hacia arriba con el uso de anillos o bloques de hormigón. Un pozo elevado también se puede construir en una zona que se inunda con frecuencia, a fin de impedir que el agua fluya hacia el pozo durante las lluvias intensas.⁴

Costo: Este sistema ofrece una de las construcciones más económicas, en cuanto al costo de inversión y de mantenimiento, sobre todo cuando la superestructura es móvil y puede reutilizarse.^{2,3}

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable para facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al pozo.^{2,3}

Contención: En promedio, los sólidos se acumulan a una tasa de 40 l a 60 l por persona, por año y hasta 90 l por persona, por año cuando se utilizan materiales de limpieza en seco como hojas o papel. En muchas situaciones de emergencia, los inodoros con pozos infiltrantes se someten a un uso intenso y, en consecuencia, las excretas y los materiales de limpieza anal se agregan mucho más rápido que la tasa de descomposición; las tasas de acumulación "normal" aumenta entonces un 50%.⁴

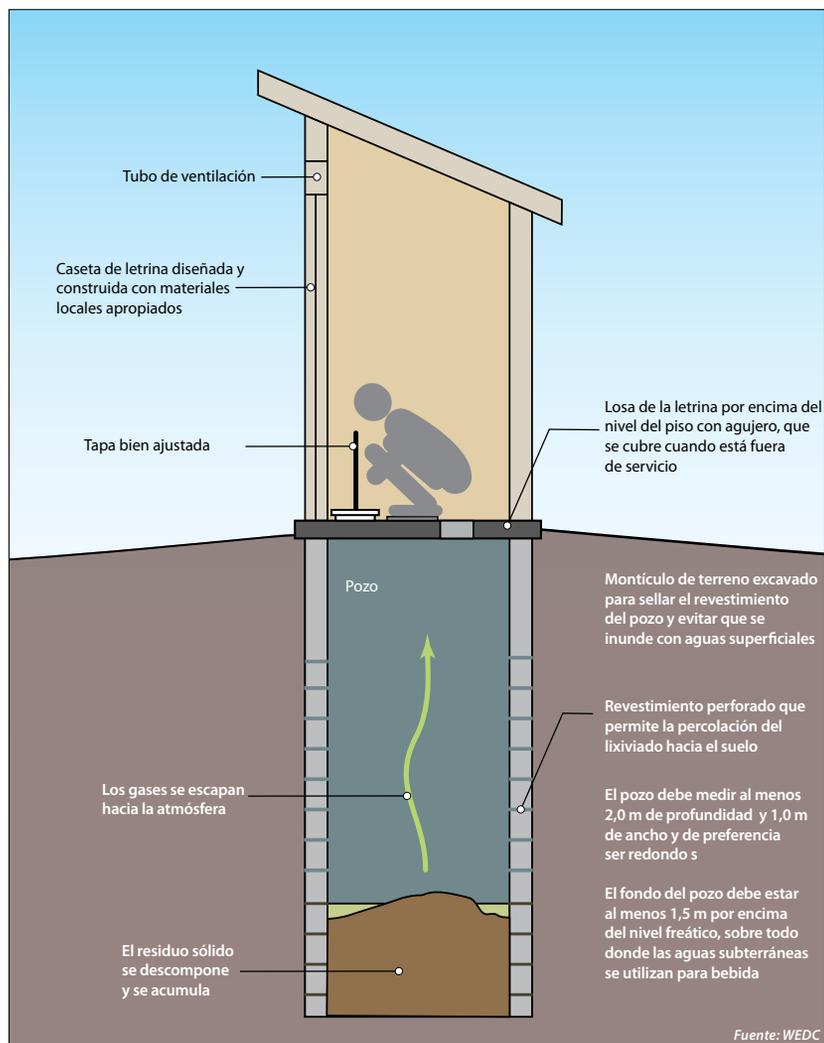


Figure 1. Letrina de pozo único

El volumen del pozo se debe diseñar para contener por lo menos 1000 l. Normalmente, el pozo debe medir como mínimo 3 m de profundidad y 1 m de diámetro. Cuando el diámetro del pozo excede 1,5 m existe mayor riesgo de que se colapse. Según la profundidad, algunos pozos pueden durar 20 años o más sin necesitar vaciado, pero un pozo poco profundo se puede llenar en 6 a 12 meses. Por regla general, un pozo de 3 m de profundidad y 1,5 m² de ancho durará hasta cerca de 15 años a una familia de seis personas³.

Se debe tener en cuenta el nivel freático y el uso de las aguas subterráneas con el fin de evitar la contaminación del agua de bebida. Cuando las aguas subterráneas no

se usan para bebida o es posible utilizar otras fuentes costoeficaces, se deben explorar estas opciones antes de dar por sentado que la contaminación de las aguas subterráneas por las letrinas de pozo es un problema. Cuando las aguas subterráneas se usan para bebida y con el fin de evitar su contaminación, es necesario que el fondo del pozo se encuentre como mínimo 1,5 m por encima del nivel freático.³ Además, el pozo se debe instalar en zonas ubicadas en pendiente descendente de las fuentes de agua potable a una distancia horizontal mínima de 15 m².

Las excretas, el agua de limpieza, el agua de arrastre y los materiales de limpieza en seco deben ser los únicos

afluentes a este sistema; con frecuencia hay afluentes diferentes como los productos de higiene menstrual y otros residuos sólidos que pueden aumentar de manera considerable el contenido del pozo. Dado que en este caso el pozo se llenará más rápido y su vaciado será más difícil, es necesario suministrar un recipiente apropiado para la eliminación de estos desechos en el cubículo del inodoro. (Una cantidad moderada de aguas grises en el pozo contribuirá a la descomposición, pero en cantidades excesivas puede causar un llenado rápido del pozo y exceso de lixiviado).

Disposición o Uso final: Cuando el usuario planea sembrar un árbol en el pozo cubierto, es necesario tener en cuenta el espacio y las condiciones del lugar para cuando el árbol haya crecido plenamente. El árbol no debe sembrarse sobre las excretas crudas, sino en un relleno de tierra que cubra el contenido del pozo.²

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: En general, el usuario se encarga de la construcción del inodoro y el pozo, aunque puede pagar a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza y las reparaciones del inodoro, incluida la losa, el asiento o plataforma para acucillarse, el agujero, la cubierta o la tapa y la superestructura.²

A fin de menguar los olores y evitar la reproducción de insectos, se agrega al pozo una taza de tierra, ceniza o aserrín después de cada defecación y agregar periódicamente hojas mejorará la porosidad.²

Disposición o Uso final: Dado que no se necesita vaciado ni transporte, una vez que el pozo está lleno, el usuario es responsable de excavar un nuevo pozo y transferir el inodoro y la superestructura; luego se rellena y se cubre el pozo antiguo, y si procede, se siembra un árbol.²

Un pozo sellado exige poco mantenimiento diferente al del cuidado del árbol. Los árboles sembrados en pozos abandonados requieren riego regular y la construcción de una cerca pequeña de palos alrededor del retoño para protegerlo de los animales.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa a los usuarios de las excretas y el pozo aísla en su interior las excretas y los patógenos del contacto humano.

Durante las lluvias, el inodoro y el pozo contienen las excretas frescas e impiden que sean arrastradas hacia los cuerpos de agua superficial.^{2,3}

Disposición o Uso final: Los usuarios no entran en contacto con la materia fecal y por ende existe un riesgo muy bajo de transmisión de patógenos. El mecanismo principal para reducir los patógenos es un período de almacenamiento prolongado en el pozo. Las condiciones en el pozo no son favorables a la supervivencia de los patógenos, así que con el transcurso del tiempo, en general alrededor de uno a dos años, los patógenos se extinguen y las excretas se hacen más seguras. El período necesario se reduce cuando se agrega cal u otro material alcalino que aumente el pH, incremente la temperatura o disminuya la humedad. Los huevos de áscaris (lombriz intestinal) son el agente patógeno más persistente.⁶

Todo el lixiviado se infiltra sin peligro en el suelo circundante y los patógenos que contenía el líquido son filtrados adsorbidos a las partículas o se extinguen durante su desplazamiento lento en la tierra.^{2,3}

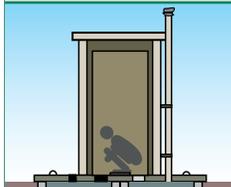
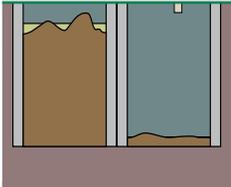
Referencias

El contenido de esta Hoja Informativa se ha basado en Tilley, et al.1 a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, et Zurbrügg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée.* Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and projectstaff.* Geneva, Switzerland.
3. Reed R A, Scott R E, and Shaw R J (2014). *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines.* WEDC, Loughborough University, UK.
4. Harvey P (2007). *Excreta Disposal in Emergencies: A Field Manual,* WEDC, Loughborough University, UK.
5. Graham J, and Polizzotto M (2013). *Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review.* Environmental Health Perspectives.
6. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems.* Stockholm Environment Institute (SEI).

Hoja informativa 2

Inodoro seco o inodoro seco con separador de orina con tratamiento in situ en fosa alterna o cámara de compostaje

Inodoro	Contención	Transferencia	Disposición o Uso final
Inodoro seco o inodoro seco con separador de orina	Fosa alterna, pozo doble mejorado ventilado o cámara de compostaje	Vaciado y transporte manual	Humus de pozo o compost usados como acondicionador para el suelo
			

Resumen

Este sistema está diseñado para producir un material sólido y terroso, mediante el uso de pozos alternantes o una cámara de compostaje. Los afluentes al sistema pueden incluir orina, heces, materia orgánica, agua de limpieza y materiales de limpieza en seco. No se utiliza agua de arrastre.

Un inodoro seco es la interfase del usuario recomendada para este sistema, aunque también podría emplearse un inodoro seco con separador de orina o un orinal, cuando se da gran valor a la orina para su aplicación. Un inodoro seco no necesita agua para funcionar y de hecho, no se debe agregar agua a este sistema; el agua de limpieza anal se debe reducir al mínimo o excluirla, si es posible.

El inodoro seco está conectado directamente a un pozo doble mejorado ventilado, una fosa alterna o una cámara de compostaje para contención. Dos contenedores alternantes, como es el caso en un pozo doble mejorado ventilado o una fosa alterna, ofrecen al material una oportunidad para drenar, descomponerse y transformarse en humus de pozo (en ocasiones denominado ecohumus), que es un material húmico rico en nutrientes, higiénicamente mejorado, que se puede excavar sin peligro.

Cuando el primer pozo está lleno, se cubre y queda temporalmente fuera de servicio. Mientras el segundo pozo se llena con excretas (y tal vez con materia orgánica), el contenido del primer pozo se deja descansar y descomponerse como mínimo dos años antes de usarlo. Solo cuando ambos pozos están llenos se vacía el primero y se pone en servicio de nuevo. Este ciclo se puede repetir indefinidamente.

Un recipiente de compostaje también puede tener cámaras alternantes y, si se opera en forma adecuada, produce compost seguro y utilizable. Por esta razón se incluye en esta hoja de información.

Este sistema difiere del sistema que se presenta en la hoja informativa ⁵, con respecto al producto de tratamiento que se genera en la etapa de contención. En el otro sistema, el lodo requiere tratamiento complementario antes de usarse, pero el humus de pozo y el compost producidos en esta tecnología de contención está listo para su disposición o uso final.

Aplicabilidad

Conveniencia: Dado que el sistema es permanente y puede utilizarse de manera indefinida (al contrario de los pozos únicos de la hoja informativa 1, que se cubren y se rellenan), el sistema es adecuado donde el espacio es limitado.

Además, puesto que la extracción del producto de tratamiento debe ser manual, este sistema sirve en zonas densas donde no pueden acceder los camiones para el vaciado mecánico. Este sistema es especialmente apropiado para las zonas donde el agua es escasa y donde existe la posibilidad de aplicar el compost o el producto húmico como acondicionador para el suelo.

Costo: Para el usuario, este sistema es uno de los más económicos en cuanto al costo de inversión. Los únicos costos de mantenimiento serán los costos de limpieza

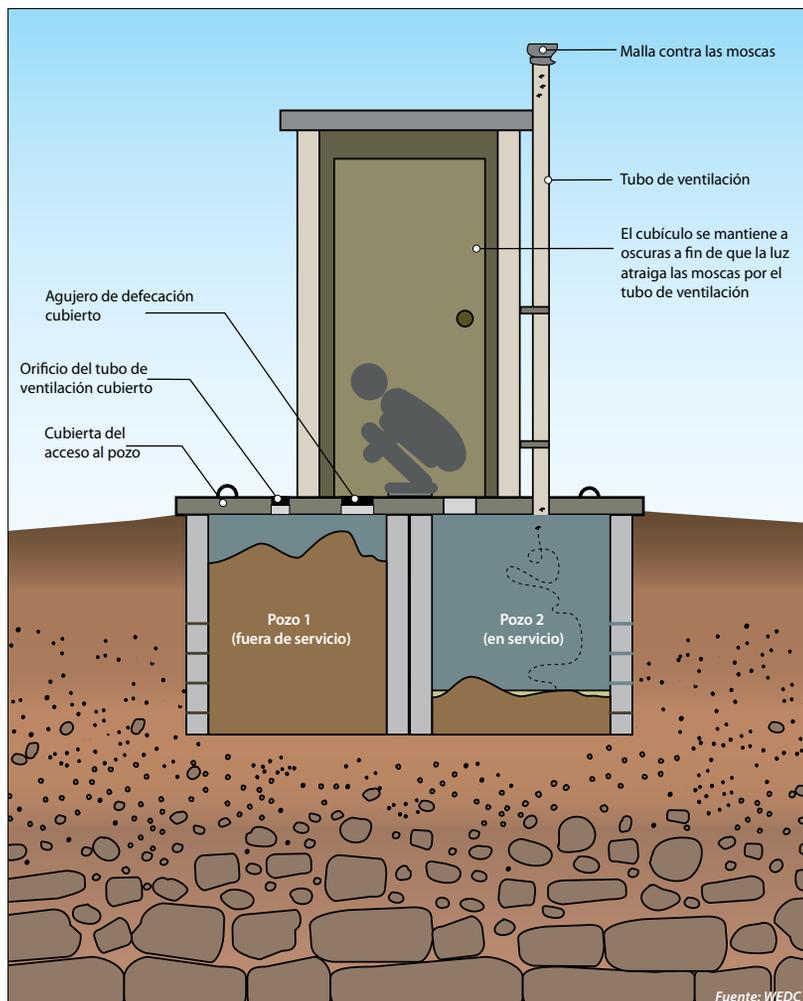


Figure 1. Letrina de pozo doble (fosa alterna)

del inodoro, mantenimiento de la superestructura y organización del vaciado periódico de los contenedores;^{2,3} el sistema genera un producto final que el usuario puede usar o vender.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable para facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al contenedor.^{2,3}

Contención: Para las tecnologías con pozos, se debe tener en cuenta el nivel freático y el uso de las aguas subterráneas con el fin de evitar la contaminación del agua de bebida. Cuando las aguas subterráneas no se usan para bebida o es posible utilizar otras fuentes

costoeficaces, se deben explorar estas opciones antes de dar por sentado que la contaminación de las aguas subterráneas por las letrinas de pozo es un problema. Cuando las aguas subterráneas se usan para bebida y con el fin de evitar su contaminación, es necesario que el fondo del pozo se encuentre como mínimo 1,5 m por encima del nivel freático.³ Además, el pozo se debe instalar en zonas ubicadas en pendiente descendente de las fuentes de agua potable a una distancia horizontal mínima de 15 m⁴.

Las excretas, el agua de limpieza y los materiales de limpieza en seco, usualmente se colectan en el pozo o la cámara, sobre todo cuando son ricos en carbono (por ejemplo, papel higiénico, papel periódico, mazorcas de maíz, etc.), puesto que pueden contribuir a la descomposición y al flujo del aire; con frecuencia hay afluentes diferentes como los productos de higiene menstrual y

otros residuos sólidos, que pueden aumentar de manera considerable el contenido del pozo. Cuando hacen que el pozo se llene más rápido y su vaciado sea más difícil, es necesario suministrar un recipiente apropiado para la eliminación de estos desechos en el cubículo del inodoro.

Las aguas grises se deben coleccionar y tratar por separado. La humedad excesiva en el contenedor llenará los vacíos de aire y privará a los microbios de oxígeno, lo cual puede afectar el proceso de descomposición.

Disposición o Uso final: Dado que las excretas del pozo en reposo se drenan y descomponen como mínimo durante dos años, el humus o el compost resultantes se deben retirar manualmente con palas (el material es demasiado seco para el vaciado mecánico) y se pueden usar en agricultura como acondicionador para el suelo.⁵

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: En general, el usuario se encarga de la construcción del inodoro y el contenedor, aunque puede pagar a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza del inodoro y es muy probable que se ocupe de extraer el humus o el compost del pozo, aunque puede pagar a un obrero o un proveedor de servicios para que lo haga.

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios.

El éxito de este sistema depende de una operación adecuada y un período prolongado de almacenamiento. Cuando se cuenta con una fuente apropiada y continua de tierra, ceniza o materia orgánica (hojas, césped cortado, cáscaras de coco o arroz, astillas de madera, etc.), se acentúa el proceso de descomposición y puede acortarse el período de almacenamiento. El tiempo de almacenamiento necesario se reduce al mínimo cuando el material permanece bien aireado y sin humedad excesiva.

Disposición o Uso final: El material que se extrae del contenedor o la cámara de compostaje debería estar en una forma segura y utilizable, pero es indispensable que los trabajadores usen la protección personal apropiada al removerlo, transportarlo o darle uso final.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa los usuarios de las excretas y el contenedor aísla en su interior las excretas y los patógenos del contacto humano.

El mecanismo principal para reducir los patógenos es un período de almacenamiento prolongado. Las condiciones en el pozo no son favorables a la supervivencia de los patógenos y estos se extinguen con el transcurso del

tiempo. En el pozo todo el lixiviado se filtra sin peligro en el suelo circundante y los patógenos que contenía el líquido son filtrados adsorbidos a las partículas o se extinguen durante su desplazamiento lento en la tierra.^{2,3}

Durante las lluvias, la losa y el pozo o la cámara de compostaje contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales y las cubiertas o las tapas del agujero de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del pozo.^{2,3}

Transferencia: Todo residuo sólido no degradable que se extrae del contenedor se debe evacuar de manera apropiada, por ejemplo, mediante un servicio reglamentado de gestión de residuos sólidos o, donde no esté al alcance, se entierra.

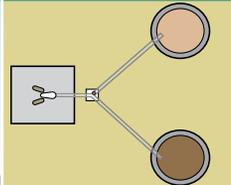
Disposición o Uso final: Dado que el humus de pozo o el compost ha pasado por una descomposición importante, es muy segura su manipulación y su uso en agricultura como acondicionador para el suelo. Cuando existen dudas con respecto a la concentración de patógenos o la calidad del humus de pozo o el compost, se puede continuar el compostaje en una instalación específica, antes de usarlo. Cuando no se prevé un uso final para el producto de tratamiento, este se puede eliminar de manera permanente.

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.1 a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, et Zurbrugg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
3. Reed RA, Scott RE, and Shaw RJ (2014). *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines*. WEDC, Loughborough University, UK.
4. Graham J, and Polizzotto M (2013). *Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review*. Environmental Health Perspectives.
5. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (consulté en mars 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.

Inodoro de arrastre hidráulico con tratamiento in situ en pozo doble

Inodoro	Contención	Transferencia	Disposición o Uso final
Inodoro de arrastre hidráulico (placa para acucillarse o pedestal)	Pozo doble para arrastre hidráulico	Vaciado y transporte manual	Humus de pozo o compost usado como acondicionador para el suelo. Ningún producto efluente
			

Resumen

Este es un sistema a base de agua que utiliza el inodoro de arrastre hidráulico (placa para acucillarse o pedestal) con pozo doble para producir un producto parcialmente digerido semejante al humus, que puede usarse como acondicionador para el suelo.

Los afluentes al sistema incluyen heces, orina, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco y aguas grises. La tecnología de interfase del usuario para este sistema es un inodoro de arrastre hidráulico. Además podría usarse un orinal. El efluente de aguas negras del inodoro de arrastre hidráulico (y tal vez las aguas grises) se descarga en el pozo doble para contención.

El pozo doble se reviste con un material poroso que permite la filtración de los líquidos al suelo que lo rodea al tiempo que los sólidos se acumulan y se descomponen en el fondo del pozo. Mientras un pozo se llena con aguas negras, el otro pozo permanece fuera de servicio. Cuando el primer pozo está lleno, se cubre y queda temporalmente fuera de servicio. El llenado de un pozo debe tardar como mínimo dos años. Cuando el segundo pozo se llena, el primero se abre de nuevo y se vacía.

Después de un período de descanso mínimo de dos años, el contenido está transformado en humus de pozo (denominado en ocasiones ecohumus), que es un material húmico rico en nutrientes, más seguro, que se puede excavar sin peligro para aprovecharlo como acondicionador para el suelo o se elimina. El pozo vaciado se pone de nuevo en servicio. Este ciclo puede repetirse indefinidamente.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema es apropiado en las zonas rurales y periurbanas con suelos que absorben el lixiviado de manera adecuada y continua. No es idóneo para zonas con suelo arcilloso o tierra demasiado compacta. Este sistema se adapta bien a la limpieza con agua. De ser posible, los materiales de limpieza en seco se deben recoger y eliminar por separado porque podrían obstruir las tuberías y evitar que el líquido del pozo infiltre el suelo.

Costo: Para el usuario, este sistema es uno de los más económicos en cuanto al costo de inversión. Los únicos costos de mantenimiento serán los costos de limpieza del inodoro, mantenimiento de la superestructura y organización del vaciado periódico de los contenedores;^{2,3} el sistema genera un producto final que el usuario tal vez pueda usar o vender.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: La placa para acucillarse o el pedestal se deben fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al pozo.^{2,3}

Contención: Dado que el lixiviado del pozo doble infiltra directamente el suelo circundante, este sistema solo se debe instalar donde el nivel freático es bajo. Cuando las inundaciones son frecuentes o el nivel freático es demasiado alto y entra en el pozo doble, se perturbará el proceso de desaguado, sobre todo en el pozo que está en reposo.

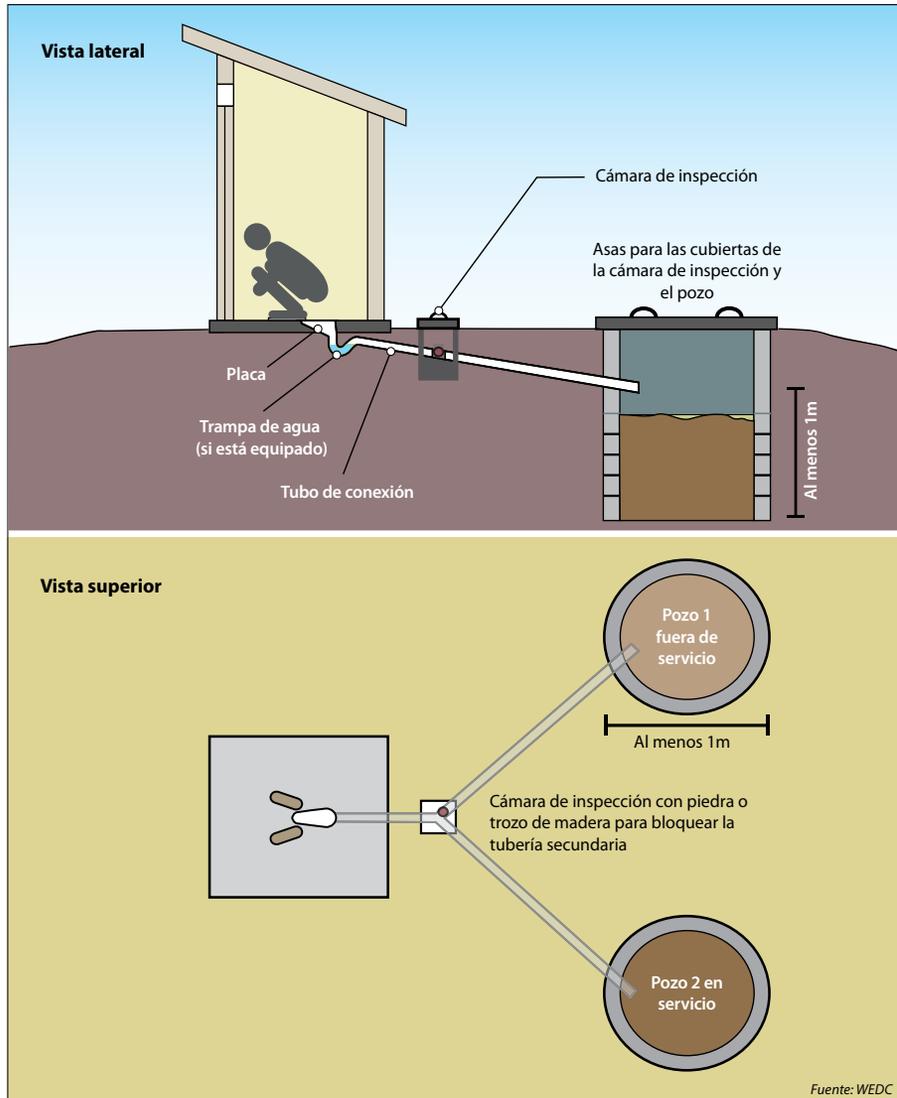


Figure 1. Pozo doble, letrina con arrastre hidráulico

Las aguas grises se pueden manejar junto con las aguas negras en el pozo doble, sobre todo cuando la cantidad de aguas grises es relativamente pequeña y no se cuenta con otro sistema de manejo para controlarlas.

Sin embargo, se debe tener en cuenta el nivel de la napa freática y el uso de las aguas subterráneas, para evitar la contaminación del agua de bebida. Cuando las aguas

subterráneas no se usan para bebida o es posible utilizar otras fuentes costoeficaces, se deben explorar estas opciones antes de dar por sentado que la contaminación de las aguas subterráneas por las letrinas de pozo es un problema. Cuando las aguas subterráneas se usan para bebida y con el fin de evitar su contaminación, es necesario que el fondo del pozo se encuentre como mínimo 1,5 m por encima del nivel freático.³

Además, el pozo se debe instalar en zonas ubicadas en pendiente descendente de las fuentes de agua potable a una distancia horizontal mínima de 15 m⁴.

Disposición o Uso final: Todo residuo sólido no degradable que se extrae del pozo se debe evacuar de manera apropiada, por ejemplo, mediante un servicio reglamentado de gestión de residuos sólidos o, donde no esté al alcance, se entierra.

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: En general, el usuario se encarga de la construcción del inodoro y el pozo, aunque puede pagar a un albañil para llevar a cabo el trabajo.

El usuario tendrá a su cargo la limpieza del inodoro y es muy probable que se ocupe de extraer el humus o el compost del pozo, aunque puede pagar a un obrero o un proveedor de servicios para que lo haga.²

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios.

Disposición o Uso final: Dado que las excretas del pozo en reposo se drenan y descomponen como mínimo durante dos años, el humus o el compost resultantes se deben retirar manualmente con palas; no es necesario el acceso a los pozos de camiones aspiradores.

El humus extraído del pozo debería estar en una forma segura y utilizable, pero es indispensable que los trabajadores utilicen la protección personal apropiada al removerlo, transportarlo o darle uso final.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa los usuarios de las excretas y el pozo aísla en su interior las excretas y los patógenos del contacto humano.

El mecanismo principal para reducir los patógenos es un período de almacenamiento prolongado. Las condiciones en el pozo no son favorables a la supervivencia de los patógenos y estos se extinguen con el transcurso del tiempo. Todo el lixiviado se infiltra sin peligro del pozo hacia el suelo circundante y los patógenos que contenía el líquido son filtrados adsorbidos a las partículas o se extinguen durante su desplazamiento lento en la tierra.

Durante las lluvias, el inodoro y el pozo contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales, y las cubiertas o las tapas del

agujero de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del pozo.^{2,3}

Tratamiento: Dado que el humus del pozo ha pasado por un desaguado y descomposición importantes, es mucho más seguro que el lodo crudo, sin digerir. Por consiguiente, no requiere tratamiento suplementario en una instalación de tratamiento fuera del lugar de uso. Cuando existen dudas con respecto a la concentración de patógenos o la calidad del humus de pozo o el compost, se puede continuar el compostaje en una instalación específica, antes de usarlo (véase la hoja informativa 5).

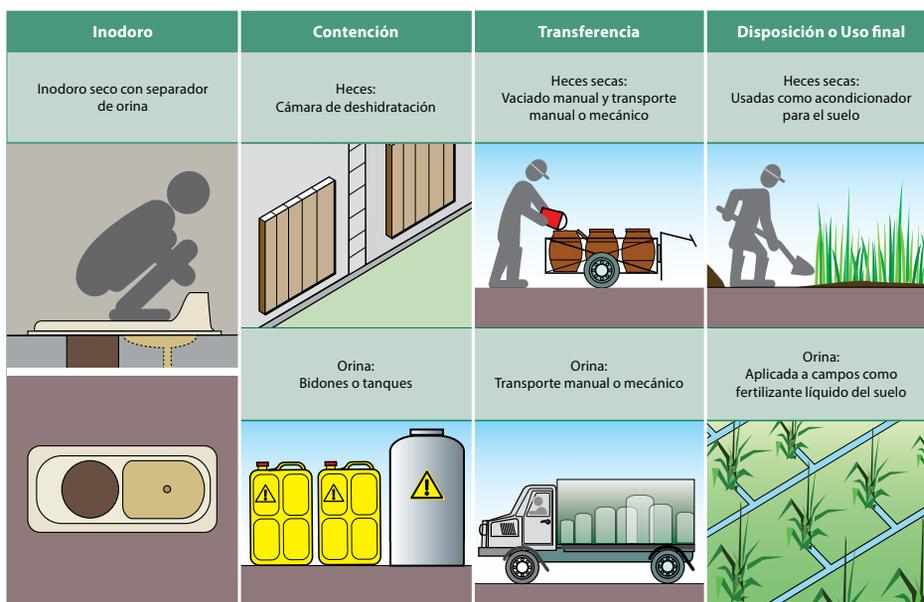
Disposición o Uso final: El humus de pozo tiene buenas propiedades como acondicionador para el suelo y puede aplicarse en agricultura.⁵ Cuando no se prevé ningún uso final para el producto, este se puede eliminar de manera permanente.

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée.* Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff.* Geneva, Switzerland.
3. Reed RA, Scott RE, and Shaw R J (2014). *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines.* WEDC, Loughborough University, UK.
4. Graham J, and Polizzotto M (2013). *Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review.* Environmental Health Perspectives.
5. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management.* Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.

Inodoro seco con separador de orina y tratamiento in situ en cámara de deshidratación



Resumen

Este sistema está diseñado para separar la orina y las heces a fin de permitir la deshidratación de las heces, recuperar la orina para aprovecharla o ambos fines. Los afluentes al sistema pueden incluir heces, orina, agua de limpieza y materiales de limpieza en seco.

La principal tecnología del inodoro para este sistema es un inodoro seco con separador de orina, que permite almacenar por separado la orina y las heces. Se puede además instalar un orinal para el almacenamiento eficaz de la orina. Existen varios diseños de esta tecnología con adaptaciones para diferentes preferencias, por ejemplo, con un tercer desvío para el agua de limpieza.

Las cámaras de deshidratación se usan para la contención de las heces. Se deben mantener lo más secas posible a fin de propiciar la deshidratación y la reducción de patógenos. Después de cada uso, las heces se cubren con ceniza, cal, tierra o aserrín y esto ayuda a absorber la humedad, disminuir al mínimo los olores y proveer una barrera entre las heces y los posibles vectores de enfermedades. Las cámaras deben ser herméticas al

agua y se deben adoptar medidas que garanticen que no se introduzca el agua; el agua de limpieza nunca debe ir a las cámaras de deshidratación.

La instalación de dos cámaras de deshidratación con un uso alterno permite un período prolongado de deshidratación, de manera que cuando se extraen, las heces secas contienen una concentración muy baja o ningún patógeno y representan un riesgo bajo para la salud humana. Se recomienda un tiempo mínimo de almacenamiento de seis meses cuando se emplea ceniza o cal como material de cubierta, después del cual las heces secas se pueden aplicar como acondicionador para el suelo.²

La orina se puede almacenar en bidones o en un tanque para su aplicación en agricultura. Dado su contenido alto de nutrientes, la orina puede usarse como un buen fertilizante líquido y su manipulación es sencilla y entraña poco riesgo porque es casi estéril. La orina almacenada se puede transportar mediante tecnologías manuales o mecánicas. Otra opción consiste en desviar



Figure 1. Urine diversion systems

la orina directamente al suelo para infiltración en un pozo de absorción.

Si no existe ninguna necesidad agrícola o no se acepta el uso, la orina puede infiltrarse directamente en la tierra o en un pozo de absorción.

Costo: Para el usuario, este sistema es uno de los más económicos en cuanto al costo de inversión y genera productos finales que el usuario puede usar o vender. Dado que la tecnología de contención no incluye un pozo o tanque subterráneo, no hay ningún costo de excavación, sin embargo, este ahorro tal vez lo contrarresta el costo de construcción del tanque o la cámara en superficie y el dispositivo de separación de la orina, que también requerirá un cierto nivel de conocimientos técnicos especializados.

Los únicos costos de mantenimiento serán los costos de limpieza del inodoro, mantenimiento de la superestructura y organización del vaciado periódico de las cámaras y los contenedores (si se utilizan).

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren a las cámaras. Donde no hay ningún proveedor de pedestales o losas prefabricadas para inodoro seco con separador de orina, estas se pueden fabricar localmente con los materiales disponibles.

Contención: Las cámaras de deshidratación deben ser herméticas al agua y equipadas con un tubo de ventilación a fin de menguar las molestias de los olores y evitar el acceso de vectores que transmiten enfermedades. Todos los tanques de orina también deben ser herméticos al agua y sellados para disminuir los olores.

Es posible utilizar cualquier tipo de material seco de limpieza, pero es mejor recogerlo por separado ya que no se descompondrá en las cámaras y ocupa espacio. El agua de limpieza se debe separar de las heces, pero puede mezclarse con la orina cuando se transfiere a un pozo de absorción. Cuando la orina se usa en agricultura, el agua de limpieza debe mantenerse separada e infiltrarla localmente o tratarla junto con las aguas grises. Se necesita un sistema separado de aguas grises, ya que no deben entrar en las cámaras de deshidratación.

Transferencia: Se requiere un equipo de vaciado manual para remover las heces secas generadas en las cámaras de deshidratación (el material es demasiado seco para el vaciado mecánico), que luego se pueden transportar mediante transporte manual o mecánico y usarlas en agricultura como acondicionador para el suelo.

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro, contención: En general, el usuario se encarga de la construcción del inodoro seco con separador de

orina, las cámaras de deshidratación y aporta los tanques de orina (si son necesarios), aunque puede pagar a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza de este inodoro y es muy probable que se ocupe de la extracción de las heces secas, aunque puede pagar a un obrero o un proveedor de servicio para que lo hagan.

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios.

El éxito de este sistema depende de la separación eficaz de la orina y las heces, así como del uso de un material de cubierta apropiado. Por consiguiente, la tubería de separación de la orina debe mantenerse sin obstrucción para impedir que la orina refluya y desborde en las cámaras de deshidratación; se debe mantener al alcance un suministro constante de ceniza, cal, tierra o aserrín para cubrir las heces.

Disposición o Uso final: Las heces secas extraídas del contenedor deberían estar en una forma segura y utilizable, sin patógenos o con una concentración muy baja, pero se recomienda que los trabajadores utilicen una protección personal apropiada al removerlas, transportarlas o darles uso final.

Mecanismos para proteger la salud pública

El inodoro separa los usuarios de las excretas y la cámara de deshidratación aísla en su interior las excretas y los patógenos del contacto humano.

El mecanismo principal para reducir los patógenos es un período de almacenamiento prolongado. Las condiciones de deshidratación en la cámara no son favorables a la supervivencia de los patógenos y estos se extinguen con el transcurso del tiempo. Cuando se utiliza ceniza o cal como material de cubierta, el aumento asociado del pH también ayuda a eliminar los patógenos. La orina entraña poco riesgo para la salud pues es casi estéril y su almacenamiento antes de usarla en contenedores

sellados o su evacuación a la tierra en un pozo de absorción es un método de protección de salud pública. Sin embargo, en zonas donde la esquistosomiasis es endémica, la orina no debe usarse en la agricultura a base de agua, como los arrozales.

Durante las lluvias, la losa y las cámaras contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales y las cubiertas o las tapas del agujero de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan de las cámaras.

Todo residuo sólido no degradable que se extrae de las cámaras se debe evacuar de manera apropiada, por ejemplo, mediante un servicio reglamentado de gestión de residuos sólidos o, donde no esté al alcance, se entierra.

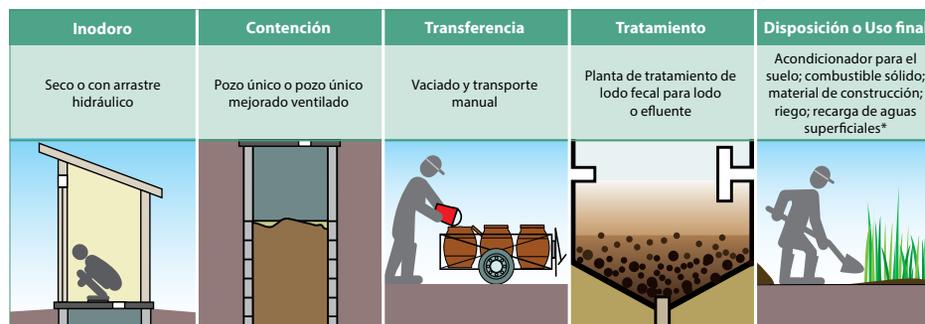
Puesto que las heces secas han pasado por una descomposición importante, debería ser seguro su uso final en agricultura como acondicionador para el suelo. Cuando existen dudas con respecto a la concentración de patógenos o la calidad de las heces secas, se puede continuar el compostaje en una instalación específica, antes de usarlo.

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
 2. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).
-

Inodoro seco o inodoro de arrastre hidráulico con pozo, infiltración del efluente y tratamiento del lodo fecal fuera del lugar de uso



* Lodo: tratado y usado como acondicionador para el suelo, combustible sólido o en materiales de construcción. Efluente: tratado y usado para riego o recarga de aguas superficiales.

Resumen

Este sistema es similar al sistema descrito en la hoja informativa 1 con uso de una tecnología de pozo único para recoger y almacenar las excretas. El sistema se puede usar con agua de arrastre o sin ella, según el inodoro. Los afluentes al sistema pueden incluir orina, heces, agua de limpieza, agua de arrastre y materiales de limpieza en seco. El uso de agua de arrastre, agua de limpieza o ambas, dependerá de la disponibilidad de agua y las costumbres locales.

El inodoro para este sistema puede ser un inodoro seco o un inodoro de arrastre hidráulico. Además podría usarse un orinal. El inodoro está directamente conectado con un pozo único o con un pozo único mejorado ventilado. A medida que se llena el pozo, el lixiviado penetra del pozo al suelo circundante.

Cuando el pozo está lleno es necesario vaciar el lodo fecal y transportarlo para tratamiento. Los productos de tratamiento luego se pueden usar (por ejemplo, el efluente se usa en riego), transformar en productos finales de uso (por ejemplo, el lodo fecal convertido en acondicionador para el suelo o combustible sólido) o eliminarse.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema debe escogerse solo cuando se cuenta con una manera apropiada de vaciar, transportar, tratar y aprovechar o evacuar el lodo fecal. Por ejemplo, en los asentamientos urbanos densos, las rutas estrechas pueden dificultar el acceso a los pozos de los vehículos con equipo de vaciado.

El sistema conviene en zonas donde el suelo es apropiado para la excavación de pozos y la absorción del lixiviado; las condiciones no son aptas en terrenos donde el suelo es compacto y rocoso, lugares donde el nivel de las aguas subterráneas es alto o donde el suelo está saturado. Tampoco es apropiado en zonas propensas a lluvias intensas o inundaciones, que pueden dar lugar a desbordes del pozo en las casas de los usuarios o en la comunidad local.^{2,3}

Cuando no es posible excavar un pozo profundo o el nivel de las aguas subterráneas es demasiado alto, una opción viable puede ser un pozo elevado de poca profundidad: la profundidad de este pozo se puede extender construyendo el pozo hacia arriba con el uso de anillos o bloques de hormigón. Un pozo elevado también se puede construir en una zona que se inunda con frecuencia, a fin de impedir que el agua fluya hacia el pozo durante las lluvias intensas.

Costo: Para el usuario, este sistema es uno de los más económicos en cuanto al costo de inversión. Sin embargo, el mantenimiento puede ser costoso, en función de la frecuencia y el método de vaciado de las fosas.^{2,3}

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la

limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al pozo.^{2,3}

Contención: En promedio, los sólidos se acumulan a una tasa de 40 l a 60 l por persona, por año y hasta 90 l por persona, por año cuando se utilizan materiales de limpieza en seco como hojas o papel. En muchas situaciones de emergencia, los inodoros con pozos infiltrantes se someten a un uso intenso y en consecuencia las excretas y los materiales de limpieza anal se agregan mucho más rápido que la tasa de descomposición; las tasas de acumulación “normales” aumentan entonces un 50%.⁹

El volumen del pozo se debe diseñar para contener por lo menos 1000 l. Normalmente, el pozo debe medir como mínimo 3 m de profundidad y 1 m de diámetro. Cuando el diámetro del pozo excede 1,5 m existe un mayor riesgo de que se colapse. Dependiendo del uso y de su profundidad de excavación, algunos pozos pueden durar 20 años o más sin vaciarlos, pero los pozos poco profundos, utilizados por muchas personas todos los días pueden necesitar vaciado una o dos veces al año. Por lo general, un pozo de 3 m de profundidad y 1,5 m de ancho utilizado por una familia de seis personas, necesitará vaciado después de cerca de 15 años.³

Dado que el pozo se reutilizará, es necesario aplicar un revestimiento. Los materiales de revestimiento del pozo pueden ser ladrillo, madera resistente a la descomposición, hormigón, piedras o mortero estucado en el suelo. Si el suelo es estable (es decir, sin presencia de depósitos de arena, grava o materia orgánica suelta), no es necesario revestir todo el pozo. El fondo del pozo debe permanecer sin revestimiento para permitir la infiltración de los líquidos fuera del pozo.

Se debe tener en cuenta el nivel freático y el uso de las aguas subterráneas con el fin de evitar la contaminación del agua de bebida. Cuando las aguas subterráneas no se usan para bebida o es posible utilizar otras fuentes costoeficaces, se deben explorar estas opciones antes de dar por sentado que la contaminación de las aguas subterráneas por las letrinas de pozo es un problema.

Cuando las aguas subterráneas se usan para bebida y con el fin de evitar su contaminación, es necesario que el fondo del pozo se encuentre como mínimo 1,5 m por encima del nivel freático.³ Además, el pozo se debe instalar en zonas ubicadas en pendiente descendente de las fuentes de agua potable a una distancia horizontal mínima de 15 m⁴.

Las excretas, el agua de limpieza, el agua de arrastre y los materiales de limpieza en seco deben ser los únicos afluentes a este sistema; con frecuencia hay afluentes diferentes como los productos de higiene menstrual y otros residuos sólidos, que pueden aumentar de manera considerable el contenido del pozo. Dado que en esta situación el pozo se llenará más rápido y su vaciado será más difícil, es necesario suministrar un recipiente apropiado para la eliminación de estos desechos en el cubículo del inodoro. (Una cantidad moderada de aguas grises en el pozo contribuiría a la descomposición, pero

en cantidades excesivas puede causar un llenado rápido del pozo y exceso de lixiviado.)

Transferencia: Dado que el lodo fecal sin tratar está cargado de patógenos, se debe evitar el contacto humano y la aplicación agrícola directa. En su lugar, el lodo vaciado se debe transportar a una instalación de tratamiento de lodo fecal.

Las tecnologías de transferencia que pueden usarse incluyen el vaciado y el transporte manual o el vaciado y el transporte mecánico. Sin embargo, un camión con sistema de vacío no puede usarse ya que solo evacúa el lodo fecal líquido.

En caso de no contar con acceso fácil a una instalación de tratamiento, se puede descargar el lodo fecal en una estación de transferencia. Desde allí, se transporta a la planta de tratamiento mediante una tecnología mecánica de transporte.

Tratamiento: Las tecnologías de tratamiento producen efluente y también lodo, que pueden necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente de una instalación de tratamiento de lodo fecal se podría tratar junto con las aguas residuales en lagunas de estabilización de desechos o en humedales construidos y usarlo luego como agua de riego, en estanques piscícolas, lagunas de plantas flotantes o descargarlo en un cuerpo de agua superficial o en aguas subterráneas.

Disposición o Uso final: Las opciones de aprovechamiento final del lodo tratado incluyen su uso en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo en materiales de construcción.⁶

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: En general, el usuario se encarga de la construcción del inodoro y el pozo, aunque puede pagar a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza y las reparaciones del inodoro, incluida la losa, el asiento o plataforma para acucillarse, la cubierta o la tapa y la superestructura. En las zonas rurales, el usuario puede emprender el vaciado pero en ubicaciones urbanas es más probable que lo lleve a cabo un proveedor de servicios, quien cobra al hogar por su tarea.²

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y las tareas de mantenimiento en nombre de todos los usuarios.

Transferencia y tratamiento: En general, la operación y el mantenimiento de las tecnologías de transferencia y tratamiento están a cargo de proveedores de servicio privados y públicos que trabajan en conjunto; por ejemplo, el vaciado y el transporte los realizan proveedores de servicios privados, públicos o ambos, que llevan el lodo fecal a las plantas de tratamiento operadas

por proveedores de servicio públicos. Las plantas, las herramientas y el equipo utilizado en las etapas de transferencia y tratamiento, todos necesitarán un mantenimiento periódico practicado por los proveedores de servicio pertinentes.

Disposición o Uso final: Los usuarios principales de los productos de tratamiento serán los agricultores y el público en general y tendrán a su cargo el mantenimiento de todas las herramientas y los equipos que utilizan.⁵

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa los usuarios de las excretas y el pozo aísla en su interior las excretas y los patógenos del contacto humano.

Durante las lluvias, el inodoro y el pozo contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales, y las cubiertas o las tapas del agujero de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del pozo.^{2,3}

Todo el lixiviado se filtra del pozo hacia el suelo circundante y los patógenos que contenía el líquido son filtrados adsorbidos a las partículas o se extinguen durante su desplazamiento lento en la tierra.^{2,3}

Transferencia: La etapa de transferencia remueve el peligro de los patógenos del vecindario o la comunidad local. Con el fin de hacerlo en forma segura, los trabajadores del vaciado y el transporte tienen que usar el equipo de protección personal y seguir los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es indispensable el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene. Los vaciadores no deben entrar en el pozo sino usar palas con mango largo para extraer el lodo del fondo del pozo.⁵

Todo residuo sólido no degradable que se extrae del pozo se debe evacuar de manera apropiada, por ejemplo, mediante un servicio reglamentado de gestión de residuos sólidos o, donde no esté al alcance, se entierra.

Tratamiento: A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta tienen que usar el equipo de protección personal adecuado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo.⁵

Disposición o Uso final: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final.⁸ Por

ejemplo, aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de aplicarlos como acondicionador para el suelo de tipo compost, cuando se usan como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos.^{6,7}

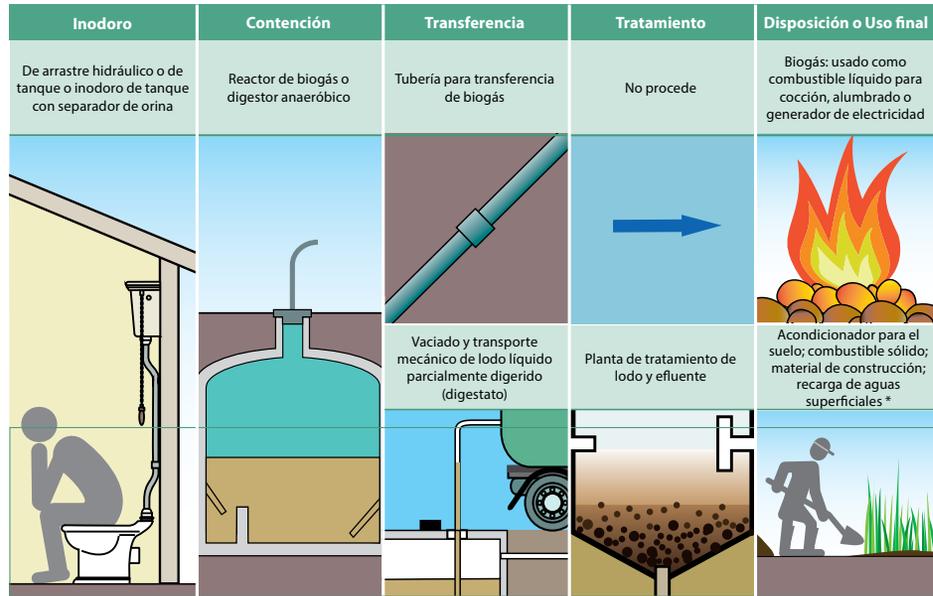
Para proteger su propia salud, la de sus colaboradores y del público en general, los usuarios finales tienen que llevar el equipo de protección apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo en conformidad con el nivel real de tratamiento y el uso final.⁵

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
3. Reed RA, Scott RE, and Shaw RJ (2014). *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines*. WEDC, Loughborough University, UK.
4. Graham J, and Polizzotto M (2013). *Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review*. Environmental Health Perspectives.
5. Organisation mondiale de la Santé (2016). *La planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères*. Genève, Suisse.
6. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
7. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volumes I à IV*. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
8. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).

Inodoro con arrastre de agua (o de tanque con separador de orina) con reactor de biogás y tratamiento fuera del lugar de uso



* Lodo: tratado y usado como acondicionador para el suelo, combustible sólido o material de construcción. Efluente: tratado y usado para el riego o recarga de aguas superficiales.

Resumen

Este sistema se basa en el uso de un reactor de biogás para recoger, almacenar y tratar las excretas. Además, el reactor de biogás produce biogás que se puede quemar para cocinar, alumbrado o producción de electricidad. Los afluentes al sistema pueden incluir orina, heces, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco, materia orgánica (por ejemplo, desperdicios de mercados o cocinas) y, cuando existen, desechos animales.

El sistema requiere un inodoro de arrastre hidráulico o, si existe demanda para uso en agricultura, un inodoro de tanque con separador de orina. Además, podría usarse un orinal. El inodoro está directamente conectado a un reactor de biogás, denominado también digestor anaeróbico. Si se ha instalado un inodoro de tanque con separador de orina (o un orinal), este se conectará a un tanque de almacenamiento o a bidones para almacenar la orina.

Si bien el lodo ha pasado por una digestión anaeróbica, no está libre de patógenos y se debe extraer con cuidado y transportarlo para continuar el tratamiento, donde se producirá efluente y también lodo. Según el uso final, estas fracciones pueden requerir tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final.

Es indispensable que el biogás producido se use de manera constante, por ejemplo, como combustible limpio para cocinar o para alumbrado. Si el gas no se quema, se acumulará en el tanque y, al aumentar la presión, expulsará el lodo parcialmente digerido (digestato) hasta que el biogás escape a la atmósfera por la salida de material digerido.

Un reactor de biogás puede funcionar con o sin orina. La ventaja de separar la orina del reactor es que puede usarse por separado como fuente concentrada de nutrientes sin contaminación alta por patógenos (véase la hoja informativa 4 para más detalles).

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema se adapta mejor a las zonas rurales y periurbanas donde se cuenta con espacio suficiente, una fuente regular de sustrato orgánico para el reactor de biogás y se da uso al lodo parcialmente digerido (digestato) y al biogás.

El reactor mismo se puede construir bajo tierra (por ejemplo, bajo tierras agrícolas y en algunos casos bajo caminos) y, por consiguiente, no requiere mucho espacio. Aunque sería factible construir un reactor en una zona urbana densa, es primordial un tratamiento adecuado del lodo, pues la producción de digestato es continua y exige vaciado y transporte fuera del sitio, durante todo el año.

Costo: Para el usuario, la inversión de capital con este sistema es considerable (excavación e instalación de un tanque de biogás), pero varios hogares pueden compartir los costos cuando el sistema está diseñado para un mayor número de usuarios. El mantenimiento puede ser costoso, en función de la frecuencia y el método de vaciado del tanque de biogás.^{2,3} Sin embargo, estos costos se compensan en parte con la generación de un suministro constante de combustible líquido.

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al reactor de biogás.^{2,3}

Contención: El reactor de biogás puede funcionar con una gran variedad de afluentes y es especialmente adecuado donde existe una fuente constante de estiércol o donde son abundantes los desperdicios de mercados y cocinas.⁴ En las granjas, por ejemplo, se pueden producir grandes cantidades de biogás si el estiércol se digiere junto con las aguas negras, pero no se lograría una producción importante de gas cuando solo se cuenta con las excretas humanas. Los materiales como la madera o la paja son difíciles de descomponer y deben evitarse en el sustrato. Lograr un buen equilibrio entre las excretas (humanas y animales), la materia orgánica y el agua puede tardar algún tiempo, aunque el sistema suele ser tolerante.

La mayoría de los tipos de materiales de limpieza en seco y la materia orgánica se puede descargar en el reactor de biogás, aunque para acelerar la digestión y garantizar reacciones homogéneas dentro del tanque, es necesario romper o cortar los materiales grandes en pedazos pequeños.

Sin embargo, se debe tener cuidado de no sobrecargar el sistema con demasiados sólidos o líquidos. Por ejem-

plo, no se deben agregar aguas grises en el reactor de biogás ya que reducen de manera importante el tiempo de retención hidráulica; por consiguiente se requiere otro sistema para las aguas grises.

Transferencia: Como el digestato no está libre de patógenos, se debe evitar el contacto humano y la aplicación agrícola directa.⁴ En su lugar, se debe transportar a una instalación específica de tratamiento de lodo. Las tecnologías de transferencia que se pueden utilizar incluyen tanto el vaciado y el transporte manual como mecánico. En caso de no contar con acceso fácil a una instalación de tratamiento, se puede descargar el lodo fecal en una estación de transferencia. Desde allí, se transporta a la planta de tratamiento mediante una tecnología mecánica de transporte.

Tratamiento: Las tecnologías de tratamiento producen efluente y también lodo, que pueden necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente de una instalación de tratamiento de lodo fecal se podría tratar junto con las aguas residuales en lagunas de estabilización de desechos o en humedales construidos.

Disposición o Uso final: Las opciones de disposición o uso final del efluente tratado incluyen el riego, los estanques piscícolas, los estanques de plantas flotantes o la descarga a un cuerpo de agua superficial o a las aguas subterráneas. El lodo tratado se puede usar ya sea en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo en materiales de construcción.⁵

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: El usuario es responsable de la construcción del inodoro y el reactor de biogás, pero es muy probable que pague a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza del inodoro y empleará a un proveedor de servicios de vaciado para evacuar periódicamente el digestato del tanque de biogás.

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios y también el proveedor de servicios de vaciado.

El biogás puede quemarse de manera segura para cocinar, para alumbrado o generación de electricidad pero como es explosivo al mezclarse con el aire, se debe tener cuidado cuando se abre el reactor para limpiarlo, cuando se libera el biogás para reparar el reactor o cuando se produce una fuga de gas en una habitación mal ventilada. En estos casos, se debe evitar la producción de chispas, llamas abiertas y fumar.

Transferencia, tratamiento y disposición o uso final: En general, la operación y el mantenimiento de la parte de transferencia y tratamiento del digestato en este

sistema están a cargo de proveedores de servicios privados y públicos que trabajan en conjunto; por ejemplo, el vaciado y el transporte los realizan proveedores de servicios privados, públicos o ambos, que llevan el digestato a plantas de tratamiento operadas por proveedores de servicio públicos.

Es importante señalar que con este sistema, toda la maquinaria, las herramientas y los equipos utilizados en las etapas de transferencia, tratamiento y disposición o uso final necesitarán un mantenimiento periódico practicado por proveedores de servicios.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa los usuarios de las excretas y el tanque de biogás aísla en su interior las aguas cafés y los patógenos del contacto humano.

Durante las lluvias, la losa y el tanque impermeable de biogás contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales y el sello hidráulico reduce la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del tanque de biogás.

Transferencia: La etapa de transferencia remueve los patógenos contenidos en el digestato del vecindario o la comunidad local hacia una planta de tratamiento. El método preferido es el vaciado mecánico con camiones aspiradores (o similares) equipados con mangueras de largo alcance, ya que reducen el contacto directo de los vaciadores con el lodo. No obstante, es indispensable que los trabajadores del vaciado y el transporte usen el equipo de protección personal y sigan los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es esencial el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene. Los vaciadores no deben entrar en un tanque de biogás sino usar palas con mango largo para extraer todo el lodo difícil de desplazar en el fondo.⁶

Tratamiento: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de usarlos como un tipo de compost para acondicionar el suelo, cuando se usan como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos. El efluente necesitará estabilización e inactivación de los patógenos en una serie de estanques o humedales antes de usarlo como agua de riego para cultivos.

A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta tienen que usar el equipo de protección personal adecuado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo.⁶

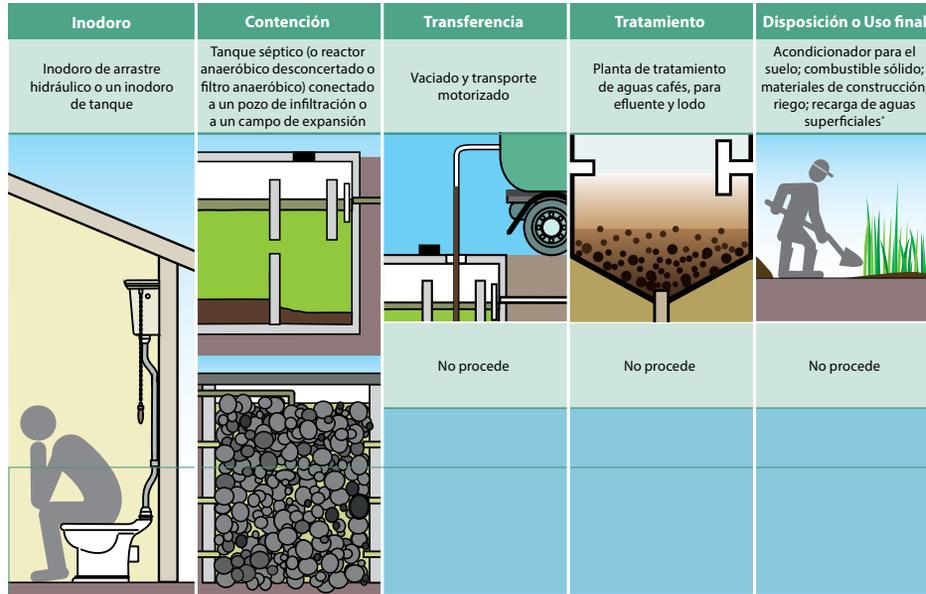
Disposición o uso final: Siempre y cuando los trabajadores encargados de la operación y el mantenimiento del reactor de biogás sigan los procedimientos normalizados de trabajo, la combustión del biogás no representa ningún riesgo para la salud de los usuarios de los productos finales generados por el biogás.⁴

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2014). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
3. Reed RA, Scott RE, and Shaw RJ (2014). *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines*. WEDC, Loughborough University, UK.
4. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).
5. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
6. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux*. Genève, Suisse.

Inodoro con arrastre de agua con tanque séptico e infiltración del efluente y tratamiento del lodo fecal fuera del lugar de uso



* Lodo: tratado y usado como acondicionador para el suelo, combustible sólido o en materiales de construcción. Efluente: tratado y usado para el riego o recargar las aguas superficiales.

Resumen

Este es un sistema a base de agua que requiere un inodoro con arrastre de agua y una tecnología de contención que sea apropiada para recibir cantidades grandes de agua. Los afluentes al sistema pueden incluir heces, orina, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco y aguas grises.

Con este sistema se pueden utilizar dos tecnologías de inodoro, a saber: un inodoro de arrastre hidráulico o un inodoro de tanque. Además, podría usarse un orinal. El inodoro está directamente conectado a una tecnología de contención para las aguas negras generadas; se puede usar ya sea un tanque séptico, un reactor anaeróbico con deflectores o un filtro anaeróbico.

Los procesos anaeróbicos reducen la carga orgánica y patógena, pero el efluente aún no es apropiado para uso directo; en su lugar, se puede descargar directamente en la tierra para evacuación en un pozo de absorción o un lecho de infiltración.

El lodo generado por la tecnología de contención tampoco está libre de patógenos y se debe extraer con

cuidado y transportarlo para continuar el tratamiento, donde se producirá efluente y también lodo. Según el uso final, estas fracciones pueden requerir tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema solo es apropiado en zonas donde los servicios de remoción del lodo están al alcance y son asequibles y donde existe una forma adecuada para su evacuación.

Para que un pozo de absorción o un campo de infiltración (tecnologías de infiltración) funcionen, tiene que haber espacio suficiente disponible y la tierra debe tener la capacidad adecuada para absorber el efluente. Si este no es el caso, consúltese la hoja informativa 9 (inodoro con arrastre de agua con tanque séptico, alcantarillado y tratamiento de lodo fecal y efluente fuera del lugar de uso).

Este sistema se puede adaptar para utilizarlo en climas más fríos, incluso donde hay escarcha.

El sistema exige una fuente constante de agua para el arrastre del inodoro.

Costo: Para el usuario, la inversión de capital con este sistema es considerable (excavación e instalación de un tanque séptico y tecnología de infiltración), pero varios hogares pueden compartir los costos si el sistema está diseñado para un mayor número de usuarios. El mantenimiento puede ser costoso, en función de la frecuencia y el método de vaciado de la fosa.^{2,3}

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren a la fosa.^{2,3}

Contención (tanque séptico y pozo de absorción): El tanque séptico es sellado e impermeable pero el pozo de absorción es permeable y diseñado para que el efluente penetre lentamente en el suelo circundante. Por consiguiente, es necesario tener en cuenta el nivel freático y el uso de las aguas subterráneas, a fin de evitar la contaminación del agua de bebida. Cuando las aguas subterráneas no se usan para bebida o es posible utilizar otras fuentes costoeficaces, se deben explorar estas opciones antes de dar por sentado que la contaminación de las aguas subterráneas por el pozo de absorción es un problema. Cuando las aguas subterráneas se usan para bebida y con el fin de evitar su contaminación, es necesario que el fondo del pozo se encuentre como mínimo 1,5 m por encima del nivel freático⁴.

Este sistema a base de agua es apropiado para afluentes de agua de limpieza y, puesto que los sólidos se sedimentan y se digieren en el lugar de uso, también se pueden utilizar los materiales de limpieza en seco que se degraden fácilmente. Sin embargo, los materiales rígidos o no degradables (por ejemplo, hojas, trapos) podrían obstruir el sistema y causar problemas con el vaciado y, por consiguiente, no deben utilizarse. Cuando los materiales de limpieza en seco se desechan por separado en los inodoros con arrastre de agua, es necesario recolectarlos con los residuos sólidos y eliminarlos de manera segura, por ejemplo, por entierro o incineración. Las aguas grises se pueden manejar junto con las aguas negras en la misma tecnología de contención; otra opción es manejarlos por separado.

Transferencia: Dado que el lodo fecal sin tratar está cargado de patógenos, se debe evitar el contacto humano y la aplicación agrícola directa. El lodo retirado se debe transportar a una instalación específica de tratamiento

de lodo. Las tecnologías de transferencia que pueden utilizarse incluyen el vaciado y el transporte tanto manual como mecánico. En caso de no contar con acceso fácil a una instalación de tratamiento, se puede descargar el lodo fecal en una estación de transferencia. Desde allí, se transporta a la planta de tratamiento mediante una tecnología mecánica de transporte.

Tratamiento: Las tecnologías de tratamiento producirán efluente y también lodo, que pueden necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente de una instalación de tratamiento de lodo fecal se podría tratar junto con las aguas residuales en lagunas de estabilización de desechos o en humedales construidos.

Disposición o Uso final: Las opciones de uso final o eliminación definitiva del efluente tratado incluyen el riego, los estanques piscícolas, los estanques de plantas flotantes o la descarga a un cuerpo de agua superficial o a las aguas subterráneas. El lodo tratado puede usarse en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción.⁵

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: El usuario es responsable de la construcción del inodoro y del tanque séptico, pero es muy probable que pague a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza y las reparaciones del inodoro, incluida la losa, el asiento o plataforma para acucillarse y la superestructura y empleará a un proveedor de servicios de vaciado para evacuar periódicamente la fosa séptica.²

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y las tareas de mantenimiento en nombre de todos los usuarios y también un proveedor de servicios de vaciado.

Transferencia y tratamiento: En general, la operación y el mantenimiento de la parte de transferencia y tratamiento en este sistema están a cargo de proveedores de servicios privados y públicos que trabajan en conjunto; por ejemplo, el vaciado y el transporte los realizan proveedores de servicios privados, públicos o ambos, que llevan el lodo fecal a plantas de tratamiento operadas por proveedores de servicio públicos. Las plantas, las herramientas y el equipo utilizado en las etapas de transferencia y tratamiento, todos necesitarán un mantenimiento periódico practicado por los proveedores de servicio pertinentes.

Disposición o Uso final: Los principales usuarios finales de los productos de tratamiento serán los agricultores y el público en general y tendrán a su cargo el mantenimiento de todas las herramientas y los equipos que utilizan.⁶

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención (tanque séptico y pozo de absorción): El inodoro separa los usuarios de las excretas y el tanque séptico aísla en su interior las aguas negras y los patógenos del contacto de los seres humanos.

Durante las lluvias, el inodoro y el tanque séptico impermeable contienen las excretas frescas y evitan que sean arrastradas hacia las aguas superficiales y las cubiertas o las tapas del agujero de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores de enfermedades entren y salgan del tanque séptico.^{2,3}

El tanque séptico es impermeable pero el pozo de absorción es permeable y permite que el efluente penetre lentamente en el suelo circundante. Los patógenos que contenía el líquido son filtrados adsorbidos a las partículas o se extinguen durante su desplazamiento lento en la tierra.^{2,3}

Transferencia: La etapa de transferencia remueve el peligro de organismos patógenos del vecindario o la comunidad local hacia una planta de tratamiento. El método preferido es el vaciado mecánico con camiones aspiradores (o similares) equipados con mangueras de largo alcance, ya que reducen el contacto directo de los vaciadores con el lodo. No obstante, es indispensable que los trabajadores del vaciado y el transporte usen el equipo de protección personal y sigan los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es esencial el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene. Los vaciadores no deben entrar en una fosa séptica sino usar palas con mango largo a fin de extraer todo el lodo difícil de desplazar en el fondo.⁶

Tratamiento: A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, es indispensable que todos los trabajadores de la planta de tratamiento reciban capacitación sobre el empleo correcto de todas las herramientas y los equipos que operan, usen el equipo de protección personal apropiado y sigan los procedimientos normalizados de trabajo.⁶

Disposición o Uso final: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de usarlos como un tipo de compost para acondicionar el suelo, cuando se usan como combustible sólido o

aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos. El efluente necesitará estabilización e inactivación de los patógenos en una serie de estanques o humedales antes de usarlo como agua de riego para cultivos.^{5,7,8}

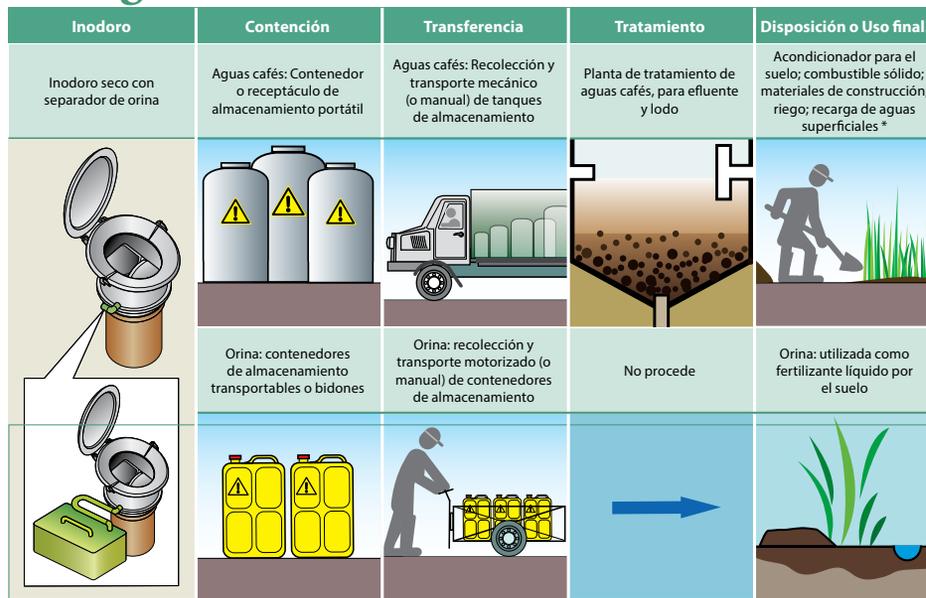
Para proteger su propia salud, la de sus colaboradores y del público en general, los usuarios finales tienen que llevar el equipo de protección apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo en conformidad con el nivel real de tratamiento y el uso final⁶

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2016). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
3. Reed R A, Scott R E, and Shaw R J. 2014. *WEDC Guide No. 25: Simple Pit Latrines*. WEDC, Loughborough University, UK.
4. Graham J, and Polizzotto M (2013). *Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review*. Environmental Health Perspectives.
5. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
6. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux*. Genève, Suisse.
7. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volumes I à IV*. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
8. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).

Inodoro seco con separador de orina y saneamiento a base de contenedores con tratamiento fuera del lugar de uso de todo el contenido



* Lodo: tratado y usado como acondicionador para el suelo, combustible sólido o materiales de construcción. Efluente: tratado y usado para el riego o recargar las aguas superficiales.

Resumen

Este sistema está diseñado para separar la orina y las heces de manera que permita un manejo independiente. Los afluentes al sistema pueden incluir heces, orina, agua de limpieza y materiales de limpieza en seco.

La principal tecnología del inodoro en este sistema es un inodoro seco con separador de orina, que permite manejar por separado la orina y las heces. Se puede instalar además un orinal. Existen varios diseños de inodoro con adaptaciones para las diferentes preferencias, por ejemplo, con un tercer desvío para el agua de limpieza.

La configuración del inodoro seco con separador de orina garantiza que las heces, el agua de limpieza o los materiales de limpieza en seco, que cuando se combinan forman aguas cafés relativamente espesas, pasan hacia un contenedor transportable. Este se suele denominar como receptáculo y es portátil. Una vez que el receptáculo de aguas cafés está lleno, se retira o se recolecta y se transporta para tratamiento mediante transporte mecánico o manual. Después del desaguado y el secado, las heces se pueden usar como combustible

sólido o con más frecuencia, se compostan junto con materias orgánicas y se aprovechan como acondicionador para el suelo.

Según la demanda para el uso final de la orina y las exigencias locales, el inodoro seco con separador de orina desvía la orina al suelo para infiltración en un pozo de absorción. Otra opción consiste en dirigirla hacia un contenedor portátil donde se almacena. La orina almacenada se puede recolectar y transportar para usarla en los campos vecinos, mediante tecnologías de transporte manuales o mecánicas, según se indica en el diagrama.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este es un sistema relativamente reciente, que se introduce sobre todo en ubicaciones urbanas densas, informales y en situaciones de emergencia, en especial donde el espacio es limitado o las condiciones del suelo no permiten la construcción de pozos y tanques subterráneos; cuando existe el riesgo

de inundación; el nivel freático es alto; no existe ninguna red de alcantarillado a la que puedan conectarse los usuarios; o donde los arrendatarios no pueden afrontar el costo de inversión superior de otras tecnologías de contención.

Costo: Los usuarios no suelen pagar ningún costo de inversión o costo inicial. En cambio, pagan una tarifa semanal o mensual al proveedor de servicios por la remoción de los cilindros llenos de aguas café y de orina (si es el caso) y su reemplazo por recipientes limpios y vacíos.

El costo de inversión de la planta de tratamiento y el costo de su operación y mantenimiento dependerá de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento. Estos costos se pueden reducir de manera considerable cuando el tratamiento de aguas café se puede asociar a una planta existente; sin embargo, donde es necesaria una nueva planta específica los costos pueden ser apreciables.

En general, este sistema es más apropiado cuando existe gran disposición y capacidad para pagar por el servicio en contenedores, donde se cuenta con una instalación adecuada para el tratamiento de aguas café y una demanda por los productos de uso final.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro y contención (receptáculos): Los inodoros con separador de orina que funcionan con un contenedor suelen ser unidades prefabricadas y modulares que se conectan directamente a los receptáculos en los cuales descargan. A menudo se fabrican de fibra de vidrio, plásticos rígidos y son relativamente livianos, portátiles, duraderos y fáciles de limpiar.

Se necesita otro sistema para las aguas pluviales y las aguas grises, ya que ninguna de ellas debe entrar en los receptáculos. Los inodoros deben estar diseñados para evitar que la lluvia y las aguas pluviales se introduzcan en los receptáculos.

Este sistema es apropiado para afluentes de aguas de limpieza y materiales de limpieza en seco fácilmente degradables. Sin embargo, los materiales rígidos o no degradables (por ejemplo, hojas, trapos) podrían obstruir el sistema y no deben usarse. En los casos en que los materiales de limpieza en seco se desechan por separado en los inodoros, deben recolectarse con los residuos sólidos y evacuarlos de manera segura, por ejemplo mediante entierro o incineración.

Transferencia: Puesto que las aguas café sin tratar están cargadas de patógenos, se debe evitar el contacto humano y la aplicación agrícola directa. Los contenedores sellados (idealmente) se deben transportar a una instalación de tratamiento específica mediante transporte manual o mecánico.

Tratamiento: El tratamiento de aguas café produce efluente y también lodo, que pueden necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente producido por desaguado se podría tratar junto con las aguas residuales en lagunas de estabilización de desechos o en humedales construidos.

Disposición o Uso final: Las aguas café tratadas se pueden usar ya sea en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción.

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención (receptáculo): La operación de la etapa del inodoro, la contención y la transferencia a menudo está a cargo de una empresa privada (proveedor de servicios), que es responsable de proveer al usuario un inodoro, uno o varios receptáculos e instrucciones sobre su operación y mantenimiento.

El usuario es responsable de la limpieza del inodoro y el mantenimiento del cubículo del inodoro. En los inodoros compartidos se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios.

Transferencia: Los servicios del proveedor también incluirán el reemplazo periódico (a la demanda o con intervalos fijos) de un receptáculo lleno de aguas café por un receptáculo limpio y vacío y la remoción y el transporte del receptáculo lleno para tratamiento. Cuando la orina se almacena en un receptáculo, el servicio también puede incluir la remoción y el transporte de un receptáculo lleno de orina y su reemplazo por uno vacío. El proveedor de servicios será responsable de la limpieza de todos los receptáculos y el mantenimiento de todo el equipo de transporte.

Tratamiento: El funcionamiento correcto y el mantenimiento adecuado de las tecnologías de tratamiento son requisitos primordiales. En la mayoría de situaciones su gestión tiene lugar al nivel municipal o regional. En el caso de sistemas más locales y a pequeña escala, la gestión y la organización de la operación y el mantenimiento del servicio de recolección y transporte y la planta de tratamiento están a cargo de proveedores de servicio privados en el ámbito de la comunidad. Toda la maquinaria, las herramientas y los equipos utilizados en la etapa de tratamiento necesitarán un mantenimiento periódico prestado por el proveedor de servicio pertinente.

Disposición o Uso final: Los principales usuarios finales de los productos de tratamiento serán los agricultores y el público en general y tendrán a su cargo el mantenimiento de todas las herramientas y los equipos que utilizan.²

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro: El inodoro separa las excretas del contacto directo con los seres humanos, y las cubiertas o tapas de los agujeros de defecación disminuyen la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan de los receptáculos.

Contención (receptáculos): La orina se tiene que almacenar antes de utilizarla en receptáculos sellados o descargarla directamente a la tierra; ambos son métodos de protección de salud pública cuando se operan correctamente.²

Los receptáculos herméticos al agua aíslan las aguas café del contacto humano y garantizan que no se contaminen las aguas superficiales y las aguas subterráneas. Luego, la etapa de transferencia remueve los patógenos contenidos en las aguas café, del vecindario o la comunidad local, hacia una planta de tratamiento.

Transferencia: A fin de reducir el riesgo de exposición por derramamientos cuando se desplazan y transportan los receptáculos llenos para tratamiento, todos los trabajadores tienen que usar el equipo de protección personal y es indispensable que sigan los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es esencial el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene.²

Tratamiento: A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta de tratamiento tienen que recibir capacitación sobre el uso correcto de todas las herramientas y los equipos que operan, usar el equipo de protección personal apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo.²

Disposición o Uso final: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en las aguas café, mediante

remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, es necesario desaguar y secar las aguas café espesas y luego compostarlas junto con materias orgánicas, antes de usarlas como un tipo de compost para acondicionar el suelo, pero para usarlas como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlas y secarlas.^{3,4}

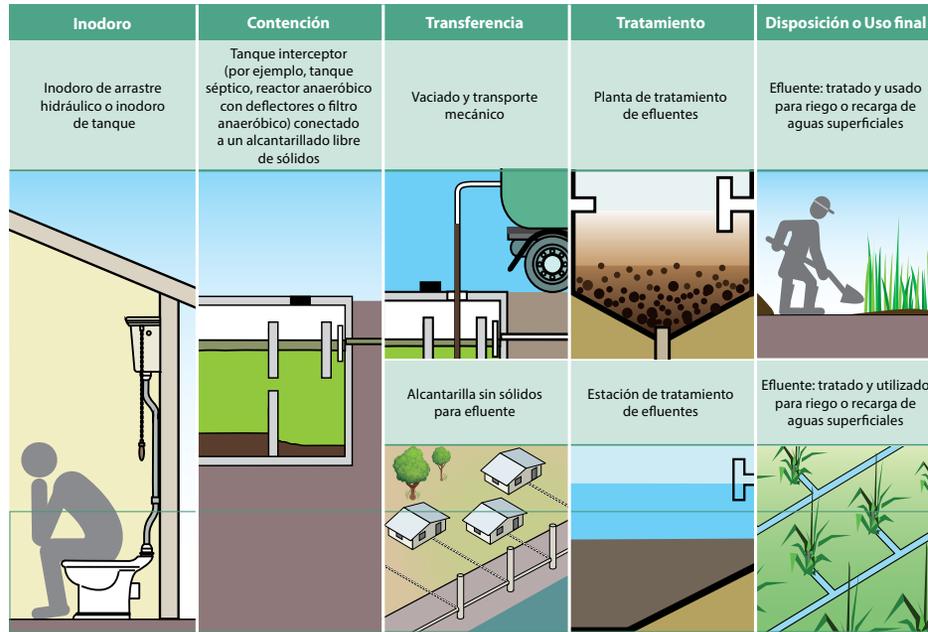
Para proteger su propia salud, la de sus colaboradores y del público en general, los usuarios finales tienen que llevar el equipo de protección apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo en conformidad con el nivel real de tratamiento y el uso final.²

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2016). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux*. Genève, Suisse.
3. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
4. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volumes I à IV*. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

Inodoro con arrastre de agua, con tanque séptico, alcantarillado y tratamiento de lodo fecal y efluente fuera del lugar de uso



Resumen

Este sistema se caracteriza por el uso de una tecnología de contención en el ámbito del hogar para extraer y digerir sólidos sedimentables de las aguas negras y un sistema de alcantarillado para transportar el efluente a una planta de tratamiento.

Los afluentes al sistema pueden incluir heces, orina, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco y aguas grises.

Existen dos tecnologías de inodoro que pueden utilizarse con este sistema, a saber: un inodoro de arrastre hidráulico o un inodoro de tanque. Además, podría usarse un orinal. Este sistema es equivalente al sistema de la hoja informativa 7 (inodoro con arrastre de agua con tanque séptico e infiltración del efluente y tratamiento de lodo fecal fuera del lugar de uso), excepto que el manejo del efluente generado durante la contención de las aguas negras es diferente: el efluente de los tanques sépticos, los reactores anaeróbicos con deflectores o los filtros anaeróbicos se transporta a

una planta de tratamiento por un alcantarillado libre de sólidos.

Las tecnologías de contención actúan como “tanques interceptores” y permiten usar alcantarillas de diámetro menor, dado que el efluente está exento de sólidos sedimentables.

El sistema de alcantarillado transporta el efluente a una planta de tratamiento donde se trata y producirá lodo y también efluente, que pueden necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema es especialmente conveniente en asentamientos urbanos donde el suelo no es apropiado para la infiltración del efluente. Puesto que la red de alcantarillado es poco profunda e (idealmente) hermética al agua, también se adapta a las zonas con napas freáticas altas. Este sistema se puede utilizar como

una forma de renovar las tecnologías de contención existentes que no funcionan bien (por ejemplo, tanques sépticos) al aportar un mejor tratamiento.

Tiene que existir un suministro constante de agua para evitar la obstrucción de las alcantarillas.

Costo: Para el usuario, la inversión de capital con este sistema es considerable (excavación e instalación de un tanque interceptor), pero varios hogares pueden compartir los costos si el sistema está diseñado para un mayor número de usuarios. El mantenimiento puede ser costoso, según la frecuencia y el método del vaciado del tanque. Con el transporte del efluente por el alcantarillado hasta una planta de tratamiento, la inversión de capital es considerable. Sin embargo, el costo del diseño y la instalación de las alcantarillas sin sólidos será notablemente inferior al costo de una red de alcantarillado convencional por gravedad.

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

En general, este sistema es sumamente apropiado cuando existe gran disposición y capacidad para pagar el costo de inversión y los costos de mantenimiento y donde se cuenta con una instalación de tratamiento adecuada.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren a la fosa.

Contención: Este sistema a base de agua es apropiado para afluentes de agua de limpieza y, puesto que los sólidos se sedimentan y se digieren en el lugar de uso, también se pueden utilizar los materiales de limpieza en seco que se degraden fácilmente. Sin embargo, los materiales rígidos o no degradables (por ejemplo, hojas, trapos) podrían obstruir el sistema y causar problemas con el vaciado y, por consiguiente, no deben utilizarse. Cuando los materiales de limpieza en seco se desechan por separado en los inodoros con arrastre de agua, es necesario recolectarlos con los residuos sólidos y eliminarlos de manera segura, por ejemplo por entierro o incineración.

Disposición o Uso final: Las opciones de uso final o evacuación del efluente tratado incluyen el riego, los estanques piscícolas, los estanques de plantas flotantes o la descarga a una masa de agua superficial o a las aguas subterráneas.²

El lodo tratado se puede usar en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo en materiales de construcción.

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro y contención: El usuario es responsable de la construcción del inodoro y el tanque interceptor, pero es muy probable que pague a un albañil para llevar a cabo el trabajo. El usuario tendrá a su cargo la limpieza del inodoro y con frecuencia pagará a un proveedor de servicios de vaciado para evacuar periódicamente el tanque interceptor.

En las instalaciones compartidas se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios y también un proveedor de servicios de vaciado.

Transferencia, tratamiento y disposición o uso final: El éxito de este sistema depende de los sistemas de transferencia. Tiene que existir un método sistemático y asequible para vaciar el lodo de los tanques interceptores, ya que el mantenimiento deficiente del tanque de un usuario podría tener impactos negativos en toda la red de alcantarillado.

En general, la operación y el mantenimiento de las tecnologías están a cargo de proveedores de servicio privados y públicos que trabajan en conjunto; por ejemplo, el vaciado y el transporte los realizan proveedores de servicios privados, públicos o ambos, que mantienen la red de alcantarillado y también llevan el lodo fecal a plantas de tratamiento operadas por proveedores de servicio públicos.

El funcionamiento correcto y el mantenimiento adecuado de las tecnologías de tratamiento de lodo y efluentes son requisitos primordiales. En la mayoría de situaciones su gestión tiene lugar al nivel municipal o regional. En el caso de sistemas más locales y a pequeña escala, la gestión y la organización de la operación y el mantenimiento del servicio de vaciado y transporte, la red de alcantarillado y la planta de tratamiento, tienen lugar en el ámbito de la comunidad.³

Es importante señalar que con este sistema, toda la maquinaria, las herramientas y los equipos utilizados en las etapas de transferencia, tratamiento y disposición o uso final necesitarán un mantenimiento periódico practicado por proveedores de servicios.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro: El inodoro separa a los usuarios de las excretas y el tanque interceptor impermeable aísla en su interior las aguas negras y los patógenos del contacto humano.

Durante las lluvias, la losa y el tanque interceptor impermeable contienen las excretas frescas y evitan

que sean arrastradas hacia las aguas superficiales y el sello hidráulico reduce los olores, las molestias y la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del tanque.

Transferencia: La etapa de transferencia remueve el peligro de los patógenos del vecindario o la comunidad local hacia una planta de tratamiento. La red de alcantarillado hermética al agua, aísla las aguas negras del contacto físico humano y garantiza que no se contaminen las aguas subterráneas.

El método preferido es el vaciado mecánico con camiones aspiradores (o similares) equipados con mangueras de largo alcance, ya que reducen el contacto directo de los vaciadores con el lodo. No obstante, es indispensable que los trabajadores del vaciado y el transporte usen el equipo de protección personal y sigan los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es esencial el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene. Los vaciadores no deben entrar en el tanque interceptor sino usar palas con mango largo para extraer todo el lodo difícil de desplazar en el fondo.⁴

Tratamiento y disposición o uso final: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de usarlo como un tipo de compost para acondicionar el suelo, cuando se usan como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos. El efluente necesitará estabilización e inactivación de los patógenos en una serie de estanques o humedales antes de usarlo como agua de riego para cultivos.^{2,5,6}

A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y

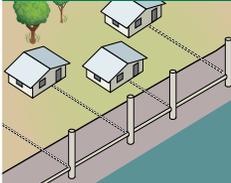
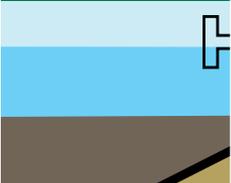
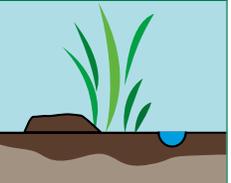
dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta tienen que usar el equipo de protección personal adecuado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo.⁴

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2016). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée.* Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management.* Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
3. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff.* Geneva, Switzerland.
4. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excréta et des eaux.* Genève, Suisse.
5. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volumes I à IV.* Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
6. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems.* Stockholm Environment Institute (SEI).

Inodoro con arrastre de agua, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales fuera del lugar de uso

Inodoro	Transferencia	Tratamiento	Disposición o Uso final
Inodoro de arrastre hidráulico o inodoro de tanque	Alcantarillado simplificado o convencional por gravedad	Planta de tratamiento de aguas residuales, para aguas residuales y lodo de aguas residuales	Acondicionador para el suelo; combustible sólido; materiales de construcción; riego; recarga de aguas superficiales*
			

* Lodo: tratado y usado como acondicionador para el suelo, combustible sólido o materiales de construcción. Efluente: tratado y usado para el riego o recargar las aguas superficiales.

Resumen

Este es un sistema de alcantarillado a base de agua en el cual las aguas residuales se transportan a una planta de tratamiento. Es importante señalar que a diferencia del sistema descrito en la hoja informativa 9, en este sistema no hay ningún tanque interceptor (es decir, una tecnología de contención como un tanque séptico).

Los afluentes al sistema incluyen heces, orina, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco, aguas grises y posiblemente aguas pluviales.

Existen dos tecnologías de inodoro que pueden utilizarse con este sistema: un inodoro de arrastre hidráulico o un inodoro de tanque. Además, podría usarse un orinal. Las aguas negras que se generan en el inodoro junto con las aguas grises se transfieren directamente a una planta de tratamiento por una red de alcantarillado convencional por gravedad o una red de alcantarillado simplificado.

Puesto que no existe ninguna contención, todas las aguas negras se transportan a una planta de tratamiento donde se utiliza una combinación de tecnologías a fin de producir efluente tratado para su disposición o uso final y lodo de aguas residuales. Este lodo necesita tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema es especialmente apropiado para los asentamientos urbanos y periurbanos densos,

donde no hay o es muy reducido el espacio para las tecnologías de contención o vaciado in situ. El sistema no es adecuado para las zonas rurales con densidad baja de viviendas.

Puesto que la red de alcantarillado (idealmente) es hermética al agua, también puede aplicarse en zonas con napas freáticas altas.

El sistema requiere un suministro constante de agua para el arrastre a fin de garantizar que no se obstruyan las alcantarillas.

Costo: La inversión de capital para este sistema puede ser muy alta. Los alcantarillados convencionales por gravedad requieren excavación extensa e instalación que son costosas; en comparación, los alcantarillados simplificados usan tuberías con diámetro más pequeño y se instalan a menor profundidad, con una menor pendiente, de manera que suelen ser más económicos.

Es posible que los usuarios tengan que pagar una tasa de conexión y tasas periódicas por el uso y el mantenimiento del sistema; la cuantía de las tasas dependerá del acuerdo de operación y mantenimiento y de si la topografía local exige el bombeo de las aguas negras para llegar a la planta de tratamiento.

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

En general, este sistema es más apropiado cuando existe gran disposición y capacidad para pagar el costo de inversión y los costos de mantenimiento y donde se cuenta con una instalación de tratamiento adecuada.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al alcantarillado.

Transferencia: Este sistema a base de agua es apropiado para afluentes como el agua de limpieza y también se pueden utilizar los materiales de limpieza en seco que se degraden fácilmente. Sin embargo, los materiales rígidos o no degradables (por ejemplo, hojas, trapos) podrían obstruir el sistema y no deben usarse. En los casos donde los materiales de limpieza en seco se desechan por separado en los inodoros con arrastre de agua, es necesario recolectarlos con los residuos sólidos y eliminarlos de manera segura, por ejemplo por enterramiento o incineración.

La inclusión de las aguas grises en la tecnología de transferencia contribuye a evitar la acumulación de sólidos en las alcantarillas y las aguas pluviales también podrían añadirse a la red de alcantarillado por gravedad. Sin embargo, esto diluiría las aguas residuales y exigiría desagües para aguas pluviales. Por esta razón se prefieren otros métodos como la retención e infiltración local de las aguas pluviales o un sistema separado de drenaje para la lluvia y las aguas pluviales.

Tratamiento: Normalmente, la tecnología de tratamiento de aguas residuales constará de una serie de estanques o humedales que pueden producir un efluente estabilizado sin patógenos, que es apropiado para uso como agua de riego de cultivos. Además del efluente, la tecnología de tratamiento producirá lodo de aguas residuales que puede necesitar tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final. Por ejemplo, el lodo desaguado y seco de las aguas residuales puede usarse como combustible sólido o como aditivo para materiales de construcción.

Disposición o Uso final: Las opciones de uso final o evacuación del efluente tratado incluyen el riego, los estanques piscícolas, los estanques de plantas flotantes o la descarga a un cuerpo de agua superficial o a las aguas subterráneas.²

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro: El usuario es responsable de la construcción, el mantenimiento y la limpieza del inodoro.

En los inodoros compartidos se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar

la superestructura) en nombre de todos los usuarios y también un proveedor de servicios de vaciado.

Transferencia: Según el tipo de alcantarillado y la estructura de gestión (simplificado comparado con convencional; operado por la ciudad o gestión comunitaria) el usuario tendrá grados variables de responsabilidades de operación y mantenimiento. Donde existe un alcantarillado convencional, gestionado por la ciudad, la participación de los usuarios se limitará a pagar las tarifas por el uso y notificar los problemas al proveedor de servicios. Por el contrario, cuando se utiliza un alcantarillado simplificado operado por la comunidad, los usuarios pueden contribuir a la organización comunitaria de la inspección, la reparación o la desobstrucción de la línea de alcantarillado.³

Tratamiento: El funcionamiento correcto y el mantenimiento adecuado de las tecnologías de tratamiento de lodo son requisitos primordiales. En la mayoría de situaciones su gestión tiene lugar al nivel municipal o regional. En el caso de sistemas a pequeña escala, la gestión y la organización de la planta de tratamiento tienen lugar en el ámbito de la comunidad. Toda la maquinaria, las herramientas y los equipos utilizados en la etapa de tratamiento necesitarán un mantenimiento periódico practicado por el proveedor de servicio pertinente.

Disposición o Uso final: Los principales usuarios finales de los productos de tratamiento serán los agricultores y el público en general y tendrán a su cargo el mantenimiento de todas las herramientas y los equipos que utilizan.⁴

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro: El inodoro separa las excretas del contacto directo con los seres humanos, y el sello hidráulico reduce los olores, las molestias y la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del alcantarillado.

Transferencia: La etapa de transferencia remueve los patógenos contenidos en las aguas negras del vecindario o la comunidad local hacia una planta de tratamiento. La red de alcantarillado (idealmente) hermética al agua aísla las aguas negras del contacto físico humano y garantiza que no se contaminen las aguas subterráneas.

Puesto que las aguas negras contienen patógenos, al desobstruir o reparar las alcantarillas, los trabajadores tienen que usar el equipo de protección personal y seguir los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es indispensable el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene.⁴

Tratamiento: A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta de tratamiento tienen que recibir capacitación sobre el uso correcto de todas las herramientas y equipos que operan, usar el equipo de protección personal apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo.⁴

Disposición o Uso final: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente requiere estabilización e inactivación de patógenos en una serie de estanques o humedales antes de usarlo como agua de riego para cultivos. Aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de usarlos como un tipo de compost para acondicionar el suelo, cuando se usan como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos.^{2,5,6}

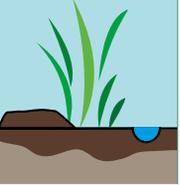
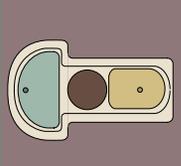
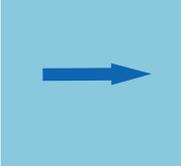
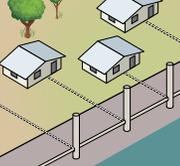
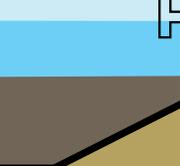
Para proteger su propia salud, la de sus colaboradores y del público en general, los usuarios finales tienen que llevar el equipo de protección apropiado y seguir los procedimientos normalizados de trabajo en conformidad con el nivel real de tratamiento y el uso final.⁴

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2016). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
2. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
3. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
4. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux*. Genève, Suisse.
5. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volumes I à IV*. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
6. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).

Inodoro de tanque con separador de orina, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fuera del lugar de uso

Inodoro	Contención	Transferencia	Tratamiento	Disposición o Uso final
Inodoro de tanque con separador de orina	Orina: Bidones o tanques	Orina: Transporte manual o mecánico	Ninguno	Orina: usada para riego
				
	No procede	Aguas cafés: alcantarillado simplificado o convencional por gravedad	Planta de tratamiento de lodo, aguas cafés y aguas residuales	Acondicionador para el suelo; combustible sólido; materiales de construcción; riego; recarga de aguas superficiales*
				

* Acondicionador para el suelo; combustible sólido; materiales de construcción; riego; recarga de aguas superficiales*

Resumen

Este es un sistema a base de agua que requiere un inodoro de tanque con separador de orina y alcantarillado. Este es un inodoro especial que permite la recogida independiente de la orina sin agua, aunque usa agua para arrastrar las heces.

Los afluentes al sistema pueden incluir heces, orina, agua de arrastre, agua de limpieza, materiales de limpieza en seco, aguas grises y posiblemente aguas pluviales.

La principal tecnología de inodoro para este sistema es el inodoro de tanque con separador de orina. Además podría usarse un orinal. Las aguas cafés y la orina se separan en el inodoro. Las aguas cafés circundan el tanque de almacenamiento de orina y se transfieren a una planta de tratamiento por una red de alcantarillado simplificada o convencional por gravedad.

Las aguas cafés se tratan en una planta de tratamiento donde se utiliza una combinación de tecnologías a fin de producir el efluente tratado para su uso final o evacuación y el lodo de aguas residuales. Este lodo necesita

tratamiento suplementario antes de su disposición o uso final.

La orina separada en el inodoro se recoge en un tanque de almacenamiento. La orina almacenada se puede manipular fácilmente y con poco riesgo porque es casi estéril. Dado su contenido alto en nutrientes, la orina se puede usar como un buen fertilizante líquido. La orina almacenada se transporta por tecnologías manuales o mecánicas. Otra opción consiste en desviar la orina a la tierra directamente para infiltración en un pozo de absorción.

Aplicabilidad

Conveniencia: Este sistema solo es apropiado donde existe un uso final y por consiguiente una necesidad de orina separada o cuando se busca limitar el consumo de agua usando un inodoro de tanque con bajo arrastre y separador de orina (aunque el sistema necesita una fuente constante de agua).

Según el tipo de alcantarillado que se use, este sistema puede ser adaptado para zonas urbanas y periurbanas densas. No es adecuado en zonas rurales con densidad baja de viviendas. Puesto que la red de alcantarillado (idealmente) es hermética al agua, también puede aplicarse en zonas con napas freáticas altas.

Costo: Los inodoros de tanque con separador de orina no son comunes y el costo de inversión de este sistema puede ser muy alto. Esto se debe, en parte, al hecho de que existe poca competencia en el mercado de este inodoro y también a que el sistema de plomería doble exige mano de obra muy calificada. Los alcantarillados convencionales por gravedad requieren excavación extensa e instalación que son costosas, pero los alcantarillados simplificados suelen ser más económicos si las condiciones del lugar permiten un diseño condominial.

Es posible que los usuarios tengan que pagar una tasa de conexión y tasas periódicas por el uso y el mantenimiento del sistema; la cuantía de las tasas dependerá del acuerdo de operación y mantenimiento.

El costo de inversión de la planta de tratamiento también puede ser considerable, pero los costos de mantenimiento de esta planta dependerán de la tecnología escogida y la energía necesaria para su funcionamiento.

En general, este sistema es más apropiado cuando existe gran disposición y capacidad para pagar el costo de inversión y los costos de mantenimiento y donde se cuenta con una instalación de tratamiento adecuada.

Aspectos relacionados con el diseño

Inodoro: El inodoro se debe fabricar en hormigón, fibra de vidrio, porcelana o acero inoxidable a fin de facilitar la limpieza, y su diseño debe evitar que las aguas pluviales se infiltren o entren al alcantarillado.

Este sistema a base de agua es apropiado para afluentes como el agua de limpieza y también se pueden utilizar los materiales de limpieza en seco que se degraden fácilmente. Sin embargo, los materiales rígidos o no degradables (por ejemplo, hojas, trapos) podrían obstruir el sistema y no deben usarse. En los casos donde los materiales de limpieza en seco se recogen por separado en los inodoros de tanque, es necesario recolectarlos con los residuos sólidos y eliminarlos de manera segura, por ejemplo, por entierro o incineración.

Transferencia: La red de alcantarillado por gravedad puede transportar las aguas grises para el tratamiento, donde los flujos combinados se tratan juntos. Las aguas pluviales también podrían añadirse a la red de alcantarillado por gravedad, sin embargo, esto diluiría las aguas residuales y exigiría desagües para aguas pluviales. Por esta razón se prefieren otros métodos como la retención e infiltración local de las aguas pluviales o un sistema separado de drenaje para la lluvia y las aguas pluviales.

Disposición o Uso final: Las opciones de uso final o evacuación del efluente tratado incluyen el riego, los

estanques piscícolas, los estanques de plantas flotantes o la descarga a un cuerpo de agua superficial o a las aguas subterráneas.²

El lodo tratado se puede usar en agricultura como acondicionador para el suelo, como combustible sólido o aditivo en materiales de construcción.³

Aspectos operativos y de mantenimiento

Inodoro: El usuario es responsable de la construcción, el mantenimiento y la limpieza del inodoro de tanque con separador de orina.

En los inodoros compartidos se debe designar la persona (o personas) que se ocupará de la limpieza y otras tareas de mantenimiento (por ejemplo, reparar la superestructura) en nombre de todos los usuarios y también un proveedor de servicios de transporte de orina.

Transferencia: Según el tipo de alcantarillado y la estructura de gestión (simplificado comparado con convencional; operado por la ciudad o gestión comunitaria) el usuario tendrá grados variables de responsabilidades de operación y mantenimiento.⁴

Tratamiento y disposición o uso final: El funcionamiento correcto y el mantenimiento adecuado de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales son requisitos primordiales. En la mayoría de situaciones su gestión tiene lugar al nivel municipal o regional. En el caso de sistemas a pequeña escala, la gestión y la organización del servicio de transporte de orina, la red de alcantarillado y la planta de tratamiento tienen lugar en el ámbito de la comunidad.⁴

Es importante señalar que con este sistema, toda la maquinaria, las herramientas y los equipos utilizados en las etapas de transferencia, tratamiento y disposición o uso final necesitarán un mantenimiento periódico practicado por proveedores de servicios.

Mecanismos para proteger la salud pública

Inodoro y contención: El inodoro separa las excretas del contacto directo con los seres humanos, y el sello hidráulico reduce los olores, las molestias y la transmisión de enfermedades al evitar que los vectores entren y salgan del alcantarillado.

La orina entraña poco riesgo para la salud pues es casi estéril y el almacenamiento antes de usarla en contenedores sellados es un método de protección de salud pública.⁵ En zonas donde la esquistosomiasis es endémica, la orina no debe usarse en la agricultura a base de agua, como los arrozales.

Transferencia: La etapa de transferencia extrae las aguas café cargadas de patógenos del vecindario o la

comunidad local hacia una planta de tratamiento. La red de alcantarillado (idealmente) hermética al agua aísla las aguas cafés del contacto físico humano y garantiza que no se contaminen las aguas subterráneas.

Al desobstruir o reparar las alcantarillas, todos los trabajadores tienen que usar el equipo de protección personal y seguir los procedimientos normalizados de trabajo. Por ejemplo, es indispensable el uso de botas, guantes, máscaras y ropa que cubra el cuerpo entero, además de estaciones de lavado y tener prácticas correctas de higiene.⁵

Tratamiento y uso final o eliminación definitiva: Cuando el diseño, la construcción y la operación de las tecnologías de tratamiento son correctos, es posible combinarlas a fin de reducir el peligro de los patógenos en el efluente o los lodos mediante remoción, disminución de la cantidad o inactivación hasta lograr la concentración apropiada para la práctica prevista de disposición o uso final. Por ejemplo, el efluente requiere estabilización e inactivación de patógenos en una serie de estanques o humedales antes de usarlo como agua de riego para cultivos. Aunque los lodos exigen desagüe y secado y luego se deben compostar junto con materias orgánicas antes de usarlos como un tipo de compost para acondicionar el suelo, cuando se usan como combustible sólido o aditivo para materiales de construcción solo es necesario desaguarlos y secarlos.^{2,3,6}

A fin de reducir el riesgo de exposición de la comunidad local, es indispensable instalar en todas las plantas de tratamiento una cerca de seguridad para evitar la entrada de personas al sitio. Con fines de protección de la salud de los trabajadores cuando operan la planta y dan mantenimiento a las herramientas y los equipos, todos los trabajadores de la planta de tratamiento deben usar equipo de protección apropiado y seguir procedimientos normalizados de trabajo.

Referencias

El contenido de esta hoja informativa se ha basado en Tilley, et al.¹ a menos que se indique algo diferente.

1. Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Schertenleib R, and Zurbrügg C (2016). *Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Deuxième édition actualisée*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
 2. Strande L (2017). *Introduction to Faecal Sludge Management*. Online Course available at: www.sandec.ch/fsm_tools (accessed March 2017). Sandec: Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
 3. Stenström T A, Seidu R, Ekane N and Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm Environment Institute (SEI).
 4. Brikké F, and Bredero M (2003). *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation. A reference document for planners and project staff*. Geneva, Switzerland.
 5. Organisation mondiale de la Santé (2016). *Planification de la gestion de la sécurité sanitaire de l'assainissement – Manuel pour une utilisation et une élimination sûre des eaux usées, des excreta et des eaux*. Genève, Suisse.
 6. Organisation mondiale de la Santé (2012). *Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volumes I à IV*. Organisation mondiale de la Santé. Genève, Suisse.
-

Anexo 2

GLOSARIO

Agua de arrastre

Es el agua vertida en la interfase del usuario con el fin de transportar el contenido o limpiarlo.

Agua de limpieza

El agua usada para la limpieza después de defecar y orinar; la generan quienes usan agua, en lugar de materiales para la limpieza en seco. El volumen de agua usada con este fin suele oscilar entre 0,5 l a 3 l.

Aguas café

Aguas café designa la mezcla de las heces y el agua de arrastre y no contiene orina. Se generan en los inodoros de arrastre con separador de orina y, por consiguiente, el volumen depende del volumen de agua de arrastre usado. La carga de patógenos y nutrientes de las heces no está reducida, solo diluida por el agua de arrastre. Las aguas café también pueden incluir agua (cuando se usa agua en la limpieza anal) y materiales de limpieza en seco.

Aguas grises

El agua gris es el volumen total del agua generada en el hogar, pero no de los inodoros.

Aguas negras

Aguas negras designa la mezcla de orina, heces y agua de arrastre junto con el agua de limpieza anal (cuando se usa agua en la limpieza) o materiales de limpieza en seco. Las aguas negras contienen los patógenos de las heces y la orina y los nutrientes de la orina que se diluyen en el agua de arrastre.

Aguas pluviales

Aguas pluviales es el término general para la escorrentía de aguas de lluvia recogida de los techos, los caminos y otras superficies antes de que fluya hacia las tierras bajas. Es la porción de la precipitación que no se filtra en el suelo.

Aguas residuales

En el presente documento se refiere a los desechos

transferidos por una alcantarilla, por oposición al lodo fecal, que no se transfiere por alcantarillas.

Alcantarilla

Una tubería subterránea que transporta aguas negras, aguas grises y, en algunos casos, aguas pluviales (alcantarilla combinada) de hogares individuales y otros usuarios hacia las plantas de tratamiento, por gravedad o mediante bombas, cuando es necesario.

Alcantarillado separado

Un sistema de alcantarillado que puede llevar aguas negras y aguas grises, pero del cual se excluyen las aguas pluviales.

Alcantarillado combinado

Red de alcantarillado que evacúa por las mismas tuberías las aguas negras y la escorrentía de las aguas pluviales.

Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD)

Parámetro poblacional referido a los años de vida perdidos por enfermedad, ya sea debido a la morbilidad o la mortalidad.

Biogás

El biogás es el nombre común dado a la mezcla de gases liberados por la digestión anaeróbica. El biogás se compone de metano (50% a 75%), dióxido de carbono (25% a 50%) y cantidades variables de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, vapor de agua y otros componentes. El biogás se puede recoger y quemar para combustible (como propano).

Biomasa

La biomasa se refiere a los animales o las plantas cultivados usando agua o nutrientes que fluyen en un sistema de saneamiento. La biomasa puede incluir peces, insectos, verduras, fruta, forraje u otros cultivos útiles que pueden emplearse en los alimentos para consumo humano, los alimentos para animales, la fibra y la producción de combustibles.

Cadena de servicios de saneamiento

Todos los componentes y procesos que incluye un sistema de saneamiento, desde la captación y contención en el inodoro, al vaciado, transporte, tratamiento (en el lugar de uso o fuera del mismo) y la disposición o uso final.

Canal

Drenaje abierto que se emplea para transportar aguas grises, aguas superficiales o aguas pluviales.

Compost

El compost es una sustancia orgánica descompuesta como resultado de un proceso de descomposición aeróbica controlada.

Comunidad local

En el presente documento se refiere a las personas que viven o trabajan cerca o aguas abajo del sistema de saneamiento y pueden ser afectadas activamente o pasivamente.

Consumidores aguas abajo

En el presente documento se refiere al público en general más amplio (por ejemplo, agricultores) que usa productos del saneamiento (por ejemplo, compost o agua) o consume productos (por ejemplo, peces o cultivos) que se elaboran a partir de productos del saneamiento y pueden ser afectados activamente o pasivamente.

Contención

La contención describe los modos de recolección, almacenamiento y en ocasiones de tratamiento de los productos generados en el inodoro (o interfase del usuario). El tratamiento proporcionado por estas tecnologías consiste a menudo en una función de almacenamiento y suele ser pasivo (por ejemplo, no exige ningún insumo de energía). Por lo tanto, los productos "tratados" mediante estas tecnologías con frecuencia necesitan un tratamiento posterior antes del uso o la eliminación.

Demanda bioquímica de oxígeno

Medida de la cantidad de oxígeno usado por los microorganismos para degradar la materia orgánica. La demanda de oxígeno se reduce con la estabilización y puede lograrse mediante tratamiento aeróbico o anaeróbico.

Desagüe

Una salida para el exceso de aguas residuales.

Descarga

Una tubería u orificio mediante el cual se evacúan las aguas residuales o se ventila un gas.

D150

La dosis a la cual 50% de las personas contraerían la infección; o una probabilidad de infección = 0,5.

Directrices de la OMS

Una directriz de la OMS es todo documento que contiene recomendaciones sobre las intervenciones de salud, ya sean recomendaciones clínicas, de salud pública o de políticas.

Efluente

Efluente es el término general atribuido a un líquido que deja una tecnología, de ordinario, después de que las aguas negras o el lodo fecal han pasado por la separación de los elementos sólidos o después de algún otro tipo de tratamiento.

Estabilización

Proceso logrado mediante la biodegradación de las moléculas que se descomponen más fácilmente y producen lodo fecal con una menor demanda de oxígeno. Es un objetivo de tratamiento de las tecnologías de tratamiento y produce un lodo fecal que contiene moléculas orgánicas a base de carbono que no se degradan fácilmente y están conformadas por moléculas más estables y complejas.

Estatuto

Un reglamento formulado por una autoridad o una empresa local; una regla establecida por una empresa o sociedad a fin de controlar las acciones de sus miembros.

Evento peligroso

Todo incidente o situación que:

- Introduce o libera el peligro al medio ambiente en el cual viven o trabajan seres humanos o
- Amplifica la concentración de un peligro en el medio ambiente en el cual viven o trabajan seres humanos o
- No logra eliminar un peligro del entorno humano.

Excretas

La orina y las heces.

Exposición

Contacto de un agente químico, físico o biológico con el límite exterior de un organismo (por ejemplo, por inhalación, ingestión o contacto dérmico [piel]).

Gestión de nutrientes

Es el objetivo de las tecnologías de tratamiento, en especial para la gestión de nitrógeno, fósforo y potasio.

Heces

Es el excremento (semisólido) que no está mezclado con orina ni agua.

Inodoro

La interfase del usuario con el sistema de saneamiento, donde se captan las excretas; puede incorporar cualquier tipo de asiento de inodoro o losa, pedestal, taza de letrina u orinal. Existen varios tipos de inodoro, por ejemplo inodoros de arrastre hidráulico o inodoros de tanque, inodoros secos e inodoros con separador de orina.

Inodoro compartido

Un inodoro único compartido entre dos o más hogares.

Inodoro público

Inodoro no restringido a usuarios específicos; su manejo puede ser formal o informal.

Inspección sanitaria

Una inspección sanitaria es una inspección y evaluación en el lugar, por personas calificadas que revisan todas las condiciones, los dispositivos y las prácticas del sistema de saneamiento que suponen un peligro real o posible para la salud y el bienestar de los diferentes grupos expuestos. Es una actividad que implica encontrar hechos que detectan deficiencias del sistema, no solo fuentes posibles de eventos peligrosos, sino también insuficiencias y falta de integridad en el sistema o que podrían dar lugar a eventos peligrosos.

Interfase del usuario

La interfase del usuario describe el tipo de inodoro, pedestal, taza u orinal con el cual entra en contacto el usuario; es el medio por el cual el usuario obtiene acceso al sistema de saneamiento.

Legislación

Las leyes, consideradas en su conjunto, además del proceso de formularlas o promulgarlas.

Lodo fecal

El lodo fecal proviene de las tecnologías de saneamiento in situ (por ejemplo, letrinas, inodoros públicos que no están conectados al alcantarillado, tanques sépticos, letrinas de pozo y letrinas de pozo anegado) y no se ha transferido a una alcantarilla. Puede ser crudo o parcialmente digerido, una pasta aguada o semisólido y resulta de la recogida y almacenamiento con o sin tratamiento de excretas o aguas negras, con o sin aguas grises. Los residuos sépticos, es decir los lodos recogidos en los tanques sépticos se incluyen en este término (véase también excretas).

Cuerpo de agua

Toda acumulación importante de agua, tanto natural como producida por el hombre (es decir, agua superficial).

Material de limpieza en seco

Los materiales de limpieza en seco son elementos sólidos usados para limpiarse después de defecar u orinar (por ejemplo, papel, hojas, mazorcas de maíz, trapos o piedras).

Medida de control

Toda acción y actividad (o barrera) que se utiliza con el fin de evitar o eliminar un peligro relacionado con el saneamiento o disminuirlo a un nivel aceptable.

Norma

Un nivel de calidad o de realización exigido o acordado.

Orina

Desecho líquido producido por el cuerpo a fin de eliminar la urea y otros productos de desecho. En este contexto, el producto de orina se refiere a la orina pura que no se mezcla con las heces ni el agua.

País de ingresos bajos

Las economías de bajos ingresos se definen como las economías con un ingreso nacional bruto por habitante de \$995 o menos en el 2017, calculado con el método del Atlas del Banco Mundial.

País de ingresos medianos

Las economías de ingresos medianos se definen como las economías con un ingreso nacional bruto por habitante entre \$996 y \$3895; las economías de ingresos medianos altos son aquellas con un ingreso nacional bruto por habitante entre \$3896 y \$12 055, calculado usando el Atlas del Banco Mundial.

Patógenos

Microrganismos que causan enfermedad (por ejemplo, bacterias, helmintos, protozoos o virus).

Peligro

Es un componente biológico, químico o físico que puede causar daño a la salud humana.

Plan

Una propuesta detallada y de duración limitada con el fin de alcanzar objetivos indicados.

Política

Un plan o principio de acción adoptado o propuesto por una organización o una persona. Un plan o procedimiento con el cual un gobierno, partido político o una empresa se propone influir y determinar las decisiones, las acciones y otros asuntos.

Pozo de absorción

Una fosa o cámara que permite la infiltración del efluente en el suelo circundante.

Producto de lixiviado

La fracción líquida que se separa del componente sólido mediante infiltración por gravedad a través de los medios (por ejemplo, el líquido que drena de los lechos de secado).

Reducción logarítmica

Eficiencia en la reducción de organismos: 1 unidad logarítmica = 90%; 2 unidades logarítmicas = 99%; 3 unidades logarítmicas = 99,9%; y así sucesivamente.

Reglamentación

La acción o el proceso de reglamentar o ser reglamentado.

Reglamentos

Reglas o directivas elaboradas y mantenidas por una autoridad.

Riesgo

La probabilidad y las consecuencias de que ocurrirá un evento con impacto negativo. .

Ruta o vía de exposición

La vía o la ruta a través de la cual una persona se expone a un peligro.

Saneamiento a base de contenedores

Servicio de saneamiento en el cual se captan las excretas en contenedores sellados, que se transportan luego a las plantas de tratamiento.

Saneamiento in situ

Una tecnología o sistema de saneamiento en la cual las excretas (denominadas lodo fecal) se recogen, almacenan y se vacían o se tratan en la parcela donde se generan.

Saneamiento fuera del lugar de uso

Un sistema de saneamiento en el cual las excretas (denominadas aguas residuales) se recogen y transportan fuera de la parcela donde se generan. Un sistema de saneamiento fuera del lugar de uso depende de una tecnología de alcantarillado para el transporte.

Sistema de alcantarillado centralizado

Un sistema utilizado con el fin de recoger, tratar, descargar o recuperar las aguas residuales de grupos grandes de usuarios (es decir, aplicaciones a escala del vecindario a la ciudad).

Sistema de saneamiento

Una serie de tecnologías (y servicios) de saneamiento, específicas del contexto, destinadas a la gestión del lodo fecal o las aguas residuales mediante las etapas de contención, vaciado, transporte, tratamiento y disposición y uso final.

Tecnologías de saneamiento

La infraestructura, los métodos o los servicios específicos diseñados para respaldar el proceso de manejo del lodo fecal o las aguas residuales mediante las etapas de contención, vaciado, transporte, tratamiento y disposición y uso final.

Teoría del cambio

Una descripción y explicación exhaustivas de cómo y por qué se prevé que ocurra un cambio deseado en un contexto específico.

Trabajadores del saneamiento

En el presente documento se refiere a todas las personas, empleadas o con otro mecanismo, encargadas de la limpieza, el mantenimiento, la operación o el vaciado de una tecnología de saneamiento en cualquier etapa de la cadena de saneamiento.

Transferencia

La transferencia describe el transporte de los productos ya sea de la etapa del inodoro o de contención a la etapa de tratamiento de la cadena de servicios de saneamiento. Por ejemplo, cuando las tecnologías basadas en alcantarillados transportan las aguas residuales de los inodoros a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Transmisión mecánica por vectores

Transferencia mecánica de los patógenos de las excretas, el lodo fecal o las aguas residuales por insectos (por ejemplo, moscas) o parásitos (por ejemplo, ratas) a una persona o a productos alimentarios.

Transporte manual

En el presente documento se refiere al transporte del lodo fecal accionado por seres humanos, vaciado de las tecnologías de saneamiento in situ. El transporte manual se puede practicar con vaciado manual o mecánico.

Transporte mecánico

En el presente documento se refiere al uso de equipo motorizado para el transporte del lodo fecal de las tecnologías de saneamiento in situ. El mecanismo exige que seres humanos operen el equipo, pero el lodo fecal no se transporta manualmente. Transporte mecánico puede usarse con el vaciado mecánico o manual.

Tratamiento

Proceso o procesos que modifican las características biológicas y químicas o la composición física del lodo fecal o las aguas residuales a fin de transformarlos en un producto inocuo para su disposición y uso final.

Disposición y Uso final

En el presente documento se refiere a los métodos mediante los cuales se devuelven los productos al medio ambiente en último término, como materiales de riesgo reducido o se usan en la recuperación de recursos. Cuando se da un uso final a los productos, estos se aplican o se utilizan, de otro modo deben eliminarse de la manera que sea menos nociva para el público y el medio ambiente.

Usuarios del saneamiento

En el presente documento se refiere a todas las personas que utilizan un inodoro.

Vaciado manual

En el presente documento se refiere al vaciado del lodo fecal de las tecnologías de saneamiento in situ, durante el cual seres humanos tienen que remover manualmente el lodo fecal. El vaciado manual se practica ya sea con transporte manual o mecánico.

Vaciado mecánico

En el presente documento se refiere al uso de equipo mecánico para el vaciado del lodo fecal de las tecnologías de saneamiento in situ. El mecanismo exige que seres humanos operen el equipo y maniobren la manguera, pero el lodo fecal no se remueve manualmente. En la mayoría de los casos el vaciado mecánico se continúa con transporte mecánico, pero también se utiliza el transporte manual.

El saneamiento seguro es esencial para la salud, desde la prevención de infecciones hasta el logro de un mejor bienestar mental y social y su conservación.

Las guías se formularon en conformidad con los procedimientos planteados en el Manual de la OMS para la elaboración de directrices; estas guías prestan asesoramiento integral para potenciar al máximo los efectos sanitarios de las intervenciones de saneamiento. Las guías sintetizan la evidencia sobre las relaciones entre el saneamiento y la salud, aportan recomendaciones fundamentadas en la evidencia y ofrecen orientación sobre las políticas y las acciones internacionales, nacionales y locales que protegen la salud pública. Las guías buscan también enunciar de manera clara y respaldar la función de los encargados de la salud y otros participantes en las políticas y la programación del saneamiento, con el fin de contribuir a garantizar el reconocimiento y la gestión eficaz de los riesgos relacionados con la salud.

El público destinatario de estas guías son las autoridades nacionales y locales responsables de la seguridad de los sistemas y los servicios de saneamiento, incluidas las instancias normativas, planificadoras, ejecutoras dentro y fuera del sector salud y los encargados de la elaboración, la implementación y el monitoreo de las normas y los reglamentos. nto de normas de saneamiento y reglamentos

Departamento de Salud Pública, Determinantes Sociales y Ambientales de la Salud,
Organización Mundial de la Salud
Avenue Appia 20
1211 Ginebra 27 Suiza
<http://www.who.int/phe>

ISBN 978 92 4 351470 3



9 789243 514703