



Ingeniería

ISSN: 0121-750X

ISSN: 2344-8393

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Requena Sánchez, Norvin; Carbonel Ramos, Dalia; Romero Centeno, Rómulo
Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios en Honduras durante la pandemia Covid-19
Ingeniería, vol. 27, núm. 3, e204, 2022, Septiembre-Diciembre
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

DOI: <https://doi.org/10.14483/23448393.17989>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498873733008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios en Honduras durante la pandemia Covid-19

Household Waste Generation and Composition in Honduras during the Covid-19 Pandemic

Norvin Requena Sánchez¹, **Dalia Carbonel Ramos**^{1*}, **Rómulo Romero Centeno**¹

¹Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Ingeniería (Lima, Perú).

*Correspondence E-mail: dcarbonelr@uni.pe

Received: 19th/May/2021. Modified: 22th/November/2021. Accepted: 10th/March/2022

Abstract

Context: Solid waste management during the Covid-19 pandemic has caused environmental effects that have not been sufficiently studied, especially in Latin American cities. This study presents a characterization of waste in Honduras during the Covid-19 lockdown, which uses a novel methodology that allows collecting information without the need for fieldwork.

Method: This study was implemented in three phases (data recording, training, and data generation). All activities were carried out with the support of virtual tools such as forms and group calls. The participants received four training sessions and characterized their residues for seven days.

Results: The waste generation per capita was 0,475 kg/inhab/day at the national level and 0,549 kg/inhab/day in Distrito Central [the central district]. There is an increase in the proportion of non-usable inorganic waste and a decrease in organic and recyclable waste. It is estimated that each household generates 3,7 masks nationwide and 4 masks in Distrito Central on a weekly basis.

Conclusions: The per-capita generation of household waste decreased during the lockdown, which may be due to a decline in families' purchasing power given the reduction in the economic activities. The appearance of a new residue is recorded: disposable masks and gloves.

Keywords: waste management, waste generation, disposable masks

Acknowledgments: To the students of the Solid Waste Technical Team at the Department of Environmental Engineering of Universidad Nacional de Ingeniería in Peru, to the Department of Engineering of Universidad Nacional Autónoma de Honduras, to the Japan International Cooperation Agency's Honduras office, to the Honduran Association of Japan Scholarship Holders, to the Inter-municipal Service Company, and to the San Juan River Watershed Commonwealth.

Language: spanish.

Open access



Cite as: Requena, N., Carbonel, D., Romero, R. "Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios en Honduras durante la pandemia Covid-19". *Ing.*, vol. 27, no. 3, 2022. e17989.

<https://doi.org/10.14483/23448393.17989>

© The authors; reproduction right holder Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Resumen

Contexto: La gestión de residuos sólidos durante la pandemia del Covid-19 ha ocasionado efectos ambientales que no han sido lo suficientemente estudiados, especialmente en las ciudades de América Latina. En este estudio se presenta una caracterización de residuos en Honduras durante la cuarentena por Covid-19, utilizando una metodología innovadora que permite recolectar información sin necesidad de realizar trabajo de campo.

Metodo: El estudio se implementó en tres fases (registro de datos, capacitación y generación de información). Todas las actividades se realizaron con apoyo de herramientas virtuales como formularios y llamadas grupales. Los participantes recibieron cuatro sesiones de capacitación y caracterizaron sus residuos durante siete días.

Resultados: La generación per cápita fue de 0,475 kg/hab/día a nivel nacional y 0,549 kg/hab/día en el Distrito Central. Se observa un aumento en la proporción de residuos inorgánicos no aprovechables y una disminución de residuos orgánicos y aprovechables. Semanalmente se estima que cada vivienda genera 3,7 mascarillas a nivel nacional y 4 mascarillas en el Distrito Central.

Conclusiones: La generación per cápita de residuos domiciliarios disminuyó durante la cuarentena, lo cual puede deberse a una menor capacidad de adquisición de las familias por la reducción en las actividades económicas. Se registra la aparición de un nuevo residuo: las mascarillas y guantes descartables.

Palabras clave: gestión de residuos, generación de residuos, mascarillas descartables

Agradecimientos: A los alumnos del Equipo Técnico de Residuos Sólidos de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, la oficina en Honduras de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, la Asociación Hondureña de Becarios de Japón, la Empresa Intermunicipal de Servicios y la Mancomunidad Cuenca del Río San Juan.

Idioma: español

1. Introducción

A marzo del 2021 Honduras presenta un total de 174.243 casos acumulados de Covid-19 [1]. El 14 marzo del 2020 el país decretó estado de emergencia nacional, con condiciones estrictas de confinamiento, cierre de instituciones educativas, cese de actividades comerciales y limitación del libre tránsito [2]. El proceso de reactivación económica por fases inició desde el mes de junio del 2020 [3]. Durante el mes de agosto gran parte de los municipios del país, incluyendo el Distrito Central, se encontraba en la Fase 1 de reapertura que implicaba la reincorporación del 20 % de empleados. En setiembre inició la Fase 2 que implicó la reincorporación del 40 % al 60 % de empleados [4].

Entre los efectos ambientales de la pandemia del Covid-19 se encuentran los cambios en la generación y composición de residuos domiciliarios [5], urbanos [6]- [8] y hospitalarios [9], [10]. A pesar de que la recolección de residuos sólidos es un servicio esencial; datos sobre la misma, especialmente en las ciudades de América Latina, no son difundidos y en algunos casos ni recopilados [11]. En la región se han realizado varios estudios sobre el impacto del Covid-19 en los residuos sólidos. Como ejemplo están las investigaciones sobre la contaminación de las costas y playas en América del Sur con textiles poliméricos antivirales provenientes de equipos de protección personal (EPP) [12]; la presencia de EPP en la Costa de Lima, Perú [13], o la distribución y densidad de mascarillas en las playas turísticas de Chile [14]. Estas investigaciones evaluaron la presencia,

mas no la generación per cápita, de este tipo de residuos. De otro lado, tres estudios realizados en Brasil analizaron la influencia de la pandemia en la generación de residuos de comida [15], residuos reciclables [16] y el en el ciclo de la gestión de residuos [17], [18]. El primero de ellos, a pesar de que presenta información cuantitativa, no recoge datos de la composición total de los residuos generados en el hogar. El estudio implementado en São Paulo por Urban y Nakada [18] se sustenta en información sobre la generación mensual de residuos municipales publicada durante los últimos 10 años por el municipio. Este último, por cierto, es un caso excepcional pues son pocos los países de la región que cuentan con una base similar de datos de libre acceso. A pesar de la relevancia y aporte de estos artículos y de la importancia de estudiar diferentes tipos de residuos en un contexto de pandemia, hasta donde es conocimiento de los autores, ningún estudio en la región ha recopilado información cuantitativa sobre generación y composición de residuos sólidos domiciliarios durante la pandemia.

En Honduras la única información disponible sobre residuos sólidos se refiere a los residuos hospitalarios del Distrito Central; en el pico de la pandemia llegaron a producirse 97 toneladas semanales, durante agosto este valor se mantuvo entre 54 y 57 toneladas [19]. En este país los municipios afrontan problemas gerenciales, administrativos, técnicos y operativos para brindar servicios eficientes y eficaces de recolección, transporte y disposición final de residuos [20]. Según datos del 2010 solo el 26,7 % de los municipios contaba con planes de manejo de residuos [11]. La información disponible sobre gestión de residuos está dispersa y proviene de estudios hechos por la cooperación internacional (Organización Panamericana de la Salud - OPS, Banco Interamericano de Desarrollo y Agencia de Cooperación Internacional del Japón - Jica).

En este contexto, este estudio presenta información sobre la generación y composición de los residuos durante la pandemia del Covid-19 en Honduras. Para ello se aplicó una metodología innovadora que permite recolectar información sin necesidad de hacer trabajo de campo, lo que reduce el riesgo de exposición. Esta metodología nace de la necesidad de recopilar información en condiciones de confinamiento y se apoya en medios virtuales para la convocatoria, la capacitación, el registro y la entrega de información. Además de facilitar la obtención de información cuantitativa sobre generación y composición de residuos sólidos domiciliarios; esta metodología sirve también como una herramienta de capacitación y sensibilización ciudadana para la segregación en la fuente de residuos. Estos tres componentes: información, capacitación y sensibilización son aspectos esenciales para la gestión integral de residuos sólidos municipales.

2. Metodología

El diseño de la metodología, la coordinación y la implementación del estudio fue realizado por el Equipo Técnico de Residuos Sólidos de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú.

2.1. Participantes y recopilación de información

El estudio se realizó con alumnos universitarios y voluntarios convocados por redes sociales. Los alumnos universitarios fueron 25 estudiantes del curso de Ingeniería Ambiental de la carrera de

Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La convocatoria por redes sociales fue realizada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, la oficina de Honduras de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, la Asociación Hondureña de Becarios de Japón, la Empresa Intermunicipal de Servicios y la Mancomunidad Cuenca del Río San Juan.

El presente estudio se implementó en tres fases: (i) fase de registro de datos y sensibilización, (ii) fase de capacitación y (iii) fase de generación de información (figura 1). Todas las fases se realizaron virtualmente, en total los participantes recibieron cuatro sesiones de capacitación.



Figura 1. Secuencia metodológica de estudio

La primera semana de agosto del 2020 se hizo una convocatoria en redes sociales para la inscripción al estudio. En la fase 1 las personas inscritas se registraron ingresando datos personales y de vivienda. Con el objetivo de conocer las prácticas de los participantes relacionadas con la gestión de residuos, los participantes respondieron nueve preguntas de opción cerrada. Las preguntas fueron sobre sus hábitos de reducción, segregación, aprovechamiento y almacenamiento de residuos sólidos (tabla I). La fase 1 terminó con una sesión de sensibilización en gestión de residuos sólidos.

Tabla I. Indicadores de la encuesta

Aspecto	Indicadores
Almacenamiento	Material utilizado
Recolección	Frecuencia de recolección
	Horario de recolección
Segregación	Capacitación o experiencia previa
	Entrega de residuos a un reciclador
	Tipos de residuos separados
Aprovechamiento	Formas de aprovechamiento de residuos orgánicos
Reducción	Compras de bolsas reutilizables

En la fase 2 se desarrollaron dos sesiones de capacitación en segregación de residuos orgánicos e inorgánicos. En la primer sesión se presentaron a los participantes diferentes opciones para reducir la cantidad de residuos que se entregan al camión recolector para la disposición final. Una de ellas fue la elaboración de ecoladrillos. El ecoladrillo consiste en residuos inorgánicos no aprovechables limpios y compactados en un botella de tereftalato de polietileno (PET); los ecoladrillos pueden ser utilizados en construcciones menores como bancos o edificaciones de un solo nivel. En la segunda sesión se explicó la metodología de los 7 días de estudio, los tipos de residuos a clasificar y ejemplos para cada uno de ellos. Al finalizar estas sesiones se instruyó a los participantes para que instalaran contenedores separados de residuos en sus hogares y replicaran la metodología aprendida en casa. De esta manera toda la familia podría participar en la separación de residuos durante la fase 3.

La fase 3 tuvo una duración de 7 días, periodo en el cual los participantes registraron diariamente los pesos y la composición de sus residuos. En el día 0, un domingo, retiraron todos los residuos de los contenedores del hogar para iniciar el día 1 (lunes) sin ningún residuo. Del día 1 al día 7 (de lunes a domingo), separaron y pesaron sus residuos diariamente. Los residuos se clasificaron según se indica en la tabla II. Los participantes entregaron la información recolectada el día 4 (del día 1 al día 3) y el día 7 (del día 4 al día 7) usando un formulario de Google, indicando el peso según el tipo de residuo. En esta fase se realizó una última sesión de capacitación en economía circular.

En la tabla II se detalla la clasificación de los residuos. Es importante precisar que el ecoladrillo responde al componente de sensibilización de la metodología, pues busca que los participantes aprovechen al máximo los residuos que generan. Las mascarillas y los guantes se clasificaron como residuos peligrosos; dado que no es posible identificar si estos EPP contienen o no el virus del Covid-19. Como medida de prevención muchos gobiernos nacionales recomiendan disponer de estos como residuos infecciosos o en contenedores especiales para su posterior incineración [21], [22].

Para asegurar una adecuada categorización de los residuos por parte de los participantes se implementaron las siguientes medidas: (i) capacitación en tipos de residuos y estudios de caracterización de residuos previa al inicio del pesaje, en la fase 2; (ii) comunicación con los participantes durante los 7 días de levantamiento de información, en la fase 3 y; (iii) revisión de las fotografías enviadas por los participantes, donde registraron los residuos colocados en cada uno de los contenedores de segregación.

En la figura 2 se muestran fotografías de la implementación del estudio de caracterización de residuos por parte de los participantes.

2.2. Procesamiento de la información

La información se procesó según dos grupos: (i) respuestas a la encuesta y (ii) caracterización de residuos. Los datos de cada uno de los dos grupos se analizaron según el ámbito geográfico: Distrito Central y nacional. El primer grupo, como su nombre lo indica, abarca solamente los participantes de dicho distrito. El ámbito nacional incluye todos los participantes.

Tabla II. Clasificación de residuos en el estudio

Tipo	Detalle	Ejemplos
Orgánicos	Orgánicos	Restos de cáscaras, frutas, verduras, hortalizas, malezas y otros residuos verdes similares
Inorgánicos	Aprovechables diferenciados	Papeles, hojas de cuadernos o revistas, papel periódico, cartón liso o corrugado, botellas o envases de vidrio, tetrapack, latas, plástico (polipropileno, tereftalato de poliestireno, polietileno de alta densidad, policloruro de vinilo u otros similares).
	Ecoladrillo	Bolsas de plástico, material de empaque y envolturas
	Aceite usado	Aceite usado de cocina
No aprovechables	Peligrosos	Mascarillas, guantes, pilas, focos, etc.
	Sanitarios	Papel higiénico, toallas sanitarias, pañales, gasas, etc.
	Inertes y otros	Cabello, textiles, caucho, jebes, poliestireno expandido, residuos de barrido de la casa, sobras de guiso de comida, aderezos y huesos, papel toalla usado en la cocina, etc.

En total se recibieron 71 encuestas (30 del Distrito Central y 41 a nivel nacional) y 54 formularios del estudio de caracterización (22 del Distrito Central y 32 a nivel nacional). El número de muestras de encuestas fue mayor al número de muestras de caracterización de residuos. Esto se debe a que no todos los participantes presentaron o recolectaron datos de más de 3 días, también se descartaron las muestras que no fueron pesadas con balanza (sino usando el método del tanteo o hidrostático).

Los parámetros estadísticos de los datos de caracterización de residuos se hallaron según la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra (Ecuación 1) sugerido por el Centro Panamericano de la Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [23]:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2_{1-\alpha/2} \sigma^2} \quad (1)$$

Donde n es el tamaño de la muestra, $Z^2_{1-\alpha/2}$ el nivel de confianza, N el tamaño de la población, la desviación estándar y E el error permisible de la generación per cápita (GPC). Los datos de la muestra se validaron usando la prueba de significación para la media de la población con una desviación estándar conocida [23]. La GPC (kg/hab./día) se determinó dividiendo el peso total diario de los residuos entre el número de muestras. Para calcular la composición se halló el porcentaje de cada tipo de residuos teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos y el peso de cada tipo de residuo [23].

2.3. Limitaciones del estudio

Dada la naturaleza participativa y voluntaria de la metodología propuesta existe una serie de limitaciones respecto a la muestra posible de evaluar y a la representatividad de los resultados obtenidos. En primer lugar, los participantes requieren de una conexión a internet en su casa, esto limita la



Figura 2. Desarrollo del estudio de caracterización de residuos (a) tachos para segregación de residuos, (b) elaboración del ecoladrillo y (c) capacitación a miembros de la familia

aplicación de la metodología de estudio en zonas rurales y de bajo nivel socio económico. En segundo lugar, la participación en el estudio representa un gran compromiso (para cumplir los 7 días de estudio) e inversión de tiempo por parte de los participantes (aproximadamente 1 hora diaria durante 7 días). Esto hace que solo las personas que reconozcan la relevancia de un estudio de caracterización de residuos sólidos estén lo suficientemente motivadas para completar el levantamiento de datos. Un tercer aspecto es la variabilidad en el empleo de diferentes balanzas por parte de cada participante, este error puede afectar el cálculo de la GPC y la composición.

3. Resultados

3.1. Hábitos de generación de residuos

3.1.1. Almacenamiento

El material más usado para sacar los residuos de la casa, tanto en el Distrito Central (74 %) como a nivel nacional (70 %), son las bolsas de plástico. Las cajas de cartón son el segundo material más usado en el Distrito Central (16 %) y los sacos, costales y similares el segundo material más usado a nivel nacional (16 %).

Estos resultados concuerdan con los presentados en el Plan Director de Residuos Municipales del Distrito Central donde se afirma que la forma de almacenamiento de residuos en los frentes de las viviendas comúnmente es con bolsas de plástico; cajas de cartón, baldes, sacos y otro tipo de recipientes se reportan en menor medida [24].

3.1.2. Frecuencia y horario de recolección

La mayor parte de los participantes de los dos ámbitos de estudios (59 % a nivel nacional y 76% en el Distrito Central) sacan sus residuos cada 2 o cada 3 días. En el Distrito Central son muy pocas las personas que sacan los residuos con una frecuencia mayor a 3 días (10 %), a nivel nacional este porcentaje es algo mayor (28 %).

En el Distrito Central, según la Superintendencia de Aseo Municipal (AMDC) [25], en el año 2019 la recolección de residuos aumentó a una frecuencia de 3 veces por semana. Esto concuerda con el alto porcentaje de personas que sacan sus residuos cada 2 días en dicho lugar. Incluso se afirma que en más del 60 % de barrios y colonias la recolección se hace 2 veces al día [26], sin embargo solo el 13 % de los encuestados del Distrito Central manifestó sacar sus residuos diariamente.

Entre los participantes del estudio la cobertura de recolección fue del 87 % a nivel nacional y del 97 % en el Distrito Central. Estas respuestas reflejan la diferencia entre los datos de cobertura de recolección nacional y en el Distrito Central. En el año 2010 se reportó una cobertura de recolección nacional del 64,4 % [11], mientras que para el Distrito Central se reportó una cobertura del 91,43% [25].

3.1.3. Segregación de residuos

La mayor parte de los participantes del estudio no contaba con capacitación previa o experiencia en segregación de residuos (66 % a nivel nacional y 70 % en el Distrito Central).

A nivel nacional el 63 % manifestó entregar sus residuos a un reciclador antes de la pandemia entre siempre y algunas veces, en el Distrito Central esta proporción fue del 60 %. El 17 % a nivel nacional y el 10 % en el Distrito Central indicó que en su municipio no hay recicladores. Dada la poca implementación de programas municipales de segregación en la fuente, se puede asumir que los recicladores referidos son informales [27]. El elevado porcentaje de personas que entregan sus residuos a un reciclador tiene su correlato en los reportes de la ciudad de Tegucigalpa donde

durante los últimos años se ha evidenciado un aumento en el reciclaje informal; se calcula que de las 70 toneladas de residuos que se generan diariamente, 54 son captadas por recicladores antes de que lleguen a la infraestructura de disposición final de la ciudad [28].

A nivel nacional el 27 % clasifica sus residuos en tres grupos: orgánicos, aprovechables y no aprovechables. En el Distrito Central el 33 % clasifica sus residuos en dos grupos: aprovechables y el resto. Es muy poco el porcentaje de hogares que solo segrega residuos orgánicos, lo usual es que aquellos que segregan sus residuos en la fuente prioricen la segregación de los residuos aprovechables.

3.1.4. Aprovechamiento de residuos orgánicos

En el Distrito Central el 47 % indica realizar el aprovechamiento de los residuos orgánicos, a nivel nacional asciende a 65 %. La gran mayoría (87 % a nivel nacional y 93 % en el Distrito Central) aprovecha este tipo de residuos para la elaboración de abono orgánico, principalmente compost. En Honduras, pese a que la materia orgánica representa un alto porcentaje de los residuos sólidos domiciliarios, las prácticas de compostaje no se encuentran muy desarrolladas [27]. Sin embargo, los resultados de la encuesta realizada demuestran que la valorización de residuos orgánicos domiciliarios para la elaboración de compost es una práctica que puede resultar autosostenible a escala familiar.

3.1.5. Compras en bolsas reutilizables

El uso de bolsas reutilizables es una práctica extendida en el país. Solo el 17 % de los participantes (tanto a nivel nacional como en el Distrito Central) manifiesta nunca usar bolsas reutilizables para realizar las compras. En Tegucigalpa, por ejemplo, varios supermercados promueven el uso de bolsas reutilizables entre sus clientes [29]- [31]. Además, en ocho municipios del país (Guanaja, Roatán, Útila, El Porvenir, Puerto Cortés, Santa Cruz de Yojoa, Gracias y Trujillo) se han promulgado ordenanzas municipales que prohíben el empleo de plástico de un solo uso [32]. A pesar de que a raíz de la pandemia muchos de estos municipios hayan tenido que retroceder en estas prohibiciones [33] es posible que los hábitos adquiridos desde antes de la pandemia se mantengan durante el estado de emergencia

3.2. Caracterización de residuos

3.2.1. GPC de residuos domiciliarios

En la tabla III se detallan los parámetros estadísticos y la GPC en el Distrito Central y en el ámbito nacional.

Tabla III. Parámetros estadísticos de estudio					
Ámbito	Muestra	Coefficiente de confianza	Error	Desviación estándar	GPC (kg/hab./día)
Distrito Central	22	1,96	25 %	0,323	0,549
Nacional	53	1,96	16 %	0,271	0,475

Como se observa en la tabla III la GPC del Distrito Central fue mayor que la GPC nacional. Este resultado es de esperarse dado que en el Distrito Central se concentra una mayor área urbana, lo que suele resultar en mayor acceso a recursos y por ende una mayor generación de residuos.

Uno de los objetivos de este estudio de caracterización de residuos sólidos durante la pandemia es poder evaluar si la generación ha aumentado o disminuido producto de la cuarentena, para ello es necesario comparar la GPC de estudio con los valores referenciales más recientes. Para el caso de Honduras esto es un reto, los datos de la GPC a nivel nacional y en el Distrito Central se encuentran dispersos y en algunos casos no guardan relación entre sí. En la tabla IV se muestran los datos existentes de la GPC municipal y domiciliaria entre los años 1999 y 2018 en Honduras.

Tabla IV. GPC municipal y domiciliaria nacional y en el Distrito Central

GPC municipal (kg/hab./día)	GPC domiciliaria (kg/hab./día)	Año	Fuente
Nacional			
0,65		2015	[34]
	0,61	2010	[11]
0,45		2005	[35]
	0,50	2003	[36]
Distrito Central			
0,675		2018	[25]
	0,94	2010	[11]
			[37]
	0,459-0,758	2010*	
	0,54	2003	[36]
0,759		2003	[38]
	0,328-0,541	1998	[37]
*: Proyección de 1998			

Se observa que no en todos los casos la GPC municipal es mayor a la GPC domiciliaria. La GPC municipal siempre deberá de ser mayor a la GPC domiciliaria pues incluye, además de los residuos domiciliarios, los residuos comerciales, de mercados, barrido de calles, entre otros. Se han colocado ambos datos en la tabla IV para mostrar lo contradictorio de la información, pues en algunos casos la GPC municipal es menor a la domiciliaria. Por ejemplo, la GPC domiciliaria del Distrito Central del año 2010 (0,94 kg/hab./día) es mayor a la GPC municipal del año 2018 (0,675 kg/hab./día).

Otro punto para analizar, respecto a los datos de la GPC, es la variedad de las fuentes; aunque los datos más recientes sí provienen de organismos gubernamentales. La información más reciente tanto de la GPC municipal nacional como del Distrito Central provienen de Mi Ambiente (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras) y de la AMDC respectivamente. Sin embargo, antes del 2015 los datos de la GPC domiciliaria nacional y del Distrito Central más citados provenían de la OPS, determinados en el contexto de evaluaciones regionales. Es esta diversidad de fuentes y años de estudio lo que podría originar las contradicciones señaladas líneas arriba.

Tabla V. Composición de residuos sólidos nacional y en el Distrito Central

Tipos de residuo	Nacional	Distrito Central
Orgánicos	54.33%	46.45%
Aprovechables diferenciados	14.92%	14.61%
Ecoladrillo	2.87%	2.74%
Aceite usado	1.28%	0.42%
Peligrosos	1.52%	1.43%
Sanitarios	10.99%	14.36%
Inertes y otros	13.99%	20.00%

Para poder comparar la GPC domiciliaria se usarán los valores más recientes, 0,61 kg/hab./día a nivel nacional y 0,94 kg/hab./día en el Distrito Central (aunque este último valor parezca un poco elevado considerando que es mayor a la GPC municipal del 2018). Dada la variabilidad de los datos, no se realizó un análisis de variación porcentual entre la GPC domiciliaria anterior y la actual; sin embargo (y considerando el error indicado en la tabla III), se puede concluir que para ambos casos la GPC domiciliaria durante la pandemia ha disminuido.

El impacto en la generación de residuos sólidos en diferentes ciudades del mundo ha sido muy variado. En Estados Unidos se reportó un incremento de hasta el 30 % de residuos sólidos domiciliarios hacia fines de abril [39], en México se ha reportado también en varios municipios un aumento en la generación de residuos [40]. Sin embargo, la situación ha sido la opuesta en otros lugares; el Gobierno de la República Popular China informó el 11 de marzo que la cantidad de residuos sólidos municipales generados en ciudades grandes y medianas se redujo en un 30 % durante el brote de Covid-19 [41]. En ciudades como Shanghái también se reportó una reducción del 23 % en residuos sólidos municipales [42], igual ocurrió en Lima [43], Milán y Barcelona [44].

El aumento en la generación de residuos se ha explicado por un mayor consumo de productos de limpieza, de protección, desechables, entregas a domicilio y compras por internet [44]- [46]. De otro lado, la disminución en la generación de residuos puede deberse a una menor capacidad de adquisición en el hogar por el cierre de un gran número de actividades económicas [47], [48]. Otro factor que podría explicar la disminución de residuos es la selección de la muestra, como se explica la sección de limitaciones del estudio. Los participantes podrían haber adoptado prácticas de reducción de residuos previo al inicio del estudio o, incluso, como resultado de las sesiones de sensibilización recibidas antes de la fase 3.

3.2.2. Composición de residuos domiciliarios

En la tabla V se presenta la composición de residuos domiciliarios nacional y en el Distrito Central.

La composición de residuos domiciliarios entre el Distrito Central y a nivel nacional es relativamente similar. Resalta la proporción de orgánicos y de peligrosos que es ligeramente menor en el Distrito Central.

Así como en el caso de la GPC los datos de composición son escasos. En la tabla VI se muestra la información que se ha podido recuperar. Para la ciudad de Tegucigalpa solamente existen los datos elaborados por Jica en 1999 y la proyección hecha ese año para el 2010. Los datos más actuales

son de Mi Ambiente, aunque son a nivel nacional y de residuos municipales; a pesar de ello, estos son los que se usarán como referencia para comparar con los datos de este estudio.

Tabla VI. Composición de residuos en Tegucigalpa y a nivel nacional

Categoría	Residuos sólidos domiciliarios Jica, 1991* Tegucigalpa	Residuos sólidos domiciliarios (Proyección de Jica para el 2010*) Tegucigalpa	Residuos sólidos municipales 2019** Nacional
Orgánicos			57,9 %
Residuos de alimentos	47,2 %	40 %	
Hierbas y madera	11,6 %	12 %	
Inorgánicos			
Papel y cartón	11,5 %	15 %	17,36 %
Plásticos	7,1 %	8 %	14,41 %
Metales	1,9 %	4 %	2,11 %
Vidrio	3,5 %	4 %	1,27 %
Cerámica y piedras	12,1 %	10 %	
Otros (textiles, cuero, goma, etc.)	5,1 %	6 %	5,64 %

*Datos de [49]

**Datos de [50]

Dada la disparidad en la clasificación de la composición de los residuos entre los resultados del 2019 (tabla VI) y del presente estudio (tabla V), solo se pueden hacer comparaciones con categorías amplias de residuos. Al comparar la composición de residuos municipales del 2019 con la composición hallada en el presente estudio se observa que la proporción de orgánicos y aprovechables es menor para el presente caso, y la proporción de residuos inorgánicos no aprovechables es mayor. Como se observa en la tabla V la proporción de residuos sanitarios representa la mayor cantidad de residuos inorgánicos no aprovechables; sin embargo, llama la atención que los residuos sanitarios no estén clasificados en la composición de los otros informes (tabla VI). Podría asumirse que los residuos sanitarios se encuentran dentro de la categoría otros, en ese caso la mayor proporción de residuos sanitarios en las viviendas durante la cuarentena podría explicarse porque todos los miembros de la familia se encuentran todo el día en sus casas [51], [52].

3.2.3. Residuos de guantes y mascarillas

Los participantes indicaron que los residuos peligrosos estaban compuestos de mascarillas, guantes, y en menor proporción, pilas, focos de luz y jeringas. En la tabla VII se muestra la cantidad de mascarillas y guantes que se generaron durante la semana de estudio en cada hogar y por persona.

Tabla VII. Cantidad de mascarillas y guantes generados

	Nacional		Distrito Central	
	Hogar/seman a	Hab./semana	Hogar/seman a	Hab./semana
Mascarillas	3,698	0,987	3,973	0,479
Guantes	1,683	0,369	2,108	0,068

La pandemia de Covid-19 ha introducido nuevos materiales al uso cotidiano de las familias, las mascarillas y los guantes son ahora productos de uso diario y necesariamente descartables. En Honduras ya se está observando el incremento de estos residuos en las calles y riberas de los ríos, así mismo se ha reportado un aumento en las importaciones de estos elementos [33]

En la tabla VII se observa que las mascarillas se generan en mayor cantidad que los pares de guantes. Al contrario que con la GPC, el uso de mascarillas y guantes es menor en el Distrito Central. A pesar de ello, las cantidades generadas no dejan de ser significativas, si con estos datos se calcula un aproximado de mascarillas y guantes generados a la semana en el Distrito Central se tiene un total de 1.320.197 y 258.299 respectivamente.

De la tabla VII se obtiene que la generación diaria de mascarillas por habitante oscila entre 0,141 y 0,145. Estos resultados varían mucho de las estimaciones hechas por otros investigadores. En algunos estudios se asume que cada persona usa una mascarilla diaria [21], [53], [54]. Nzediegwu Chang [55] por su parte estiman dos mascarillas diarias por persona; es importante resaltar que esta suposición ha sido citada y tomada como certera por muchos otros autores [18], [56], [57]. Sin embargo, estas cantidades difieren mucho de los resultados obtenidos en el presente estudio. Es probable que las personas no estén generando una o dos mascarillas diarias debido a diferentes motivos; como el uso de mascarillas de tela, el reúso de mascarillas descartables, poco tiempo de permanencia en la calle, entre otras. Una estimación adecuada de la generación per cápita de mascarillas es un dato importante al momento de planificar la recolección, el tratamiento y la disposición final de este tipo de residuos.

4. Conclusiones

El artículo presenta los resultados de la generación y composición de residuos en Honduras durante la pandemia del Covid-19 en el 2020. A pesar de las limitaciones metodológicas del estudio, como las variaciones en el pesaje, el uso de balanzas y el tamaño de la muestra, la importancia del mismo radica en la capacitación brindada a los participantes, y de estos a sus familias, para un adecuado manejo y segregación de los residuos sólidos. En el contexto hondureño, donde la información sobre generación y composición de residuos no está actualizada, es importante contar con data que pueda servir como referencia y metodologías que faciliten la recolección de la misma.

La GPC hallada fue de 0,475 kg/hab./día a nivel nacional y 0,549 kg/hab./día en el Distrito Central, estos valores representan una disminución en comparación con años anteriores. Esto puede deberse a una menor capacidad de adquisición de las familias debido a la reducción de las actividades económicas por la pandemia, y también a la muestra seleccionada. Al comparar la composición de residuos de este estudio con resultados anteriores a nivel nacional, se observa un aumento en la proporción de residuos inorgánicos no aprovechables y una disminución de los residuos orgánicos y aprovechables. Entre los residuos peligrosos se estima que cada vivienda a nivel semanal genera 3,7 mascarillas a nivel nacional y 4 mascarillas en el Distrito Central.

La metodología de estudio puede adaptarse para su uso por instituciones de investigación y gobiernos locales. Se recomienda aplicarla como parte de programas que cuenten con financiamiento

para incluir incentivos (p. ej. certificados, cursos gratis, dinero) a los participantes, así como la entrega de balanzas. De esta manera se reduciría el error en el pesaje y se tendría una muestra más amplia y variada. De igual modo esta metodología se podría aplicar para evaluar otro tipo de residuos como por ejemplo los comerciales.

Referencias

- [1] Sinager, Comunicado #65, 2021. [Online]. <https://covid19honduras.org/Comunicado-065-2021> ↑2
- [2] El Herald, “Cronología: las principales fechas que dieron paso a la reapertura inteligente”, El Herald, 2020. <https://www.elheraldo.hn/pais/1386433-466/reapertura-inteligente-honduras-cronologia-principales-fechas-pandemia-coronavirus> ↑2
- [3] D. Álvarez, “Honduras: Esto es lo que debes saber sobre el inicio del plan de reapertura inteligente”, *Tu Nota*, 2020. <https://www.tunota.com/honduras-esto-es-lo-que-debes-saber-sobre-el-inicio-del-plan-de-reapertura-inteligente> ↑2
- [4] Xinhua, “Honduras avanza a fase 2 de reapertura económica en el marco de la pandemia de COVID-19”, *Xinhua Español*, 2020. http://spanish.xinhuanet.com/2020-09/28/c_139404583.htm ↑2
- [5] O. Ouhsine, A. Ouigmane, E. Layati, B. Aba, R. Isaifan, and M. Berkani, “Impact of COVID-19 on the qualitative and quantitative aspect of household solid waste”, *Glob. J. Environ. Sci. Manag.*, vol. 6, no. Special Issue (Covid-19), pp. 41-52, 2020. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.06.SI.05> ↑2
- [6] M. A. Zambrano-Monserrate, M. A. Ruano, and L. Sanchez-Alcalde, “Indirect effects of COVID-19 on the environment”, *Sci. Total Environ.*, vol. 728, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813> ↑2
- [7] S. Haque, S. Uddin, S. Sayem, and K. M. Mohib, “Coronavirus disease 2019 (COVID-19) induced waste scenario: A short overview”, *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 9, no. 1, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104660> ↑
- [8] S. Moonsammy et al., “COVID-19 effects on municipality waste collection services for households: statistical modelling of perspectives from Guyana and Nigeria”, *J. Mater. Cycles Waste Manag.*, vol. 23, pp. 1678-1687, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01225-4> ↑2
- [9] P. Nowakowski, S. Kuśnierz, P. Sosna, J. Mauer, and D. Maj, “Disposal of personal protective equipment during the COVID-19 pandemic is a challenge for waste collection companies and society: A case study in Poland”, *Resources*, vol. 9, no. 10, 2020. <https://doi.org/10.3390/resources9100116> ↑2
- [10] J. Wang et al., “Quantitative evaluation of infectious health care wastes from numbers of confirmed, suspected and out-patients during COVID-19 pandemic: A case study of Wuhan”, *Waste Manag.*, vol. 126, pp. 323-330, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.026> ↑2
- [11] P. Tello Espinoza, E. Martínez Arce, D. Daza, M. Soulier Faure y H. Terraza, *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010 OPS, AIDIS, BID*, 2011. [En línea]. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-de-la-evaluacin-regional-del-manejo-de-residuos-slidos-urbanos-en-Amrica-Latina-y-el-Caribe-2010.pdf> ↑2, 3, 8, 10
- [12] M. Arduoso, A. D. Forero-López, N. S. Buzzi, C. V. Spetter, and M. D. Fernández-Severini, “COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America”, *Sci. Total Environ.*, vol. 763, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144365> ↑2
- [13] G. E. De la Torre, R. J. Rakib, C. I. Pizarro-Ortega, and D. C. Dioses-Salinas, “Occurrence of personal protective equipment (PPE) associated with the COVID-19 pandemic along the coast of Lima, Peru”, *Sci. Total Environ.*, vol. 774, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145774> ↑2
- [14] M. Thiel et al., “COVID lessons from the global south - Face masks invading tourist beaches and recommendations for the outdoor seasons”, *Sci. Total Environ.*, vol. 786, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147486> ↑2
- [15] V. G. H. Schmitt, M. M. Cequea, J. M. Vásquez Neyra, and M. Ferasso, “Consumption behavior and residential food waste during the COVID-19 pandemic outbreak in Brazil”, *Sustainability*, vol. 13, no. 7, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13071188>

- [//doi.org/10.3390/su13073702](https://doi.org/10.3390/su13073702) ↑3
- [16] R. de Almeida, R. G. de Souza, and J. C. Campos, “Lessons and challenges for the recycling sector of Brazil from the pandemic outbreak of COVID-19”, *Waste Dispos. Sustain. Energy*, vol. 3, no. 2, pp. 145-154, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42768-021-00075-y> ↑3
- [17] C. S. G. Penteado, and M. A. S. de Castro, “Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario?”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 164, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105152> ↑3
- [18] R. C. Urban, and L. Y. K. Nakada, “COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil”, *Sci. Total Environ.*, vol. 755, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142471> ↑3, 13
- [19] La Tribuna, Centros producen 50 toneladas de residuos al atender COVID-19, *La Tribuna*, 2020. <https://www.latribuna.hn/2020/08/29/centros-producen-50-toneladas-de-resid-resid-al-atender-covid-19/> ↑3
- [20] Mi Ambiente, *Informe del estado del ambiente - Geo Honduras (2014)*, 2014. [En línea]. <https://repositorio.credia.hn/handle/123456789/182> ↑3
- [21] S. Sangkham, “Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia”, *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 2, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100052> ↑5, 13
- [22] N. Ardiana, I. W. K. Suryawan, and B. Ridhosari, “Challenges for hazardous waste management related to COVID-19 pandemic at train station”, *Int. J. Adv. Trends Comput. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 5, pp. 8364-8370, 2020. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/210952020> ↑5
- [23] A. Cantanhede, L. Sandoval Alvarado, G. Monge y C. Caycho Chumpitaz, “Hojas de divulgación técnica - CEPIS No 97”, Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), 2005. [En línea]. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39488> ↑6
- [24] J. A. Rodríguez, *Plan Director para el Manejo de Residuos Sólidos Municipales*, Municipio del Distrito Central, 2012. [En línea]. http://www.miambiente.gob.hn/media/adjuntos/libroscesco/None/2019-07-17/20%3A51%3A37.192876%2B00%3A00/PDMRSM_del_Distrito_Central.pdf ↑8
- [25] AMDC, “Superintendencia de Aseo Municipal AMDC, Honduras”, 2019. <https://www.facebook.com/pages/category/Government-Organization/Superintendencia-de-Aseo-Municipal-AMDC-Honduras-132774796776237/> ↑8, 10
- [26] E. Mendoza, “Colonias con problemas de basura repuntan casos de dengue en la capital de Honduras”, *El Heraldo*, 2019. <https://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/1306438-466/colonias-con-problemas-de-basura-repuntan-en-casos-de-dengue-en-la> ↑8
- [27] M. Minelli, *Diagnóstico de la cadena productiva de desechos sólidos en Honduras (Tegucigalpa y San Pedro Sula)*, Tegucigalpa, 2012. [En línea]. <http://www.pasocierto.com.br/esp/assets/dd3-p3-diagnostico-cadena-de-valores-honduras-2008.pdf> ↑8, 9
- [28] E. Mendoza, “Con ley pretenden formalizar la labor de reciclaje en la capital”, *El Heraldo*, 2017. <https://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/1038487-466/con-ley-pretenden-formalizar-la-labor-de-reciclaje-en-la-capital> ↑9
- [29] Hondurasensusmanos, “Pronto ‘Reinventar y cambia la forma de llevar tus compras’ con lanzamiento de bolsas ecológicas”, *Hondurasensusmanos*, 2020. <http://www.hondurasensusmanos.info/2020/02/01/pronto-reinventar-y-cambia-la-forma-de-llevar-tus-compras-con-lanzamiento-de-bolsas-ecologicas/> ↑9
- [30] Hondurasensusmanos, “Protege el ambiente con las bolsas reutilizables de supermercado La Colonia”, *Hondurasensusmanos*, 2019. <http://www.hondurasensusmanos.info/2019/10/16/protege-el-ambiente-con-las-bolsas-reutilizables-de-supermercado-la-colonia-2/> ↑
- [31] El Diario de Honduras, “Cortitelas lanza bolsas ecológicas”, *El Diario de Honduras*, 2019. ↑9
- [32] Radio América, “Los 8 municipios de Honduras que han dicho ¡NO! al plástico de un solo uso”, *Radio América*, 2020. <http://www.radioamerica.hn/los-8-municipios-de-honduras-que-han-dicho-no-al-plastico-de-un-solo-uso/> ↑9
- [33] J. C. Rivera, “Guantes y mascarilla amenazan a los arrecifes de Honduras”, *La Prensa*, 2020. <https://www.laprensa.hn/premium/guantes-y-mascarillas-amenazan-a-los-arrecifes-honduras-plastico-clima-EHLP1393351> ↑9, 13
- [34] Mi Ambiente, “Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras 2016”, 2017. ↑10
- [35] W. Lobo, “Situación actual de los desechos sólidos en La Ceiba y Choloma”, San Pedro Sula, 2005. ↑10

- [36] OPS, “Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Informe Analítico de Honduras”, 2003. ↑10
- [37] JICA, JICA, *Estudio sobre manejo de residuos sólidos del área urbana de Tegucigalpa, Distrito Central, en la República de Honduras* (Capítulo 3), Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), 1999. Estudio sobre manejo de residuos sólidos del área urbana de Tegucigalpa, Distrito Central, en la República de Honduras (Capítulo 3), Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), 1999. ↑10
- [38] Experco International, *Estudio de Evaluación de Auditoría Ambiental (EAA) para el Cierre técnico del Botadero Municipal y la ampliación del sitio, en el Distrito Central*, Experco International, 2003. ↑10
- [39] B. N. Kulkarni, and V. Anantharama, “Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities”, *Sci. Total Environ.*, vol. 743, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693> ↑11
- [40] A. Gavilán García, T. Ramírez Muñoz y D. F. Huerta Colosía, “Panorama de la generación y manejo de residuos sólidos y médicos durante la emergencia sanitaria por COVID-19”, Ciudad de México, INECC, 2020. [En línea]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569684/Residuos_COVID.pdf ↑11
- [41] J. J. Klemeš, Y. Van Fan, R. R. Tan, and P. Jiang, “Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 127, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883> ↑11
- [42] Y. Van Fan, P. Jiang, M. Hemzal, and J. J. Klemeš, “An update of COVID-19 influence on waste management”, *Sci. Total Environ.*, vol. 754, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142014> ↑11
- [43] N. Requena, S. Medina, S. Torres, and L. Díaz, “El impacto del covid-19, en la composición de los residuos sólidos domiciliarios - estudio de caso en temporada de aislamiento social obligatorio”, 2020. ↑11
- [44] S. A. Sarkodie, and P. A. Owusu, “Impact of COVID-19 pandemic on waste management”, *Environ. Dev. Sustain.*, vol. 23, pp. 7951-7960, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00956-y> ↑11
- [45] L. Tenenbaum, “The amount of plastic waste is surging because of the Coronavirus pandemic”, *Forbes*, 2020. <https://www.forbes.com/sites/lauratenenbaum/2020/04/25/plastic-waste-during-the-time-of-covid-19/#4e74328f7e48> ↑
- [46] M. Pruett, “Coronavirus consumer trends: Consumer electronics, pet supplies, and more”, Criteo, 2020. <https://www.criteo.com/blog/coronavirus-consumer-trends/> ↑11
- [47] C. C. Naughton, “Will the COVID-19 pandemic change waste generation and composition?: The need for more real-time waste management data and systems thinking”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 162, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105050> ↑11
- [48] E. Ikiz, V. W. Maclaren, E. Alfred, and S. Sivanesan, “Impact of COVID-19 on household waste flows, diversion and reuse: The case of multi-residential buildings in Toronto, Canada”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 164, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105111> ↑11
- [49] Gobierno de la República de Honduras, “Análisis sectorial de los residuos sólidos, Honduras”, SERNA, Secretaría de Salud, AMHON, OPS/OMS, 2010. [En línea]. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52564/Analisis_sectorial2010_spa.pdf?sequence=1 ↑12
- [50] M. Martínez, “Problemática, marco legal y político de la gestión integral de residuos en Honduras”, 2019, p. 22, [En línea]. https://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&alias=448-7-problematica-de-girs-marvin&category_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&Itemid=211 ↑12
- [51] G. M. Babulal *et al.*, “The impact of COVID-19 on the well-being and cognition of older adults living in the United States and Latin America”, *eClinicalMedicine*, vol. 35, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.100848> ↑12
- [52] R. Garcia-Cerde *et al.*, “Alcohol use during the COVID-19 pandemic in Latin America and the Caribbean”, *Rev. Panam. Salud Pública*, vol. 45, 2021. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.52> ↑12
- [53] N. U. Benson, D. E. Bassey, and T. Palanisami, “COVID pollution: Impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint”, *Heliyon*, vol. 7, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06343> ↑13
- [54] H. Chowdhury, T. Chowdhury, and S. M. Sait, “Estimating marine plastic pollution from COVID-19 face masks in coastal regions”, *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 168, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112419> ↑13
- [55] C. Nzediegwu and S. X. Chang, “Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 161, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883>

[resconrec.2020.104947](#) ↑13

- [56] D. Hantoko et al., “Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic”, *J. Environ. Manage.*, vol. 286, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140> ↑13
- [57] A. Tripathi, V. K. Tyagi, V. Vivekanand, P. Bose, and S. Suthar, “Challenges, opportunities and progress in solid waste management during COVID-19 pandemic”, *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 2, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100060> ↑13

Norvin Requena Sánchez

Magíster en Ciencias Ambientales, Universidad de São Paulo; Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de Ingeniería (Perú). Actualmente se desempeña en la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería. Miembro del Equipo Técnico de Residuos Sólidos de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Correo electrónico: nrequenas@uni.edu.pe

Dalia Carbonel Ramos

Magíster en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Ingeniería; Ingeniera Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú). Actualmente es asesora del Equipo Técnico de Residuos Sólidos de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Correo electrónico: dcarbonelr@uni.pe

Rómulo Romero Centeno

Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle; Magíster en Didáctica Universitaria, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Docente de la Universidad Nacional de Ingeniería (Perú). Es director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería y director del Departamento Académico de Estudios Especiales Básicos de la Facultad de Ingeniería Ambiental.

Correo electrónico: rromero@uni.edu.pe