

Experiencias y lecciones aprendidas en la lucha contra la COVID-19



OMAR MANKY
MARÍA ÁNGELA PRIALÉ
PABLO LAVADO

Editores

Fondo
Editorial



UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO

Experiencias y lecciones aprendidas en la lucha contra la COVID-19

OMAR MANKY
MARÍA ÁNGELA PRIALÉ
PABLO LAVADO

Editores

Fondo
Editorial



UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO

4. Al final de la cadena: ¿cómo es la gestión de los residuos biocontaminados en un entorno de COVID-19?

JOANNA KÁMICHE

Introducción

La pandemia de COVID-19 ha ocasionado grandes estragos a nivel social y emocional, con la pérdida de más de 6 millones de personas (Worldometer, 2022); el daño a la economía mundial, por la pérdida de empleos y los efectos negativos en la producción y distribución de bienes; la pérdida de meses y años de educación en niños y jóvenes, entre muchos otros impactos, en el mundo (Kumar, Alshazly, Idris, & Bourouis, 2021; UNDP, 2022) y en el Perú (Jaramillo & Ñopo, 2020).

Un tema que se ha analizado poco en la literatura ha sido el impacto de la COVID-19 en la generación de residuos sólidos (RRSS), y el tratamiento que se ha dado a este tipo de residuos, que son catalogados como material peligroso²⁶. Aunque la literatura en este tema se ha concentrado en lo que se ha hecho en los hospitales y centros médicos para dar tratamiento al fuerte incremento en los residuos generados por los pacientes hospitalizados, poco se ha analizado el impacto negativo que tienen los materiales utilizados por los hogares para protegerse del virus: mascarillas, guantes, batas y todo el equipo de protección personal (EPP). Estos residuos se consideran material biocontaminado y, por lo tanto, existe la posibilidad de que contaminen los residuos sólidos comunes que se generan en los hogares, si es que no son separados y tratados correctamente antes de su disposición.

Es necesario tomar en cuenta que los residuos sólidos biocontaminados, en el contexto de la COVID-19, se producen no solo a nivel de las instituciones hospitalarias, las cuales cuentan con un protocolo de tratamiento muy especializado (Minsa, 2018), sino también a nivel de los hogares, en volúmenes no vistos antes, ya que más de 3,5 millones

²⁶ De acuerdo con la normativa del Minsa (NTS N.º 144-Minsa/2018/Digesa), un residuo biocontaminado es aquel que ha estado en contacto con algún fluido humano, entre otros.

de personas en el país han sido afectadas con el virus luego de dos años de pandemia (Worldometer, 2022). Al tener una tasa de recuperación de la salud de más del 94%²⁷, significa que un importante número de hogares en el país ha generado un cúmulo de residuos biocontaminados durante el período de tiempo que han tenido un paciente por COVID-19 en casa.

De otro lado, en el Perú, se generan más de 21 000 toneladas de residuos sólidos diariamente, de los cuales, el 73,1% se dispone en botaderos a cielo abierto y solo un 6,8% se recicla (INEI, 2020). El que tres cuartas partes de los residuos sólidos no tengan una disposición final adecuada, ya es un problema de salud pública, porque genera externalidades negativas como vectores, y ello puede afectar la salud de la población circundante, contamina el suelo y puede contaminar fuentes de agua, y tiene impactos en las condiciones estéticas de la zona. Si agregamos a esto que una parte de los residuos que se disponen de esta manera podría estar biocontaminado por la COVID-19, entonces las consecuencias negativas para la salud pueden ser aún mayores.

La pregunta que surge en este contexto es: ¿de qué forma se han gestionado los RRSS generados por la COVID-19 en el Perú? ¿Ha existido un tratamiento especializado a nivel de hogar de estos RRSS?

Aunque es de esperar que los RRSS biocontaminados generados en instituciones hospitalarias hayan recibido un tratamiento apropiado, es muy posible que este tipo de residuos generados en los hogares haya tenido una gestión inadecuada, dado que han estado mezclados con los RRSS comunes que se generan en el hogar y que ya venían siendo dispuestos de una manera inapropiada.

Los objetivos de esta investigación son: (i) identificar las distintas fuentes de residuos sólidos biocontaminados que ha generado la COVID-19; (ii) analizar la manera como los residuos sólidos biocontaminados han sido gestionados durante los dos años que dura la pandemia; y (iii) estimar la cantidad de RRSS sólidos biocontaminados que se han generado a nivel del hogar, con fines de protección frente a la COVID-19.

Para este análisis, se utilizará información secundaria para, primero, describir el proceso de gestión de RRSS establecido a nivel de instituciones hospitalarias y, luego, describir el proceso a nivel de hogar, para luego aproximar el volumen de RRSS generados en este último caso, sobre la base de información secundaria.

Esta investigación contribuye en dos puntos: (i) hace visible el hecho de que la generación de residuos sólidos biocontaminados no solo es un problema a nivel de las instituciones hospitalarias y de salud, sino también a nivel de los hogares; y (ii) provee una estimación del volumen adicional de residuos por hogar que ha generado la pandemia por el uso de EPP.

²⁷ Es decir, un 94% de los pacientes diagnosticados con COVID-19 no fallece (Worldometer, 2022) y, por lo tanto, un grueso de ellos ha sido tratado estando enfermo.

El documento está organizado como sigue. El primer apartado presenta una descripción de la generación de RRSS en un contexto de pandemia, así como el tratamiento que se da a los RRSS biocontaminados y/o peligrosos, de acuerdo con la normativa existente, a nivel de las instituciones hospitalarias, y también se analiza la disposición a nivel de hogar. Seguidamente, se presenta una breve revisión de literatura sobre cómo se han tratado los RRSS resultado de la COVID-19, así como un ejercicio para aproximar el volumen de residuos sólidos generado en los hogares por el uso de equipos de protección. El capítulo cierra con una sección de conclusiones y recomendaciones.

Generación de residuos médicos

Gestión de residuos médicos en instituciones de salud

La condición de virus «nuevo» de la COVID-19 ocasionó que el mundo se paralizara en abril de 2020, luego de tres meses desde su aparición inicial (diciembre de 2019), al convertirse en una pandemia en marzo de 2020. Al ser un nuevo virus, no había el conocimiento suficiente para tratarlo ni las vacunas necesarias para proteger a la población. Los números muestran, dos años más tarde, que existen más de 664 millones de casos reportados en el mundo, con un total de fallecidos reportados de 6,7 millones de personas (Worldometer, 2022). No obstante, existe una intensa discusión sobre la certeza de estos números, dada la gran cantidad de países que han realizado un número de pruebas muy inferior al tamaño de su población, así como el problema del subreporte.

Un aspecto relativamente poco estudiado es la forma de disposición y tratamiento de los residuos sólidos que se han generado a raíz de la pandemia. Debido a que era un nuevo virus, se han desarrollado procesos de ensayo y error para determinar la forma de propagación y contagio, y se han tomado diversas medidas para la protección: desde el uso de equipos de protección personal (por ejemplo: mascarillas, batas, protectores faciales) hasta cambios de comportamiento, como la exigencia en el lavado de manos o el distanciamiento social (WHO, 2020). La gestión de residuos es un aspecto muy importante en temas de salud pública, dado que los residuos que se generan en hospitales y centros de salud, son residuos que se denominan «residuos médicos» o «biocontaminados», que es el término que se utiliza en el Perú. Los residuos de este tipo, que tienen potencial infeccioso, son aquellos que han estado en contacto o contienen fluidos humanos (Padmanabhan & Barik, 2019; Minsa, 2018), además de residuos peligrosos como los químicos utilizados en el laboratorio o los radioactivos.

En el Perú, la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D. L. N.º 1278, en adelante «la Ley») establece que Digesa es la autoridad competente para normar el manejo de los RRSS de establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo, mientras que el Minam es la autoridad técnico-normativa para la gestión de residuos sólidos municipales. La Norma Técnica de Salud (NTS) N.º 144 de 2018 establece las directrices para la

clasificación, el tratamiento y la disposición final apropiada de los residuos médicos de las instituciones de salud, como hospitales, centros médicos o clínicas.



De acuerdo con la NTS, los residuos de las instituciones de salud se clasifican en tres tipos: biocontaminados, especiales y comunes, de acuerdo con las siguientes definiciones (Minsa, 2018):

- a) Clase A, residuos biocontaminados: residuos que son generados en el proceso de atención e investigación médica, que están contaminados con agentes infecciosos o que pueden contener concentraciones de microorganismos. Estos residuos son calificados como peligrosos. Aquí se incluyen todos los residuos que estén contaminados con secreciones o fluidos humanos.
- b) Clase B, residuos especiales: residuos peligrosos generados en los establecimientos de salud, con características físicas y químicas de potencial peligro por lo corrosivo, inflamable, tóxico, explosivo, reactivo y radioactivo que pueden ser o contener.
- c) Clase C, residuos comunes: son aquellos que no han estado en contacto con pacientes, o con sustancias o materiales contaminantes. Son los generados en oficinas, pasillos, cafeterías, entre otros.

En particular, los residuos biocontaminados son todos los que se generan por el contacto con fluidos del ser humano, y que, en muchos casos, son los que mayormente se producen en el contexto de la pandemia: hisopos, agujas, jeringas (para vacunación), algodón y parte de los EPP, como las mascarillas o los guantes.

La normativa vigente indica que los residuos biocontaminados deben disponerse en bolsas de color rojo para indicar su condición de ser infecciosos; incluso existe una simbología internacional para identificarlos (véase la tabla 1). Más aún, los residuos punzocortantes, como agujas y jeringas, deben disponerse en contenedores rígidos, con una señalización de que son residuos peligrosos. En la tabla 1, se presentan ejemplos de cada uno de los tipos de residuos, el embalaje que se debe utilizar para su disposición final y el símbolo internacional para su identificación.

Tabla 1
Clasificación de residuos sólidos médicos y su forma de disposición

	Clase A Residuos biocontaminados	Clase B Residuos especiales	Clase C Residuos comunes
Tipología	<ul style="list-style-type: none"> • De atención al paciente: contaminados con secreciones, excreciones y demás líquidos orgánicos. • Biológicos: muestras biológicas, vacunas vencidas o inutilizadas, filtros de aspiradores de aire de áreas contaminadas por agentes infecciosos. • Quirúrgicos y anatomopatológicos: contaminados con sangre. • Punzocortantes: agujas, jeringas, bisturís, pipetas, frascos de ampollas rotas, entre otros (recipiente especial) 	<ul style="list-style-type: none"> • Químicos peligrosos: productos químicos tóxicos, corrosivos, inflamables, explosivos, reactivos entre otros. • Farmacéuticos: productos farmacéuticos parcialmente utilizados, deteriorados, vencidos o contaminados. • Radioactivos: materiales radioactivos o contaminados, provenientes de laboratorios de investigación de salud humana, de análisis clínicos y de medicina nuclear. 	Papeles, cartón, cajas, vidrio, madera, plásticos, metales, restos de alimentos, entre otros.
Embalaje para disposición	<p>Separados En bolsas rojas Punzocortantes: recipiente rígido</p>	<p>Separados En bolsas amarillas</p>	<p>Separados En bolsas negras</p>
Símbolo internacional de riesgo			n. a.

Fuente: Minsa (2018).

La NTS establece las etapas que se deben seguir dentro de las instalaciones hospitalarias (manejo interno) y fuera de ellas (manejo externo) para la disposición final de estos residuos, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2
Etapas en la gestión de residuos sólidos en instituciones de salud

Tipo de manejo	Etapas
Interno: dentro de las instalaciones de la institución de salud.	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento • Almacenamiento primario • Segregación • Almacenamiento intermedio* • Recolección y transporte interno • Almacenamiento final • Valorización, aplicable a residuos comunes (papel, cartón, vidrio, plástico, latas, entre otros)
Manejo externo: fuera de las instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento • Recolección y transporte externo • Disposición final

Nota. El almacenamiento intermedio no se aplica en el caso de los residuos por COVID-19.
Fuentes: Minsa (2018); Dígesa-Minsa (2020).

Es necesario mencionar que, en el caso del tratamiento externo, el método más común es la incineración, para evitar la contaminación de las áreas aledañas (agua, suelo) a la ubicación de la planta de tratamiento.

En el caso del tratamiento interno, la NTS también exigía la elaboración de un diagnóstico basal de la gestión de RRSS en la institución de salud, que incluye: (i) la caracterización de los RRSS que se generan en cada una de las áreas de las instituciones, así como el volumen generado por tipo de residuo; (ii) información de los aspectos administrativos y operativos del manejo de los RRSS; y (iii) conclusiones y recomendaciones.

Para esta investigación, se revisaron algunos de los diagnósticos basales elaborados entre los años 2020 y 2021, y, lamentablemente, la mayoría de ellos mostró deficiencias importantes en cuanto a los procesos implementados, la infraestructura y el equipamiento disponible para las acciones de gestión, además de falta de capacidades en los operarios. Aunque los casos revisados no son una muestra representativa del diagnóstico de todos los hospitales del país, sí proporcionan una idea de la problemática de las instituciones de salud en cuanto a la gestión de residuos sólidos.

Estos problemas indican que, aunque existe una normativa técnica que establece los procesos por seguir, la falta de condiciones habilitantes (infraestructura, equipamiento, personal capacitado) en los centros de salud limita su cumplimiento, lo cual es una constante en los países en desarrollo (Andeobu, Wibowo, & Grandhi, 2022; Nzeadibe & Ejike-Alieji, 2020).

En la tabla 3, se resumen las principales deficiencias encontradas.

Tabla 3
Principales deficiencias en el manejo de residuos sólidos en instituciones de salud

Problemas en cuanto a procesos
<ul style="list-style-type: none">• No se realiza segregación, almacenamiento intermedio ni transporte adecuados, por la falta de conocimientos o equipos (por ejemplo, coches de recolección).• Aunque se han iniciado gestiones para valorizar los residuos sólidos aprovechables (papel, cartón, vidrio, plásticos), aún no se encuentran operativas, y ello limita las posibilidades de obtener recursos de dichos procesos.• El tratamiento externo de los residuos se realiza a través de empresas operadoras de residuos sólidos (EO-RS), las cuales por lo general incineran los residuos.• Los residuos comunes se disponen en botaderos municipales en las regiones donde no hay rellenos sanitarios.
Problemas de infraestructura y/o equipamiento
<ul style="list-style-type: none">• El personal que se dedica a la gestión de RRSS no cuenta con la indumentaria y/o EPP apropiados para el trabajo.• Los recipientes para disposición no cuentan con una tapa o están en mal estado.• No existe una adecuada dotación de bolsas negras, rojas y amarillas para la disposición de los residuos de acuerdo con su tipología.• No se cuenta con suficientes coches para el transporte de los residuos sólidos.• La infraestructura para almacenamiento primario, intermedio y/o final no cumple en muchos casos con la normativa técnica (tamaño, características) y requiere modificaciones y/o ampliaciones.
Problemas de capacitación
<ul style="list-style-type: none">• El personal que debe manipular los residuos necesita capacitación específica sobre la manipulación de residuos biocontaminados y peligrosos.

Fuentes: Hospital Hermilio Valdizán (2020), Hospital Rezola Cañete (2021), Hospital San Juan de Lurigancho (2021), Hospital Nacional de Salud del Niño San Borja (2022).

Respecto al tratamiento y disposición final del volumen total de residuos biocontaminados peligrosos que se generan en las instituciones de salud, en el país existen solo seis (6)²⁸ rellenos de seguridad, que son los rellenos sanitarios autorizados para recibir residuos peligrosos. Esto puede ser un indicativo de que una parte importante de los residuos peligrosos se disponen en lugares no aptos, lo cual puede estar generando contaminación. Este es un tema urgente, en la medida en que la inadecuada disposición de este tipo de residuos contamina suelo, agua y aire, y puede tener consecuencias muy negativas para la salud de la población en la zona de afectación.

Acciones para la gestión de residuos biocontaminados por COVID-19 en otros países

Ningún país estaba preparado para atender una situación de emergencia como la que generó la COVID-19, no solo en términos de preparación de la infraestructura médica

²⁸ De este número, un relleno está localizado en Lima, otro en Ica y cuatro en Piura (Minam, 2021).

para atender a una creciente población enferma, sino también en tratar de hacer una disposición adecuada del creciente volumen de residuos generados. Tratar de gestionar apropiadamente los residuos generados por las pruebas médicas para detectar la presencia del virus, los materiales para evitar la propagación y los necesarios para la atención médica, así como aquellos para la vacunación.

El mayor problema se da porque ya muchos países tenían serias dificultades para la gestión de los residuos sólidos municipales previamente a la COVID-19, debido a limitaciones técnicas, de tipo operativo y/o financieras (UNEP IETC, 2020). No obstante, los países debieron tomar acciones para disminuir los riesgos asociados a la inadecuada gestión de los residuos sólidos, aunque claramente dichas acciones no fueron homogéneas ni tomaron en cuenta todos los subsectores.

Ahora bien, las respuestas para la gestión de residuos en la pandemia fueron de distintos niveles en cada país, siendo un punto común las acciones y recomendaciones para la gestión de los residuos peligrosos generados en los establecimientos de salud, pero mucho más limitado el trabajo en los residuos biocontaminados generados en los hogares. Así, por ejemplo, en junio de 2020, los Ministerios de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia se unieron para aprobar los lineamientos generales para la separación, manejo, recolección y gestión de residuos generados por la COVID-19 (Gobierno de Colombia, 2020). Los lineamientos dan orientaciones a los gobiernos locales, a los trabajadores de limpieza pública, a los hogares en general y a los prestadores de salud, y no solo a estos últimos, que fue la constante en la mayoría de los países. No obstante, las recomendaciones para la gestión en los hogares fueron limitadas. Posteriormente, se aprobaron las orientaciones para la gestión de los residuos generados durante el proceso de vacunación, que empezó en 2021 (Gobierno de Colombia, 2021).

En el caso de México, en julio de 2020, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales elaboró un estudio para analizar el manejo de los residuos generados en el contexto de la COVID-19 y brindó recomendaciones para el manejo de los residuos en los hospitales y algunas muy generales, dirigidas a los hogares. No obstante, posteriormente el Gobierno de México desarrolló una página web con orientaciones muy específicas, dirigidas a los hogares y a los trabajadores de limpieza, para gestionar los residuos y evitar situaciones de contagio (Secretaría del Medio Ambiente, 2022). Lo interesante de esta página es que no solo brindó las orientaciones en relación con la COVID-19, sino que mantuvo el enfoque de gestión integral de residuos, al hacer referencia a la necesidad de separar los residuos de acuerdo con su clasificación de orgánicos, inorgánicos reciclables e inorgánicos no reciclables y sanitarios, aprobada años atrás. Esto es importante porque, pese a la situación de emergencia, el país no perdió de vista sus políticas públicas para gestionar adecuadamente los residuos.

En esa misma lógica, Argentina aprobó diversas normas y acciones para lograr que la gestión de residuos biocontaminados o patogénicos funcionara adecuadamente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Las acciones incluyeron la entrega de insumos para la gestión, la elaboración de protocolos sectoriales, así como la necesidad de que las provincias provean información periódica sobre su capacidad para tratar los residuos biocontaminados. Este último elemento es muy importante porque la información permite diseñar acciones específicas para mantener los servicios de gestión de residuos operativos a nivel de país. Posteriormente, se reunieron el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Mincyt), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Mayds), y el Ministerio de Salud (Minsal), los cuales, con apoyo de las universidades públicas y distintas organizaciones, elaboraron una guía para la gestión de residuos reciclables en un contexto de pandemia (Argentina Presidencia, 2020). Esta guía contiene información muy específica dirigida a los hogares para gestionar los residuos reciclables, más aún considerando el incremento de residuos con potencial reciclable por el aumento de las compras en línea. La guía es específica sobre qué hacer y qué no cuando hay pacientes de COVID-19 en el hogar, entre otras situaciones.

Los párrafos previos muestran que los países de la región tomaron acciones para lograr una gestión apropiada de los residuos sólidos en un contexto de pandemia. Aunque la revisión de los casos no es exhaustiva, lo que busca es mostrar que, en mayor o menor medida, los países tomaron acciones concretas para gestionar los residuos sólidos generados por los pacientes tratados, con el fin de lograr reducir la probabilidad de posibles contagios. Más aún, es destacable que algunos países incluso implementaran políticas y acciones para gestionar los residuos generados por COVID-19, pero manteniendo los objetivos más globales, como el reciclaje. Además, es interesante destacar que algunos países reconocieron la necesidad de tener un enfoque multisectorial, ya que las normas y acciones fueron diseñadas en conjunto entre las instituciones de salud, medio ambiente, entre otras.

Generación de residuos biocontaminados en un contexto de pandemia

El problema radica en que, en un contexto de pandemia, se generan residuos biocontaminados ya no solo en los hospitales, sino también en otros espacios más.

- Residuos médicos en hospitales, centros de salud, clínicas.
- Residuos biocontaminados en los hogares.
- Residuos de los negocios, bodegas, oficinas administrativas y empresas cuyo personal descarte algunos artículos de EPP dentro de sus espacios de trabajo.

Los RRSS de las instituciones de salud se gestionan de acuerdo con la reglamentación del Minsa, descrita en la sección anterior, mientras que los residuos que generan los hogares y las empresas son gestionados por los municipios, de acuerdo con lo señalado en la Ley.

El problema es que la Ley fue diseñada asumiendo que los residuos de los hogares son de tipo municipal, es decir, son los que provienen de las actividades usuales de un hogar, y no contempla la generación de residuos biocontaminados de manera masiva. En respuesta a dicha situación, el Minam aprobó en 2020, un protocolo para el manejo de los RRSS durante la emergencia sanitaria (Minam, 2020) que incluía un conjunto de orientaciones para disminuir la propagación de la COVID-19 y minimizar los riesgos para la salud de la población.

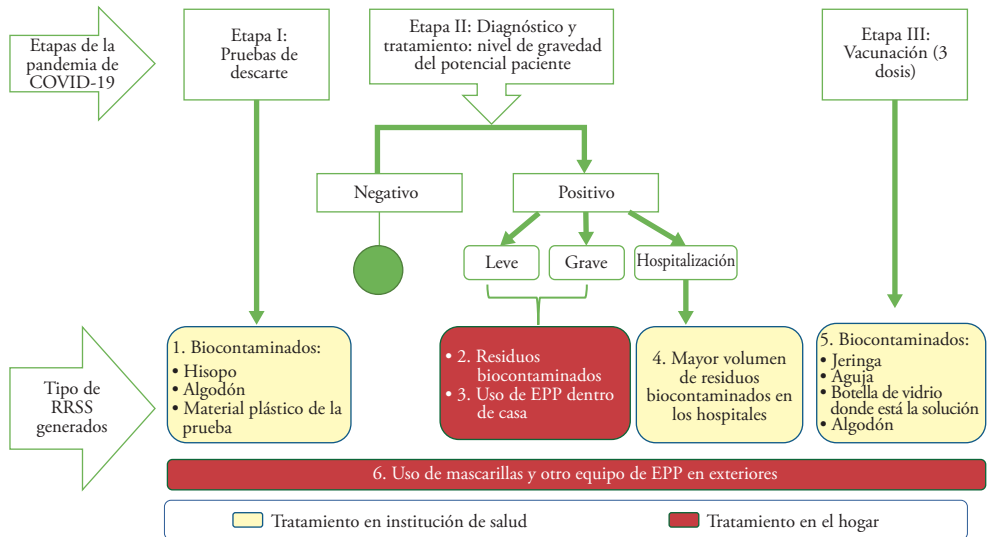
El protocolo indicaba la manera de disponer los residuos generados en el hogar, la necesidad de desinfectar la bolsa antes de entregarla a la persona encargada de la recolección de la municipalidad, los procedimientos que debía seguir el personal de la municipalidad, los EPP por utilizar, entre otros. No obstante, el protocolo no entraba en detalles sobre cómo tratar los residuos cuando en el hogar había uno o más pacientes con COVID-19, y si había que hacer algún tipo de segregación de dichos residuos con respecto a los otros residuos generados en el hogar.

Esta separación o segregación es muy importante, ya que se debe evitar contaminar con residuos biocontaminados los residuos comunes que son reciclables, como cartón, papel, plástico, vidrio (no biocontaminado) y latón, así como los residuos que van a ser dispuestos en rellenos sanitarios. Si los residuos que son aprovechables no se contaminan y se tratan separadamente, se puede iniciar/continuar con su comercialización, a través de una EO-RS, de acuerdo con los contratos que existen para tal fin. Pero si dichos residuos no son segregados apropiadamente de los biocontaminados, se corre el riesgo de dañar material aprovechable, generando mayores costos al final del proceso.

Entonces, la normativa vigente no contempla el tratamiento de los residuos biocontaminados en el hogar y ello pone en riesgo a toda la cadena relacionada con la gestión de residuos sólidos municipales: a los trabajadores de la municipalidad que recolectan los residuos de manera formal; a los recicladores informales; al personal que trabaja en las áreas de segregación (de existir); y a los que trabajan en el proceso de transporte de los residuos municipales hasta su destino final.

Cualquier persona puede pasar por tres procesos, en relación con la pandemia, en los que se generan residuos: (i) durante la prueba de descarte para detectar si tiene COVID-19 o no; (ii) durante el tratamiento, dependiendo del resultado de dicha prueba de descarte; y (iii) durante el período de vacunación, dependiendo del número de dosis que se le apliquen, como se puede ver en la figura 1.

Figura 1
Generación de residuos en diferentes «momentos» de la pandemia de COVID-19



Elaboración propia.

Así, en cada uno de estos momentos o etapas se generan residuos, y, dependiendo de la etapa, la gestión de los residuos puede estar en manos de los centros de salud, pero en otros casos está en manos de los hogares, lo cual puede implicar un inadecuado manejo.

Como se observa en la figura 1, en la etapa de la prueba de descarté se generan residuos biocontaminados (punto 1), pero, si la prueba ha sido realizada en alguna institución de salud, o si, en todo caso, ha sido en el hogar, pero por una institución de salud, se puede asumir que los residuos que son generados siguen los protocolos establecidos por el Minsa, ya descritos anteriormente.

En la etapa 2, la generación de residuos depende del resultado de la prueba de descarté. Si es negativo, ya no hay mayor generación de residuos; pero si el resultado es positivo, el tipo y volumen de residuos generados y la forma de tratamiento de estos depende de cuán grave sea el caso del paciente posteriormente. Si asumimos que el paciente desarrolla una forma de COVID-19 leve o grave (puntos 2 y 3 en la figura), pero sin necesidad de hospitalización, los residuos se tratarán en casa. En ese caso, si no se toman medidas apropiadas para separar los residuos biocontaminados, se corre el riesgo de contaminar los otros residuos comunes del hogar, que han sido generados por miembros no enfermos, e incluso aquellos residuos que después podrían reciclarse (papel, cartón, plástico, vidrio), si es que el hogar no segrega sus residuos. Como se observa en la figura, allí el color es rojo porque, al no haber directivas específicas que los hogares deben seguir para separar los residuos cuando hay pacientes con COVID-19 en el hogar,

es de esperar que los residuos comunes se contaminen y se generen mayores riesgos para la salud, además de incrementar sustancialmente su volumen para la disposición final de los desechos por parte de los gobiernos locales.

Si el resultado de la prueba de descarte es positivo y el paciente debe ser hospitalizado, el volumen de residuos biocontaminados aumenta sustancialmente (hay mayor número de pruebas, y las complicaciones que se pueden presentar afectan al organismo de distinta manera). Más aún, el volumen también se ve afectado por el número de días de hospitalización. Ahora bien, los residuos generados (punto 4) en la hospitalización se deben tratar de acuerdo con la normativa del Minsa para estos casos. Lo mismo ocurre con el proceso de vacunación que se ha aplicado en el país. Allí también se generan residuos biocontaminados y, en particular, punzocortantes, que deben ser dispuestos adecuadamente por las instituciones de salud, de acuerdo con la normativa vigente.

Finalmente, toda la población (a excepción de los niños menores de cinco años) ha estado obligada a usar diferentes EPP en exteriores, dependiendo de las diferentes directivas que se han aprobado a lo largo de la pandemia. Al inicio, se pidieron varios implementos: mascarillas, bata, guantes; luego, cuando ya se conocían las formas de transmisión, se fueron reduciendo los requerimientos, y lo que ha quedado, casi de manera universal, ha sido el uso de mascarillas, de manera permanente. Dependiendo del país y del estado de la pandemia, la obligación de uso de mascarillas ha ido cambiando, eliminándose en exteriores primero y luego, finalmente, en todos los espacios. En el Perú, aún se continúa con la obligación de usar mascarillas en espacios abiertos y cerrados, dado que no hemos llegado a la meta de vacunación que permite eliminar los EPP. El uso de estos EPP (punto 6) genera también una abundante cantidad de residuos, ya que las mascarillas son de diferente tipo y material (Johns Hopkins Medicine, 2022; University of Maryland Medical System, 2022), con lo cual la durabilidad es distinta y la frecuencia con la cual hay que cambiarla y generar residuos es también distinta.

En esa lógica, los puntos 2 y 6 de la figura 1 muestran que existen dos momentos en los cuales la gestión de los residuos biocontaminados generados por COVID-19 están en manos de los hogares. Si estos agentes no toman acciones para que los residuos sean correctamente dispuestos, dichos residuos se pueden mezclar con los residuos comunes, generando problemas de contaminación cruzada. Además, dependiendo del número de miembros del hogar y del número de hogares en un distrito, el volumen de residuos biocontaminados puede ser mayor, y ello puede afectar la capacidad de gestión de los gobiernos locales, que son los responsables de manejar los residuos sólidos municipales.

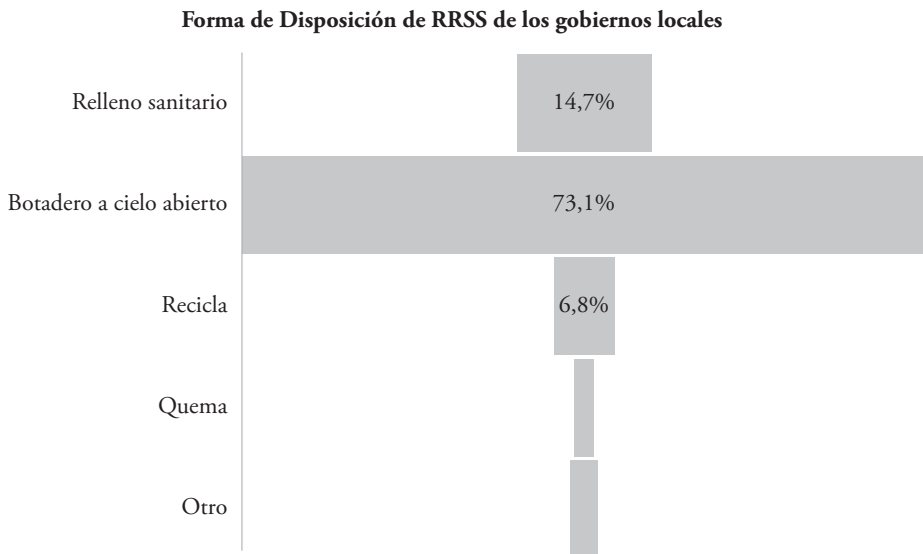
Ahora bien, los gobiernos locales son los responsables, por la Ley, de gestionar los residuos sólidos que se generan en los hogares (que son parte de los residuos sólidos municipales), y deben garantizar una adecuada disposición. No obstante, limitaciones de infraestructura por la falta de rellenos sanitarios, y más aún por la falta de tecnología apropiada para la generación de energía, además de diversos problemas de gestión (Ká-

niche Zegarra, 2018), generan que la disposición final de los residuos municipales no sea la adecuada.

De acuerdo con información del Minam, existen actualmente 64 rellenos sanitarios, de distinto nivel tecnológico: manuales, mecanizados, con plantas de tratamiento e incluso algunos con celdas de seguridad para los residuos peligrosos (que justamente son los que provienen de los hospitales), que atienden solo 210 gobiernos locales a lo largo del país (Minam, 2021) del total de 1874 distritos que existen en el país.

No obstante, en la figura 2 se puede observar que, en promedio, el 73,1% de los residuos que recolectan los gobiernos locales del país se disponen en botaderos (INEI, 2020). Esta información es proporcionada directamente por los gobiernos locales a través del Registro Nacional de Municipalidades (Renamu), que reporta información administrativa y de gestión al INEI anualmente. Un botadero es un espacio a cielo abierto o informal en el cual se colocan los residuos sin ningún tipo de tratamiento, lo cual implica que se contamina el suelo, y, por los procesos de lixiviación de los residuos, también es posible que se contaminen las fuentes de agua. Esto tiene consecuencias en la salud de las personas, desde enfermedades cutáneas hasta enfermedades respiratorias (Girón, Mateus, & Méndez, 2009).

Figura 2
Forma de disposición de los residuos sólidos por parte de los gobiernos locales, 2020



Fuente: INEI (2020).

Más aún, en 2018, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) había detectado que existían 1585 botaderos informales en el país, de los cuales solo 27

podían ser convertidos en infraestructuras adecuadas para tratamiento de los residuos (OEFA, 2022). Esto quiere decir que la gestión inapropiada dentro del hogar de los residuos sólidos puede generar aún mayores riesgos, ya que el tratamiento que reciben los residuos por los gobiernos locales no garantiza que estos sean dispuestos en condiciones que salvaguarden la salud humana.

De otro lado, la información de la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (Enapres) muestra que los hogares no hacen mucha distinción en la forma en que disponen de residuos peligrosos como los aparatos eléctricos y electrónicos, así como pilas y baterías, que deben tener un tratamiento distinto, porque también pueden tener consecuencias negativas en la salud (Grant *et al.*, 2013). En el Perú, el Minam aprobó el reglamento para la gestión de los residuos electrónicos, que responsabiliza al productor de la recolección de este tipo de residuos, con metas concretas entre 2020 y 2024 (Minam, 2019). Sin embargo, no se tiene información sobre el avance en este proceso.

La tabla 4 muestra que, en promedio, el 57,7% de los hogares dispone los residuos denominados peligrosos, como aparatos eléctricos, pilas y baterías, en la vía pública y solo el 38,2% se pone para recolección. Esta situación provee información de que los hogares no tienen muy clara la importancia de separar los residuos por tipo y la necesidad de disponerlos de manera distinta. Al ser esta una forma de disposición inadecuada de los residuos peligrosos, pero usual, es posible inferir que los hogares no hacen una distinción entre los residuos biocontaminados que se generan por la COVID-19 y los residuos comunes generados diariamente.

Tabla 4
Formas de disposición de residuos peligrosos, por parte de los gobiernos locales, a nivel nacional

Año	Residuos peligrosos (aparatos eléctricos o pilas y baterías)						Total
	Vía pública	Es recolectado	Lo quema	Lo usa	No desecha	Otro	
2014	54,8	40,4	0,4	1,7	0,1	2,5	100,0
2015	57,7	38,2	0,3	1,4	0,3	2,0	100,0
2016	60,1	36,2	0,3	1,1	0,6	1,8	100,0
2017	57,2	38,8	0,3	1,2	0,7	1,7	100,0
2018	58,7	37,3	0,3	1,3	0,7	1,7	100,0
2019	57,4	38,5	0,2	1,5	0,5	1,9	100,0
Promedio	57,7	38,2	0,3	1,4	0,5	1,9	100,0

Fuente: INEI (2022).

En conclusión, muchos de los residuos biocontaminados que producen los hogares, sea porque hay un miembro del hogar con COVID-19, o por los EPP que usan diariamente todos los miembros del hogar, tienen una disposición final inadecuada, que puede incrementar los riesgos en la salud. Ello se debe a que los mismos hogares no segregan este tipo de residuos, o porque los gobiernos locales no gestionan adecuadamente este tipo de residuos.

Una posible razón para este tipo de resultado es que ni los hogares ni los gobiernos locales consideran que el volumen adicional de residuos biocontaminados que genera la COVID-19 sea importante, y, por tanto, no se requiere un tratamiento especializado. No obstante, hasta el momento no se cuenta con información que cuantifique este problema.

Una aproximación al volumen de residuos biocontaminados generados por COVID-19 en los hogares

La preocupación por la gestión de residuos biocontaminados surgió en la literatura casi inmediatamente desde la aparición de la pandemia (Nzediegwu & Chang, 2020; Sarkodie & Owusu, 2020; Nzeadibe & Ejike-Alieji, 2020; Andeobu *et al.*, 2022). Muchos de los artículos buscaban resaltar la problemática de la gestión de residuos sólidos en general, y su exacerbación en la pandemia, con impactos mucho mayores para los países en desarrollo. Por ejemplo, aunque la legislación sobre el color de las bolsas que se deben utilizar para la disposición de los distintos tipos de residuos en los centros de salud es clara, a nivel nacional (Minsa, 2018) e internacional (EPA, 2019), las carencias de dichos centros médicos (véase la tabla 3) llevan a concluir que es poco probable que se pueda cumplir con dicha normativa. Ello coincide con lo señalado por Andeobu, Wibowo y Grandhi (2022) respecto a las dificultades que enfrentan los países en desarrollo para cumplir con la normativa para segregación de residuos.

Más aún, y pese a todo el trabajo realizado, se reconoce que las directivas no han sido claras respecto al manejo de los residuos sólidos generados en la pandemia en los países en desarrollo, y los hogares no han estado lo suficientemente informados sobre qué hacer (Vaverková *et al.*, 2021).

De otro lado, algunos autores han tratado de ver algunas oportunidades para innovar en el marco de la gestión de residuos sólidos en un contexto de pandemia, a través de la promoción de diferentes métodos de tratamiento y gestión durante y después de la pandemia (Sharma *et al.*, 2020; Patricio Silva *et al.*, 2020). No obstante, otros han sido críticos a estas propuestas, dado que no han sido probadas en un contexto de residuos biocontaminados (Mohammad, Goli, & Singh, 2021) y, por tanto, se requiere de más investigación.

Finalmente, algunos autores han intentado estimar el volumen de residuos generados durante la pandemia, considerando los EPP, el número de personas vacunadas, entre otros (Chowdhury *et al.*, 2021; Al-Omran, Khan, Ali, & Bilal, 2021). Aunque se

reconoce que estas son subestimaciones del total de volumen generado, debido al nivel de subreporte de los casos de contagios y al hecho de que muchas personas no se hacen pruebas médicas y el gran número de asintomáticos, se realizan estos cálculos como un ejercicio interesante para determinar el monto adicional de residuos sólidos que han tenido que manejar los gobiernos locales en este contexto.

Con este objetivo, se construyó la tabla 5, que muestra información sobre el peso de los artículos que conforman el EPP (Al-Omran *et al.*, 2021), así como una aproximación (por persona) al número de unidades utilizadas de cada artículo por semana, el tiempo de uso, medido en semanas durante los años 2020 al 2022, así como algunos supuestos sobre el porcentaje de la población mayor de 18 años que utiliza cada uno de los artículos, para el Perú.

Tabla 5
Peso y cantidad de uso de diferentes artículos del EPP, para población mayor de 18 años

Tipo de equipo	Peso (en gramos) ^{1/.}	Número de unidades por semana ^{2/.}	Tiempo de uso en semanas, 2020-2022 ^{2/.}	Peso total por persona (en gramos)	% de la población que lo usa ^{2/.}
	(A)	(B)	(C)	(D) = A * B * C	(E)
Mascarilla quirúrgica	2,85	7	100	1995,0	60%
Mascarilla N-95	10,46	2	100	2092,9	35%
Protector facial	33,56	0,125	24	100,7	20%
Traje	60,80	1	24	1459,2	10%
Guantes	20,06	5	24	2407,2	60%
Protector de zapatos	27,70	1	24	664,8	10%
Total				6626,9-6723,9^{3/.}	

Notas.

^{1/.} Tomado de Al-Omran *et al.* (2021) y con información de OMS (2020).

^{2/.} Supuestos sobre la base de información secundaria (OMS, 2020; CDC, 2022).

^{3/.} El resultado depende de si la persona usa la mascarilla quirúrgica o la N-95.

Un primer resultado es que si una persona utiliza todos estos artículos del EPP durante el período señalado en la columna (C) de la tabla 5, en un período de dos años habría generado entre 6,6 y 6,7 kilogramos adicionales de residuos sólidos, dependiendo del tipo de mascarilla que utilice. Es importante notar que las mascarillas N-95, aunque pesan cuatro veces más, al ser más durables, generan una cantidad total de residuos similar a las mascarillas más comunes. Debe mencionarse que la exigencia en el uso de los distintos artículos no ha sido uniforme a lo largo de la pandemia (véase la columna [C]). En los dos años de pandemia, sí se ha exigido el uso de mascarilla (de cualquiera de los tipos), mientras que los otros artículos han tenido distintos períodos de exigencia. Es

por eso que se ha asumido que las mascarillas se han utilizado durante 100 semanas de las 104 (dos años) que están bajo análisis, y los demás, un menor plazo. En la columna (E) de la tabla 5, se presenta el porcentaje de la población mayor de 18 años que utiliza cada uno de los artículos, los cuales son supuestos.

Con toda esta información, y con los datos de población por edad proporcionada por el INEI (2021), se calculó que el volumen de residuos sólidos generados por el total de miembros del hogar mayores de 18 años, durante los dos años de pandemia, fue de 84 491 toneladas adicionales. A esto hay que sumar los residuos generados por niños y jóvenes menores de 18 años, cuyo uso de EPP se ha concentrado en mascarillas, que ascienden a 5981 toneladas en total, en el mismo período.

Estas más de 90 472,8 toneladas son un límite inferior de la potencial generación de residuos de los hogares por el uso de EPP en la pandemia, ya que la frecuencia y los porcentajes de uso pueden ser distintos. Por ejemplo, incrementos en dichos porcentajes pueden llevar las cifras por encima de las 105 000 toneladas y más. Además, este volumen no incluye los residuos generados cuando los pacientes contagiados leves y graves se quedan en casa, porque allí ese volumen es sustancialmente mayor. Si tomamos en cuenta que una persona en el país genera entre 0,7 y 1 kilogramo de residuos por día²⁹, este volumen de residuos adicional generado equivale a casi una semana de residuos sólidos generados en el país.

Lo importante de estos cálculos es que muestran el volumen de residuos generados en los hogares, y que no se tratan adecuadamente, porque, como hemos visto, los hogares no tienden a separar los residuos peligrosos ni disponen apropiadamente de ellos, sino que los colocan en la vía pública. De otro lado, de los residuos del hogar que sí son recolectados por los gobiernos locales, un gran porcentaje (más del 73,1%) se disponen en botaderos informales, que no garantizan las condiciones de manejo adecuadas para evitar la contaminación del suelo y del agua y menos aún para garantizar la salud de quienes manipulan este tipo de residuos. Este último punto es muy importante, dado que los equipos con los que cuentan los trabajadores de limpieza pública son limitados (UNEP IETC, 2020).

Con la información disponible, no ha sido posible calcular el volumen de residuos adicionales generados en los hospitales, el cual debe superar largamente las cifras aquí presentadas, y ello es más preocupante, dadas las dificultades que tienen la mayoría de las instituciones de salud para cumplir con la normativa vigente para la gestión de residuos hospitalarios peligrosos.

Un cálculo adicional que sí fue posible realizar, corresponde a la generación de residuos por el proceso de vacunación. En este caso, la aplicación de una vacuna requiere el uso de una jeringa, un hisopo con alcohol y el frasco donde viene la vacuna, todo lo

²⁹ Lo que equivale a más de 22 000 toneladas por día.

cual tiene un peso de 8,24 gramos (Al-Omran *et al.*, 2021)³⁰. Considerando el número total de ciudadanos mayores de cinco años que necesitan vacunarse con tres dosis, que son 29,7 millones de peruanos (INEI, 2021), el total de residuos que se generarán por este proceso es de 734 toneladas.

Es importante mencionar que, en algunos países, se ha tratado de reducir el impacto negativo de las mascarillas en el ambiente a través del fomento en el uso de mascarillas reutilizables, hechas de tela, en la medida en que son lavables y pueden ser utilizadas por más tiempo. No obstante, hay quienes señalan que los productos químicos con los que se producen las telas, así como todo el material nocivo que se descarga durante su lavado, genera impactos negativos en el ambiente, que es necesario cuantificar y analizar (Shruti, Pérez-Guevara, Elizalde-Martínez, & Kutralam-Muniasamy, 2020). Este es un punto que debería ser analizado en el futuro: los otros impactos de la generación de residuos. Este es un tema para futuras investigaciones.

Conclusiones y recomendaciones

La generación de residuos sólidos biocontaminados no solo se produce en los hospitales y centros de salud, sino también en los hogares, por los equipos de protección personal (mascarillas, guantes, protectores faciales, entre otros) que se han utilizado durante la pandemia; y el uso de la mascarilla es el que mayor duración ha tenido como medida de protección en el país.

Se ha estimado, que en los dos años de pandemia, los hogares en el Perú han producido alrededor de 90 500 toneladas de residuos adicionales biocontaminados (cota inferior), los cuales, por desconocimiento y falta de información específica sobre cómo disponer de ellos, han sido probablemente mezclados con los residuos sólidos comunes que produce diariamente un hogar y dispuestos como residuos municipales, lo cual puede generar contaminación cruzada hacia otros residuos, así como un mayor volumen de recolección para los gobiernos locales, generando mayores costos para estas instituciones, así como potencial riesgo para los trabajadores de limpieza durante el manipuleo de los residuos.

La deficiente gestión de residuos biocontaminados en las instituciones de salud, por falta de infraestructura, equipamiento y/o capacitación, así como la inadecuada infraestructura de disposición por parte de los gobiernos locales, hacen suponer que gran parte de los residuos biocontaminados generados durante la pandemia no han tenido una adecuada disposición, y ello puede contaminar las condiciones físicas de las zonas actuales de disposición.

Un primer paso es que las autoridades reconozcan que el problema existe y que se requiere asignar recursos para que las instituciones de salud puedan mejorar su gestión,

³⁰ Se ha tomado en cuenta que el frasco de vidrio contiene 6 dosis de vacuna.

así como que los gobiernos locales cuenten con infraestructura apropiada para gestionar los residuos peligrosos que están mezclados con los residuos municipales. El desconocimiento del tema y la poca capacitación sobre la importancia de una correcta gestión de residuos biocontaminados hacen que los agentes públicos involucrados deban priorizar la capacitación de sus funcionarios y personal, y, más aún, se requiere de una fuerte campaña de sensibilización de los hogares sobre los procedimientos por seguir.

Esa campaña de sensibilización a nivel de hogar debe trabajarse de manera conjunta entre el Minsa y el Minam, ya que la pandemia ha mostrado que las políticas de gestión de residuos sólidos no deben ser sectoriales, sino más bien transversales (Galarza, Kámiche Zegarra, & Ruiz, 2021).

Dos aspectos que será necesario analizar en futuros estudios son: (a) el mayor volumen de residuos domiciliarios en general (material orgánico, papel, cartón, vidrio, entre otros) que se ha generado por el cambio en los hábitos de consumo en los hogares, dado el mayor tiempo que pasan en casa los miembros del hogar, la difusión del trabajo remoto y el incremento de las compras en línea; y (b) la mayor generación de residuos peligrosos generados en los hospitales y en los lugares en los cuales han estado los pacientes por COVID-19, fuera del hogar. Estos volúmenes son sustancialmente mayores y, dado su condición de peligrosos, es un tema que se necesita analizar con más detalle.

Referencias

- Al-Omran, K., Khan, E., Ali, N., & Bilal, M. (2021). Estimation of COVID-19 generated medical waste in the Kingdom of Bahrain. *Science of the Total Environment*, 801, 149642. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149642
- Andeobu, L., Wibowo, S., & Grandhi, S. (2022). Medical waste from COVID-19 pandemic – A systematic review of management and environmental impacts in Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1381. doi:doi.org/10.3390/ijerph19031381
- Argentina Presidencia. (2020). *Recomendaciones para la gestión de residuos reciclables en contexto de COVID-19*. Buenos Aires. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/recomendaciones_para_la_gestion_de_residuos_reciclables_en_contexto_de_covid-19.pdf
- CDC. (2022). *Cómo usar y cuidar las mascarillas*. Recuperado de <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/about-face-coverings.html>
- Chowdhury, T., Chowdhury, H., Rahman, M., Hossain, N., Ahmed, A., & Sait, S. (2021). Estimation of the healthcare waste generation during COVID-19 pandemic in Bangladesh. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152295>
- Digesa-Minsa. (2020). *Gestión integral y manejo de residuos sólidos generados por la COVID-19*. Lima: Minsa.
- EPA. (2019). *Cómo manejar sus residuos peligrosos: una guía para la pequeña empresa*. EPA.
- Galarza, E., Kámiche Zegarra, J., & Ruiz, J. (2021). Competitividad y sostenibilidad ambiental. En A. Beltrán, C. Sanborn & G. Yamada. *En búsqueda de un desarrollo integral: 20 ensayos en torno al Perú del Bicentenario*. Lima: Universidad del Pacífico. Recuperado de <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/3118>

- Girón, S., Mateus, J., & Méndez, F. (2009). Impacto de un botadero a cielo abierto en el desarrollo de síntomas respiratorios y en costos familiares de atención en salud de niños entre 1 y 5 años en Cali, Colombia. *Biomédica*, 29, 392-402.
- Gobierno de Colombia. (2020). *Todo lo que debe saber sobre residuos en tiempo de SARS-COV-2 (COVID-19)*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://www.minvivienda.gov.co/medidas-covid-19-sector-agua/todo-lo-que-debe-saber-sobre-residuos-en-tiempo-de-coronavirus>
- Gobierno de Colombia. (2021). *Orientaciones para el manejo y gestión de residuos en el marco del Plan Nacional de Vacunación contra el COVID-19*. Bogotá: Gobierno de Colombia. Recuperado de <https://minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/PAI/orientaciones-residuos-vacunacion-covid-19-pai.pdf>
- Grant, K., Goldizen, F., Sly, P., Brune, M., Neira, M., Van der Berg, M., & Norman, R. (2013). Health consequences of exposure to e-waste: A systematic review. *Lancet Global Health*, 1, e350- e361.
- Hospital Rezola Cañete. (2021). *Estudio de diagnóstico basal o inicial de residuos sólidos del hospital Rezola Cañete 2020*. Cañete: Minsa. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2004824/RD091.pdf.pdf>
- Hospital San Juan de Lurigancho. (2021). *Diagnóstico inicial de la gestión y manejo de los residuos sólidos del hospital San Juan de Lurigancho*. Lima: Minsa.
- Hospital Hermilio Valdizán. (2020). *Diagnóstico basal de los residuos sólidos del hospital Hermilio Valdizán*. Lima: Minsa. Recuperado de http://www.hhv.gob.pe/wp-content/uploads/Resoluciones_Directoriales/2020/007-DG-17012020.pdf
- Hospital Nacional de Salud del Niño San Borja. (2022). *Diagnóstico basal de los residuos sólidos del Instituto Nacional de Salud del Niño – San Borja 2022*. Lima: Minsa.
- INEI. (2020). *Registro Nacional de Municipalidades*. <http://iinei.inei.gob.pe/microdatos/>
- INEI. (2021). *Perú: estado de la población en el año del Bicentenario, 2021*. Lima: INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1803/libro.pdf
- INEI. (2022). *Microdatos: Encuesta Nacional de Programas Presupuestales*. <http://iinei.inei.gob.pe/microdatos/>
- Jaramillo, M., & Ñopo, H. (2020). *COVID-19 and external shock: Economic impacts and policy options in Peru*. Documentos de Investigación 108. Lima: Grade. <https://www.grade.org.pe/publicaciones/covid-19-and-external-shock-economic-impacts-and-policy-options/>
- Johns Hopkins Medicine. (2022). *Coronavirus face masks FAQs*. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/coronavirus/coronavirus-face-masks-what-you-need-to-know>
- Kámiche Zegarra, J. (2018). *Gobiernos locales: cambiando paradigmas para una mejor gestión de residuos sólidos municipales*. Recuperado de <http://agenda2018.pe/>
- Kumar, V., Alshazly, H., Idris, S., & Bourouis, S. (2021). Evaluating the impact of COVID-19 on society, environment, economy and education. *Sustainability*, 13, 13642. doi:doi.org/10.3390/
- Minam. (2019). D. S. N.º 009-2019-Minam, *Aprueban el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Lima: Minam. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-el-regimen-especial-de-gestion-y-manejo-de-residuos-decreto-supremo-n-009-2019-minam-1824777-3>
- Minam. (2020). *Protocolo para el manejo de residuos sólidos durante la emergencia sanitaria por COVID-19 y el Estado de Emergencia Nacional*. Lima: Minam. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/675298/protocolo-actualizado.pdf>

- Minam. (2021). *Listado de rellenos sanitarios a nivel nacional*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Argentina: un caso exitoso de gestión de residuos patogénicos en el marco de la pandemia por COVID-19*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-un-caso-exitoso-de-gestion-de-residuos-patogenicos-en-el-marco-de-la-pandemia-por>
- Minsa. (2018). NTS N.º 144-Minsa/2018/Digesa. *Norma Técnica de Salud: Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud, Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación*. Lima: Minsa.
- Mohammad, A., Goli, V., & Singh, D. (2021). Discussion on «Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic», by Sharma *et al.*, 2020. *Resources, Conservation & Recycling*, 164, 105175.
- Nzeadibe, T., & Ejike-Alieji, A. (2020). Solid waste management during COVID-19 pandemic: Policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria. *Local Environment. The International Journal of Justice and Sustainability*, 25(7), 527-535. doi:10.1080/13549839.2020.1782357
- Nzediegwu, C., & Chang, S. (2020). Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries. *Resources, Conservation & Recycling*, 161, 104947. doi:doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104947
- OEFA. (2022). *OEFA identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional*. <https://www.oefa.gob.pe/oefa-identifica-1585-botaderos-informales-nivel-nacional/ocac07/>
- OMS. (2020). *Especificaciones técnicas para el equipo de protección personal frente a la COVID-19*. OMS.
- Padmanabhan, K., & Barik, D. (2019). Health hazards of medical waste and its disposal. En D. Barik. *Energy from toxic organic waste for heat and power generation* (pp. 99-118). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-08-102528-4.00008-0
- Patricio Silva, A., Prata, J., Walker, T., Campos, D., Duarte, A., Soares, A., . . . , & Rocha-Santos, T. (2020). Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of the Total Environment*, 742, 140565. doi:doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565
- Sarkodie, S., & Owusu, P. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environment, Development and Sustainability*. doi:doi.org/10.1007/s10668-020-00956-y
- Secretaría del Medio Ambiente. (2022). *Residuos y COVID-19*. Recuperado de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/archivo/residuosyCOVID19>
- Sharma, H., Vanapalli, K., Cheela, V., Ranjan, V., Jaglan, A., Dubey, B., Goel, S., & Battacharya, J. (2020). Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resource, Conservation & Recycling*, 162, 105052. doi:doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052.
- Shruti, V., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., & Kutralam-Muniasamy, G. (2020). Reusable masks for COVID-19: A missing piece of the microplastic problem during the global health crisis. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111777.
- UNDP. (2022). *COVID-19: Socio-economic impact*. <https://www.undp.org/coronavirus/socio-economic-impact-covid-19>

- UNEP IETC. (2020). *Waste management during the COVID-19 pandemic from response to recovery*. Osaka: UNEP.
- University of Maryland Medical System. (2022). *Choosing the right mask type*. <https://www.umms.org/coronavirus/what-to-know/masks/mask-types>
- Vaverková, M., Paleologos, E., Dominijanni, A., Koda, E., Tang, C., Malgorzata, W., ..., & Singh, D. N. (2021). Municipal solid waste management under COVID-19: Challenges and recommendations. *Environmental Geotechnics*, 8(3), 217 + 232.
- WHO. (2020). *Consideraciones relativas a las medidas de salud pública y sociales en el lugar de trabajo en el contexto de la COVID-19*. WHO. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332084/WHO-2019-nCoV-Adjusting_PH_measures-Workplaces-2020.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Worldometer. (2022). *Coronavirus*. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>