



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**Caracterización de residuos sólidos municipales para
incentivar la economía circular en el distrito de Characato,
2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Cárdenas Gómez, Amparo Cristina (orcid.org/0000-0002-6984-4063)

ASESOR:

Mgtr. Honores Balcázar, Cesar Francisco (orcid.org/0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicado a mi madre que fue mi inspiración para realizar este trabajo y sé que desde el cielo guía mis pasos, a mi padre que es mi ejemplo, estando siempre a mi lado y me da el soporte para continuar junto a mi hermano y familia.

Agradecimiento

Agradezco a mis docentes en mi etapa universitaria, quienes compartieron su conocimiento en toda mi formación educativa y en especial a mi tutor por su ayuda, paciencia y dedicación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN	60
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	71

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de residuos sólidos municipales.....	15
Tabla 2. Principios de la economía circular	19
Tabla 3. Operacionalización de variables	23
Tabla 4. Generación per cápita de residuos domiciliarios del Pueblo Tradicional.....	42
Tabla 5. Generación per cápita de residuos municipales de los Pueblos Nuevos	43
Tabla 6. Generación per cápita de los residuos municipales en el distrito de Characato.....	45
Tabla 7. Composición de los residuos sólidos domiciliarios	46
Tabla 8. Cálculo del volumen.....	52
Tabla 9. Cálculo de la densidad.....	54
Tabla 10. Acciones de economía circular recomendadas en la gestión de residuos municipales de Characato basadas en el marco ReSOLVE.....	55
Tabla 11. Comparación de la composición de los residuos sólidos municipales generados	62

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Comparativa de la economía lineal, economía de reciclaje y economía circular.....	17
Figura 2. Ciclo de economía circular	18
Figura 3. Procedimientos.....	27
Figura 4. Mapa del distrito de Characato.....	31
Figura 5. Fotografía del cruce de Characato – Av. Arequipa 120.....	32
Figura 6. ¿Usted, practica el reciclaje de los RR.SS.?	33
Figura 7. ¿Usted, recibe información sobre el manejo y reciclaje de los RR.SS.?	33
Figura 8. ¿Cuáles son los residuos que más genera?	34
Figura 9. ¿Usted separa los residuos sólidos en su domicilio?	35
Figura 10. ¿Quién es el encargado de recoger los residuos sólidos del distrito?.....	35
Figura 11. ¿Con qué frecuencia recogen la basura de su domicilio?	36
Figura 12. ¿Qué hace con los residuos sólidos cuándo se acumulan en su domicilio?	37
Figura 13. ¿En qué tipo de envase/recipiente tiene la basura en su domicilio?	37
Figura 14. ¿Por qué cree usted que existe contaminación por residuos sólidos en su distrito?.....	38
Figura 15. ¿Conoce los impactos que genera la contaminación por residuos sólidos en su distrito?.....	39
Figura 16. ¿Conoce usted propuestas o iniciativa de proyectos en su distrito para la buena gestión de los residuos sólidos?.....	39
Figura 17. ¿Estaría dispuesto a separar sus residuos sólidos de su domicilio para facilitar su reaprovechamiento?	40
Figura 18. ¿Cuál de los siguientes tiempos de recojo de los residuos sólidos le parece adecuado?.....	41
Figura 19. Gráfico de los residuos aprovechables y no aprovechables.....	47
Figura 20. Gráfico de los residuos orgánicos e inorgánicos	47
Figura 21. Gráfico de la composición de los residuos inorgánicos	48
Figura 22. Comparación de la generación per cápita generada	60

Figura 23. Comparación de la densidad de los residuos sólidos municipales generados 63

Resumen

En la presente investigación se estableció como objetivo general el caracterizar los residuos sólidos municipales para incentivar la economía circular en el Municipio Distrital de Characato, 2022. Considerando en la metodología, un tipo de investigación aplicada, con un nivel descriptivo – explicativo, y un diseño no experimental, transversal; asimismo, se consideró como población a las 3 828 viviendas del distrito, empleando un muestreo probabilístico, obteniendo una muestra de 90 viviendas considerando un margen de error del 20%, asimismo, en los procedimientos se siguió lo establecido en la Guía de Elaboración del Estudio de Caracterización para residuos sólidos municipales (EC-RSM) del Ministerio del Ambiente (MINAM). Obteniendo en los resultados, una generación per cápita de 0,443 kg/persona/día, totalizando alrededor de 5,74 toneladas de residuos sólidos por día en el distrito, de estos, el 65,50% son residuos aprovechables, y el 34,50% son residuos no aprovechables, y una densidad de 175,94 kg/m³, en base a estos resultados se elaboró la propuesta para incentivar la economía circular, considerando el marco ReSOLVE, en donde se consideró la acción de regenerar, compartir, optimizar, bucle, virtualizar, e intercambiar. Concluyendo que, el estudio ayudó a proponer medidas a favor de la economía circular en el distrito de Characato.

Palabras clave: Caracterización, residuos municipales, economía circular

Abstract

In the present investigation, the general objective was established to characterize municipal solid waste to encourage the circular economy in the District Municipality of Characato, 2022. Considering in the methodology, a type of applied research, with a descriptive - explanatory level, and a design non-experimental, transversal; Likewise, the 3,828 dwellings of the district were considered as population, using a probabilistic sampling, obtaining a sample of 90 dwellings considering a margin of error of 20%, likewise, the procedures established in the Guide for the Preparation of the Study were followed. Characterization for municipal solid waste (EC-RSM) of the Ministry of the Environment (MINAM). Obtaining in the results, a per capita generation of 0.443 kg/person/day, totaling around 5.74 tons of solid waste per day in the district, of these, 65.50% are usable waste, and 34.50 % are non-usable waste, and a density of 175,94 kg/m³, based on these results, the proposal was developed to encourage the circular economy, considering the ReSOLVE framework, where the action of regenerating, sharing, optimizing, loop, virtualize, and swap. Concluding that, the study helped to propose measures in favor of the circular economy in the district of Characato.

Keywords: Characterization, municipal waste, circular economy

I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la composición de los residuos sólidos urbanos (RSU) en zonas urbanas o rurales en específico resultan ser de vital importancia al realizar la planeación técnica de los sistemas de tratamiento, reciclaje, transporte y recogida de residuos. Los requisitos económicos, las influencias ambientales y los impactos sociales de la gestión de residuos se proyectan y abordan dentro del sistema en correlación con la composición de los residuos. Sin embargo, los RSU suelen ser muy heterogéneos. La composición de los residuos depende del comportamiento del consumo, la estructura de la vivienda, el tiempo, el área, el clima y otros factores; siendo compleja la obtención de datos primarios sobre su composición, pero necesarios para una adecuada gestión. (Weichgrebe, Speier & Mondal, 2017 pág. 65)

También, según lo mencionado por Abbasi (2018), alrededor del 60 % de los RSU son carbonosos y consisten en materiales que pueden biodegradarse en combustibles como el metano o incinerarse, generando así energía utilizable. Sin embargo, según Singh (2019), el aumento de la población mundial junto con el rápido crecimiento económico y el aumento de los niveles de vida han incrementado la generación de residuos municipales, lo que hace que su gestión sea un problema mundial de primer orden; y este problema se agrava aún más en las zonas urbanas, ya que, su manejo inadecuado provoca la contaminación del suelo, el agua y el medio ambiente, lo que crea riesgos para la salud pública. Es por ello, que los enfoques del manejo de residuos sólidos se han modificado en una opción efectiva y práctica estableciendo la sostenibilidad centrada en las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) (Das, et. al., 2019 pág. 658). Por lo cual, según Genovese, et al. (2017 pág. 345), menciona que la creciente producción de residuos municipales debido al desarrollo económico de las sociedades es un problema importante para las grandes áreas urbanas con capacidad de relleno sanitario insuficiente y sistemas de gestión de residuos ineficientes. La gestión es una preocupación mundial por su impacto en la protección de la salud humana y medioambiente y su influencia en el desarrollo económico.

En la provincia de Arequipa se evidenció en la caracterización regional realizada por el equipo técnico de la municipalidad provincial, en donde mostraron los tipos de residuos en el ámbito urbano, mencionando que el 58,74% del total de

residuos sólidos son orgánicos y el 16,43% son residuos potenciales, los cuales suman un total de 75,17% de residuos reaprovechables, y el restante, el 24,83% son residuos inservibles (Nuñez, et al., 2017 pág. 27). Por lo que resulta importante la caracterización de los residuos, para conocer los residuos que se pueden reciclar o reutilizar, y a los que se le debe aplicar un determinado tratamiento. Asimismo, en el distrito de Characato, la cual tiene una población de 12 949 personas, considerando la media nacional que es de 0,57 kg/hab/día, según lo mencionado por el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA); esto genera que el Municipio de Characato deba recolectar por día alrededor de 7,38 toneladas de residuos, representando un total de 2 694,04 toneladas al año; justificando de esta forma la importancia de la gestión municipal al manejar los residuos sólidos y de la caracterización de estos para reciclarlos o reutilizarlos.

Considerando la problemática expuesta, ha surgido la necesidad de implementar un modelo económico circular que permita el crecimiento económico y la prosperidad de acuerdo con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible debido a los actuales medios de producción lineales insostenibles en la economía (Sverko Grdic. Krstinic Nizic & Rudan, 2020). Por lo cual, se formula el siguiente **problema general**, ¿De qué manera incentivar la economía circular a través de un estudio de caracterización de residuos sólidos en el Municipio Distrital de Characato, 2022?; y dentro de los **problemas específicos**, se consigna lo siguiente: (1) ¿Cuál es la generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del distrito de Characato, 2022?, (2) ¿Cuál es la clasificación de los residuos sólidos generados por los pobladores del distrito de Characato, 2022?, (3) ¿Cuál es la densidad de los residuos sólidos en el Municipio Distrital de Characato, 2022?, y, (4) ¿Qué propuesta contribuiría al desarrollo de la economía circular en el Municipio de Characato, 2022?

En lo que respecta a los objetivos, se propone como **objetivo general** el caracterizar los residuos sólidos municipales para incentivar la economía circular en el Municipio Distrital de Characato, 2022; y como **objetivos específicos**, el determinar la generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del Distrito de Characato, 2022, el clasificar los residuos sólidos generados por los pobladores del Distrito de Characato, 2022, el establecer la densidad de los residuos sólidos en el Municipio Distrital de Characato, 2022, y por último, el

formular una propuesta para incentivar el desarrollo de la economía circular en el Municipio de Characato, 2022.

Y en función a los problemas y objetivos expuestos, se plantean las siguientes hipótesis. Como **hipótesis general**, la caracterización de residuos sólidos municipales incentivaría la economía circular en el Municipio Distrital de Characato, 2022. Y como **hipótesis específicas**, (1) la generación per cápita diaria será determinante para caracterizar los residuos sólidos de los pobladores del Distrito de Characato, 2022, (2) los residuos generados por los pobladores del Distrito de Characato, 2022, estarán compuestos de materia orgánica, plástico, papel, metal, vidrio, entre otros, (3) el estudio de caracterización establecerá la densidad de los residuos sólidos en el Municipio Distrital de Characato, 2022, (4) la formulación de la propuesta de mejora incentivará el desarrollo de la economía circular del Municipio de Characato, 2022.

Justificando, en lo que respecta al aspecto **metodológico**, se considerará lo mencionado por Ñaupas, et. al. (2018 pág. 136, 365), acerca de las investigaciones aplicadas y el diseño de investigación, estableciendo así una metodología sistemática, partiendo de un análisis de la zona de estudio hasta la elaboración de una propuesta técnica que se relacione con la caracterización realizada. En el aspecto **teórico**, la investigación considerará la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, del Ministerio del Ambiente [MINAM] (2019), la cual tiene como propósito el servir de orientación a los municipios de carácter provincial y distrital del Perú, a través de pautas metódicas que explican de forma precisa la manera obtener información sobre los residuos de una localidad; también, se considerará la Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios, libro de Rondón et. al. (2016), sirviendo como complemento a la anterior guía; asimismo, esta investigación considerará estudios de fuentes confiables como Science Direct, IOP Science, Google académico, entre otros. En el aspecto **práctico**, el presente estudio servirá como aporte para el Municipio Distrital de Characato, sirviendo como línea base para futuras propuestas de mejora en la gestión ambiental que se quieran aplicar en el municipio; asimismo, servirá como futuro antecedente para investigaciones de similar índole, al igual que la investigación Villalba, et al. (2020), Guevara (2021), Melgarejo (2018), entre otros, que se emplearon como antecedentes en la

presente investigación. En el aspecto **ambiental**, servirá como un estudio inicial, analizando el tipo de residuos sólidos generados en el Distrito de Characato, siendo esta la base para establecer un tratamiento para cada tipo de residuo, contribuyendo a la mejora de la calidad ambiental. Asimismo, se ha visto en la investigación de Zaleski & Chawla (2020 pág. 20), que la economía circular en la gestión de residuos sólidos les permitió a países como Polonia, el reducir el volumen de residuos municipales generados en más del 50 % a partir de 2018 en comparación con 1995 y logró una tasa de reciclaje del 57 % en 2017. Además, según Rathore & Sarmah (2020). la creciente demanda y la cantidad fija disponible de recursos naturales hacen que el problema sea más complejo y desafiante, identificando que, el concepto de economía circular puede aportar la solución al problema. La economía circular ha ganado popularidad en los últimos años como un modelo conceptual para guiar un mejor uso de los recursos naturales y la gestión de los residuos. (Murray, Skene & Haynes, 2017)

II. MARCO TEÓRICO

Villalba, et al. (2020), desarrollaron su investigación acerca de la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en Tandil (Argentina) y los aspectos socioeconómicos, institucionales, temporales y culturales que influyen en la cantidad y composición de los residuos. El gobierno argentino no promueve la caracterización de residuos y simplemente dispone de detallados y sólidos para la urbe de Buenos Aires, la cual contiene una densidad de 2.9 millones de habitantes. La muestra del estudio fue, más de 80 hogares estratificados según tres niveles socioeconómicos diferentes (alto, medio y bajo). Obteniendo como resultado que la tasa de generación de desechos domésticos, el GRG promedio fue de 0,4008 kg/persona/día, el valor más bajo de la primera campaña de muestreo (0,3618 kg/persona/día) y el más elevado de la última (0,4506 kg/persona/día). En conclusión, indica que la fracción orgánica tenía un contenido de humedad significativo. El aporte de aquel estudio es que permitirá saber sobre los residuos que se pueden generar de acuerdo al nivel socioeconómico.

Singhal, et. al. (2021), ejecutaron un estudio sobre la caracterización estacional de los residuos sólidos municipales de la urbe de Jammu, India. El incremento de los desechos sólidos municipales de distintas formas, gracias al aumento de la población, ha demostrado que se necesita estudiar la caracterización estacional de los desechos sólidos municipales en el área residencial de la ciudad de Jammu, en la India, no recibe la atención necesaria la gestión de residuos sólidos. Para el nivel socioeconómico I, II y III, se emplearon 15 hogares, que fueron la muestra. Se obtuvo que los valores de caracterización de los este tipo de residuos, indican una fracción orgánica de 82,73%, 6,78% de residuos de plásticos y, por último, el cartón y papel combinados 6,78%, otros desechos como metales, vidrios etc., representan 2,51% del total, los periodos del estudio cambiaron desde fines del invierno hasta la primavera y el verano. En conclusión, se mostró que la temporada de verano da una mayor generación de desechos que el invierno. Este estudio aporta un conocimiento acerca de generación de desechos, provenientes por distintos niveles socioeconómicos.

Hamza & Khaled (2019), realizaron una investigación sobre la caracterización de residuos sólidos de actividades comerciales y de servicios en el municipio de

Annaba, Argelia. Se llevó a cabo durante dos temporadas (temporada seca, verano y temporada de lluvias, invierno) en 2017. Se seleccionó una muestra para cada actividad para la recolección de residuos en la fuente, teniendo en cuenta la división del municipio de Annaba. en 5 sectores administrativos y 315 distritos. En promedio durante las dos temporadas, las actividades comerciales y de servicios en Annaba producen una cantidad diaria de 9,54 Ton/Día, se compone principalmente de materia orgánica en un 45% del total, papel: 23%, plástico: 18%, 7 % metal y 3% vidrio, así como cantidades ínfimas de finos, combustibles, textiles, residuos especiales, composites y materiales no combustibles; asimismo, la composición y cantidad de los residuos varía según el tipo de actividad, siendo las actividades de restauración y comercio alimentario las más importantes generadoras de residuos. En conclusión, la materia orgánica, el plástico, el papel/cartón, el metal, el vidrio y los textiles se consideran residuos a valorizar, siendo el compostaje de residuos orgánicos y papel la primera solución a implementar en los programas de gestión de residuos.

Rawat & Daverey (2018), realizaron una investigación sobre la caracterización de los residuos sólidos domésticos y la actual gestión de residuos municipales en Rishikesh, Uttarakhand. En Rishikesh, una de las ciudades indias de Clase II, se recolectaron un total de 329 muestras de residuos sólidos de 47 viviendas para caracterizar los residuos sólidos domiciliarios. La tasa de generación promedio fue de 0,26 kg/c/d y estuvo compuesta por residuos orgánicos (57,3 %), plásticos (14 %), papel (10,9 %) y vidrio y cerámica (1,3 %) y otros materiales (16,5%). Hubo una relación opuesta entre la tasa de generación de residuos domiciliarios y el tamaño de la familia ($p < 0,05$). El sistema de gestión de RSU practicado en Rishikesh no es sólido, no hay segregación de residuos en la fuente, no hay provisiones de compostaje y no hay reciclaje por parte del sector formal. Concluyendo que, la recolección y transporte de residuos es inadecuada e inapropiada; y los residuos recolectados se vierten en vertedero a cielo abierto sin manejo científico. Recomendando el sensibilizar a las personas sobre la segregación en la fuente; promover la reducción, reutilización y reciclaje de desechos; promover el compostaje basado en la comunidad; provisión para 100% de recolección puerta a puerta y; formalizar los sectores informales como los traperos y las industrias de reciclaje.

Allevi, et al., (2021), realizaron una investigación enfocada en el análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos en economía circular, proponiendo un modelo de optimización secuencial. Se propone un modelo en el cual los residuos son recogidos por los municipios y parcialmente reutilizados por una empresa de reciclaje para la producción de electricidad, energía térmica y otros bienes. Los municipios considerados recolectan tipos de residuos reciclables y no reciclables, clasificados por los ciudadanos, que son vendidos a la empresa recicladora y enviados al vertedero, respectivamente. Cada municipio tiene como objetivo maximizar sus beneficios derivados de la venta de los residuos reciclables a la empresa recicladora, teniendo en cuenta los costes de recogida y desmantelamiento de residuos. Por otro lado, la empresa recicladora maximiza su beneficio total obtenido de la variación entre los ingresos por la venta de los nuevos bienes producidos y los costes de compra y tratamiento de los residuos reciclables. En esta cadena de suministro de circuito cerrado, los municipios definen los precios a los que pueden ofrecer los residuos reciclables a la empresa recicladora y el impuesto que los ciudadanos deben abonar por el servicio de gestión de residuos. En cambio, la empresa recicladora selecciona los volúmenes de tratamiento de residuos reciclables a comprar en función de los precios de oferta fijados por los municipios. Para encontrar el equilibrio de toda la cadena de suministro, proponemos un método de descomposición iterativo, aplicado a la recolección de residuos en la Región de Lombardía en Italia, que da cuenta de la secuencia de las decisiones tomadas por los municipios y la empresa de reciclaje.

Ayeleru, Okonta & Ntuli (2018), realizaron un estudio sobre la generación y caracterización de residuos sólidos municipales en la urbe de Johannesburgo, con fines de implementar la estrategia zero waste. El problema radica en que la generación de desechos se ha vuelto un problema preocupante, debido a que incrementa con el tiempo y es difícil gestionarlo. Se realizó un análisis estadístico. Además, se consideró una muestra de 100kg de cada camión, en total fueron 52 muestras elegidas para proporcionar una precisión estadística del 90% de nivel de confianza, los estudios se realizaron durante las temporadas de invierno (3 meses) y verano (3 meses), ya que hay mayor generación de desechos. Se obtuvo como resultado, que los residuos orgánicos formaron la

mayor composición con 28% y 29% durante las dos temporadas de verano e invierno. En conclusión, en base a los datos históricos se estimó que 1 114 toneladas aproximadamente de desechos son generados diariamente en Soweto, siendo los desechos plásticos la composición porcentual en peso más alto de 28% y 26% durante verano e invierno.

Smol, et al., (2020) en su investigación sostienen como propósito el proponer medidas de transformación hacia la economía circular en el sistema de gestión de residuos municipales de Polonia. Este surge tras el aumento de la generación de residuos municipales en Polonia, a 329 kg per cápita en 2018; sin embargo, este se considera como muy bajo a comparación de otros países de la Unión Europea (UE). El reciclaje de residuos municipales en Polonia también aumentó en los últimos años, del 26,5 % en 2014 al 34,3 % en 2018; sin embargo, este valor es insatisfactorio porque está por debajo de la media europea. Se deben implementar más actividades en el ámbito del desarrollo de la infraestructura de tratamiento de residuos municipales, así como alentar a todos los ciudadanos a tomar acciones para apoyar las actividades del gobierno en el campo de la implementación de la EC en el país. Se presentaron acciones recomendadas que deben tomar los gobiernos y los propios residentes, tales como, la regeneración, el compartir, el optimizar, el bucle, el virtualizar, y el intercambio. La solución indicada también puede adoptarse en otros sistemas de gestión de residuos municipales como la dirección recomendada en el proceso de transformación hacia la Economía Circular en Europa.

Savini (2021 págs. 2114-2132) en su investigación examinó cómo la economía política de los servicios públicos de residuos está cambiando en respuesta a los programas de economía circular. Se centra en la composición financiera, la posición económica y la geografía de tres sectores: reciclaje de residuos, incineración y reutilización de residuos urbanos. Sobre la base de un análisis empírico de estos sectores en los Países Bajos, específicamente la ciudad-región de Ámsterdam, presenta tres argumentos clave. Primero, las corporaciones de recuperación de desechos se están volviendo cada vez más globales y dependientes de flujos constantes de desechos. En segundo lugar, las instalaciones de incineración desempeñan un papel central, aunque incierto en la planificación de la economía circular. En tercer lugar, la economía circular

está impulsando un mercado emergente de reutilización de materiales en las ciudades.

Saidan, et. al. (2019 págs. 281-293), realizaron un estudio de caracterización de residuos sólidos en comunidades de acogida de refugiados sirios en Jordania. Sosteniendo como problemática que, la gestión de desechos sólidos en las comunidades de acogida de refugiados sirios fue uno de los servicios más desafiantes que los municipios de Jordania brindaron. Analizando, la generación y composición de residuos, para Irbid y Mafrq, siendo áreas urbanas y rurales, respectivamente, según el índice de urbanización. Por lo tanto, la composición de RSU en Irbid tiene relativamente menos contenido orgánico (51 %) y más plásticos (11 %) y papeles (12 %) que en Mafrq (58 % orgánicos, 10 % plásticos y 9 % papeles). Por otro lado, el estudio revela que el reciclaje (19%) y la recuperación (25%) de desechos en la gobernación de Mafrq son relativamente mucho mejores que en la gobernación de Irbid, donde el reciclaje y la recuperación de desechos son del 9 y 8%, respectivamente. El estudio concluye con un posible modelo de reciclaje de desechos y oportunidades para vincular las actividades privadas de recolección de desechos con el sector público de manejo de residuos sólidos, a nivel local y del vertedero. Proponiendo un modelo participativo para crear potenciales de generación de ingresos para los grupos vulnerables (ciudadanos jordanos y refugiados sirios) basado en los hallazgos del estudio.

Guevara (2021), realizó una caracterización de residuos sólidos municipales con el propósito de diseñar un relleno sanitario en el distrito de Chambará. El mal manejo de residuos sólidos en el distrito de Chambará, provincia de Concepción, de la región de Junín, es un gran problema ambiental, debido a que los habitantes se ven afectados, ya que una de las consecuencias son las enfermedades y producción de contaminación, siendo la causa principal la carencia de información, conocimientos e interés de los habitantes y autoridades de la localidad, por otro lado, la municipalidad no posee un estudio de caracterización de residuos sólidos ni un plan integral de residuos. El estudio tuvo una metodología de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo y explicativo; asimismo, se consideró a la población, a todas las 1116 viviendas del distrito de Chambará, y para la muestra, se procedió a un cálculo

de muestreo probabilístico estratificado, obteniendo como resultado 89 viviendas, y en base a otros trabajos, se consideró la recomendación de aumentar 20%, por ello la muestra empleada fue de 107 viviendas. Obteniendo como resultado que, en lo referente a los residuos sólidos domiciliarios, la generación per cápita en relación la zona urbana (A) fue de 0,21 kg por habitante en un día y en la zona rural (B), fue de 0,16 kg por habitante en un día, ambos estratos son diferentes ya que pertenecen a estratos socioeconómicos distintos. En conclusión, el distrito produce en total 601,52 kg al día de residuos sólidos municipales. El aporte de la presente investigación es que servirá de modelo para determinar la cantidad de residuos sólidos municipales.

Melgarejo (2018), planteó en su estudio el mejorar la calidad de vida y los ingresos económicos municipales considerando como base la caracterización de residuos sólidos en Villa El Salvador. Estableciendo como objetivo principal de esta investigación, el brindar un instrumento de gestión, permitiendo la toma de decisiones basado en el conocimiento de los criterios enfocados en generar y manejar los residuos sólidos municipales. Planteando una tesis de análisis descriptivo-estadística, es de tipo aplicada y posee un estudio explicativo y correlacionado. La población considerada fue de 463 014 personas, del distrito Villa El Salvador (2016) y la muestra total es de 70 viviendas, distribuyéndose en Zona B1 17, Zona B2, 24 y Zona C, 29. Se empleó como instrumento, el cuestionario. La presente investigación, dio como resultado la generación por día per cápita de las personas que habitan en el distrito Villa el Salvador, que es 0,632 kg/día, mediante las distintas herramientas empleadas por este sector que realizó el estudio. En conclusión, los resultados indicaron que hay la existencia de residuos no domiciliarios de 153.13 ton/día. El aporte del proyecto es que se usará de modelo para la realización de un estudio de caracterización.

Boggiano (2021 págs. 61-72), sostuvo en su investigación como propósito el diagnosticar y caracterizar los residuos sólidos domiciliarios en la urbe de Trujillo, y que lo obtenido, sirva para elaborar propuestas de solución que mejoren el manejo de residuos e incentiven la valorización de estos. En la metodología, se empleó el análisis deductivo – inductivo y estadístico; y un muestreo de tipo probabilístico, seleccionando 250 viviendas en total distribuidas en 5 zonas divididas en la ciudad de Trujillo, haciendo uso del cuestionario y la hoja de

registro de puntos críticos de contaminación como instrumento para recolectar información. Obteniendo que, la generación per-cápita diaria fue de 0,559 kg por poblador, la densidad fue de 291,10 kg/cm³, el nivel de humedad fue de 26,6% y la producción total de residuos fue de 185,73 ton/día; asimismo, se obtuvo que se genera materia orgánica en mayor proporción (70,7%). Finalmente, al analizar el poblado, se evidencia que estos carecen de una educación ambiental, siendo necesaria la concientización, el poseer un adecuado sistema de gestión, en función a la economía circular.

En las bases teóricas, se ha considerado importante mencionar lo siguiente:

Se le considera como **residuos sólidos** a toda sustancia, producto o subproducto que se encuentra en estado sólido o semisólido, el cual es dispuesto por su generador con el objetivo de evitar algún peligro que afecte a la salud y el medio que los rodea. (INEI, 2014 p.277). Y, los **residuos sólidos municipales** son aquellos que se conforman por materiales que las personas de un distrito o región han desechado porque ya no les ofrecen un valor, dentro de estos se encuentran los residuos domésticos, de instituciones públicas o privadas, centros y tiendas comerciales y empresas industriales. (Sáez y Urdaneta, 2014, p.123)

Existen distintas clasificaciones de los residuos sólidos, se tendrá en cuenta la expuesta por Rivera, el cual los separa en dos grupos, el primer grupo clasifica los residuos sólidos teniendo en cuenta la el destino potencial, el origen y la estructura química, siendo estos; los **residuos sólidos orgánicos**, los cuales se definen como aquellos residuos de origen biológico que en algún momento fueron parte de un ser vivo o estuvieron vivos (Rivera, 2016, p. 110), y, se dividen en **putrescibles**, siendo todo aquel residuo que se originó de la producción o utilización de material natural, el cual no ha sido transformado y presenta un elevado grado de biodegradabilidad, por ejemplo, los residuos de jardín, residuos agroindustriales, agropecuarios, heces de animales, entre otros; y los **no putrescibles**, que son todo residuo que ha recibido modificación de alguna de sus características biológicas, lo que ha llevado a perder su biodegradabilidad. Ejemplo: combustibles ya sean naturales (madera, textiles naturales, cartón, papel, etc.) o sintéticos (fibras sintéticas, plásticos, etc.). También, existen los **residuos sólidos inertes**, que son generados de la extracción, al procesar o

utilizar recursos minerales. Algunos ejemplos son: vidrios, metales, tierras, residuos de demolición y construcción, etc. (Rivera, 2016, p. 111).

El segundo grupo clasifica los residuos sólidos en base a la fuente generadora, dividiéndolos en dos tipos, los **residuos sólidos urbanos**, que son los residuos generados por la comunidad y son generados por las distintas actividades domésticas, comerciales, industriales y de servicios, asimismo incluye las actividades relacionadas con la limpieza de calles, jardines y parques (Rivera, 2016, p. 111). De acuerdo con la procedencia y naturales estos residuos se clasifican en, residuos domiciliarios (aquellos que provienen de las actividades hogareñas), voluminosos de origen doméstico (muebles, embalajes, etc.), residuos comerciales (provenientes de empresas), y residuos de áreas públicas y limpieza de vías (aquellos generados en el arreglo de jardines y parques, la limpieza de calles, entre otros).

Asimismo, la **gestión de los residuos sólidos**, se tiene que este es una disciplina que se ocupa del control, el almacenamiento, la producción, la recogida, la transferencia y el transporte de los residuos sólidos, y a su vez, del procesamiento, el tratamiento y la eliminación final de estos, teniendo en cuenta los mejores principios de salud y conservación de los recursos, entre otros. (Fazenda y Tavares, 2016. p.3) De este concepto nace la gestión integrada de los residuos, la cual engloba al conjunto de tareas afines con el manejo de residuos dentro de la sociedad, teniendo como objetivo su adecuada administración con el fin de no afectar negativamente la salud pública y el medio (Montoya, 2012, p.68).

La gestión integral de residuos sólidos debe tener como objetivo construir una política que haga exitosa la gestión de los residuos sólidos y que se base en el desarrollo sostenible, con tres pilares: disminuir el impacto ambiental negativo de los residuos, elevar la calidad de vida y aumentar el crecimiento económico de la sociedad. Para ello, debe establecer objetivos claros basados en la jerarquía de las 4R: reducir, reutilizar-recuperar, reciclar y recuperar. (Rivera, 2016, p. 113). Los pasos que se deben considerar en un sistema de gestión son el identificar fuentes generadoras para mitigarlos a partir del origen, el uso y la recuperación; la transformación y tratamiento; y la disposición final regulada.

De acuerdo con la Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”, se tiene los siguientes **procesos y operaciones para el adecuado manejo de los residuos sólidos** son los siguientes. La minimización de residuos, esta es la primera operación es la reducción de residuos sólidos, para su logro se debe concientizar y sensibilizar a la población con respecto a las consecuencias de una inadecuada disposición de estos. La segregación en la fuente, en donde se deben separar los residuos sólidos teniendo en cuenta la fuente de generación. El reaprovechamiento, en esta etapa se les da un nuevo uso a los residuos sólidos previamente separados en la etapa anterior. El almacenamiento, siendo una etapa que consiste en el acondicionamiento de los residuos sólidos en recipientes apropiados teniendo en cuenta la cantidad y tipo de residuo. La recolección, teniendo como objetivo el evacuar el residuo que ha sido almacenado con el fin de llevarlo hacia las unidades de transporte. La comercialización, definida como la venta de los residuos que permiten obtener un valor económico para el comprador y tener una mayor recepción en el mercado. El transporte, en esta se realiza el desplazamiento de los residuos sólidos desde el lugar donde fueron generados hacia el lugar de destino asignado, el cual puede ser relleno sanitario, estación de transferencia o planta de tratamiento. El tratamiento, en donde los residuos sólidos se transportan desde el camión recolector a una estación de transferencia, que es un vehículo con mayor capacidad de carga. La transferencia, en esta etapa se traslada los residuos sólidos del vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, llamado estación de transferencia. Y finalmente, la disposición final, la última etapa, la cual consiste en la disposición de los residuos sólidos en un lugar de forma permanente y segura, que no afecte a la salud de las personas y el medio ambiente. Cabe indicar que los residuos sólidos municipales deben ser dispuestos en un relleno sanitario en base a la normativa vigente.

También, la **caracterización de los residuos sólidos municipales**, se define como una herramienta para recopilar conocimientos de primera mano sobre las propiedades de la basura sólida municipal. Se debe realizar una investigación para adquirir datos sobre la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en un lugar específico. (MINAM, 2019, p.6)

La caracterización de los residuos facilita la planificación de las acciones para un adecuado manejo de los residuos, mejorando el control a través de medidas enfocadas en solucionar problemas o percances ocasionados en la ejecución de operaciones de almacenamiento, recolección, traslado y disposición final de los mismos, previniendo la alteración de la sanidad del medio y el estado de las personas.

El estado peruano ha dispuesto de una Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, la cual consta de 3 etapas para la elaboración e implementación de un estudio de caracterización de residuos sólidos-EC-RSM (MINAM, 2019, p.9):

En la primera etapa “Planificación”, se debe conformar el equipo de planificación, el cual, debe ser elegido mediante un documento oficial emitido por la autoridad municipal, como una Resolución de la Alcaldía o una Resolución de la Gerencia Municipal. Como se indica en la tabla, este equipo debe estar formado por representantes de los siguientes departamentos de gestión, que ejecutarán diversas funciones. (MINAM, 2019, p.10)

El equipo de campo debe estar conformado por un responsable (profesional o técnico/a), el cual debe constar con experiencia en la elaboración de un EC-RSM, y ser elegido por el equipo de planificación a través de un documento oficial emitido por el área/ gerencia de Medio Ambiente. (MINAM, 2019, p.13)

El responsable debe elegir a los miembros del equipo de campo, que debe incluir a empleados municipales, voluntarios, estudiantes universitarios, miembros de la organización de recolectores de basura y miembros del público en general. (MINAM, 2019, p.13)

Además, la municipalidad debe proporcionar un lugar físico de fácil acceso para el suministro de muestras, el pesado y clasificado con el fin de adquirir datos técnicos mediante la técnica EC-RSM. Los residuos sólidos deben ser recogidos y transportados en vehículos como camiones, motocicletas y triciclos (a pedal y a motor), entre otros. El responsable, por su parte, debe capacitar al equipo de campo para garantizar que la EC-RSM se desarrolle adecuadamente. (MINAM, 2019, p.14)

Teniendo en cuenta la normativa en vigor, los residuos sólidos municipales pueden ser clasificados por tipos de generadores (MINAM, 2019, pp.22-24):

Tabla 1.

Tipos de residuos sólidos municipales

Tipo	Fuentes de generación	Clasificación
R.S. Domiciliarios	Viviendas, es decir al lugar que tiene como uso “casa habitación”.	<ul style="list-style-type: none"> • Alto • Medio • Baja
R.S. No domiciliarios	Actividades económicas e institucionales	<ul style="list-style-type: none"> • Barrido y limpieza pública • Restaurantes • Instituciones educativas • Instituciones privadas y públicas • Mercados • Hoteles • Establecimientos comerciales
R. S. municipales especiales	Residuos que requieren un manejo exclusivo por su volumen o características especiales, incluye a los generados en áreas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de laboratorios de pruebas medioambientales y otras fuentes relacionadas • Centros de lubricación • Hospitales veterinarios • Centros comerciales • Residuos procedentes de la destrucción o modificación de estructuras de pequeñas obras no incluidas en las capacidades del sector de la vivienda y la construcción - Eventos masivos (conciertos, mítines y movilizaciones humanas temporales, ferias)

Fuente: MINAM, 2019

En la segunda etapa, el **Trabajo de campo y operaciones**, se debe realizar la Invitación para la participación de los predios en el estudio, para informar a los posibles participantes sobre el estudio, se aconseja la contratación de empleados con el rol de promotor ambiental. Se asigna un número de muestras a cada promotor en función del número total de muestras a obtener para cada tipo de generador. Los datos de los generadores se introducen según el tipo de residuos sólidos en un registro. A cada generador se le asigna un código único que se expone en un lugar destacado de la vivienda del generador para facilitar su identificación.

El operario comienza recogiendo las muestras de los generadores y entregando una nueva bolsa etiquetada. A continuación, las muestras son transportadas por una unidad vehicular encargada. Finalmente, las muestras se descargan en el lugar especificado por el investigador principal del estudio, teniendo cuidado de no dejar ningún residuo en el vehículo.

El pesaje de las muestras de residuos sólidos y la determinación de la densidad, la composición y la humedad deben realizarse para hacer un examen efectivo de las muestras, siguiendo las pautas señaladas en la guía mencionada. (MINAM, 2019, pp.42-55)

La tercera etapa consiste en el **análisis de los datos recolectados en campo**, que requiere estimar y determinar los siguientes parámetros: generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, validación de la generación per cápita, generación total de residuos sólidos municipales, composición de los residuos sólidos, densidad de los residuos sólidos y humedad de los residuos sólidos; y que emplea formatos legibles y trazables. (MINAM, pp. 57-68, 2019)

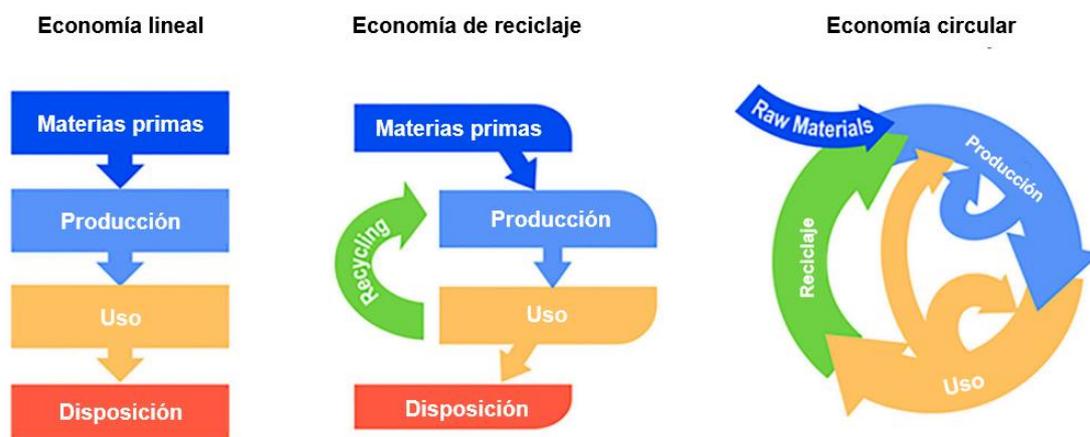
El concepto de **economía circular** tiene sus bases en el concepto de sostenibilidad y su aplicación en la economía, sociedad y cuidado del medio ambiente (Hysa, et al., 2020). Su objetivo es lograr el desarrollo sostenible, mediante diversas estrategias en la cadena de producción y en la utilización de los productos y servicios. Para ello, propone el cierre de los ciclos de energía y materiales con el fin de utilizar de manera intensiva aquellos con los que ya se cuentan, evitando que los daños al medio ambiente se incrementen (Prieto, Jaca & Omazabal, 2017). Los principios de la economía circular forman un papel

central en la economía global, y se sugiere su aplicación en el contexto de los negocios y el desarrollo urbano para crear ciudades capaces de reinventarse a largo plazo. (Cadima, Eugénio & Castelo, 2022)

La economía circular se ha desarrollado en respuesta a la insatisfacción con el modelo de economía lineal predominante (Bolger & Doyon, 2019). El modelo CE reemplaza el concepto de fin de vida con restauración y regeneración a lo largo de varias cadenas de valor (Geissdoerfer, et al., 2017). En los últimos años, el discurso académico sobre la economía circular ha cobrado impulso debido a la preocupación por la mitigación del cambio climático, la seguridad de los recursos y el desarrollo sostenible. El modelo economía circular actual se deriva de varias escuelas de pensamiento, incluidas la ecología industrial, la economía ambiental, la ecoeficiencia, la biomimética y la economía del rendimiento. (Winans, Kendall, Deng, 2017)

Figura 1.

Comparativa de la economía lineal, economía de reciclaje y economía circular



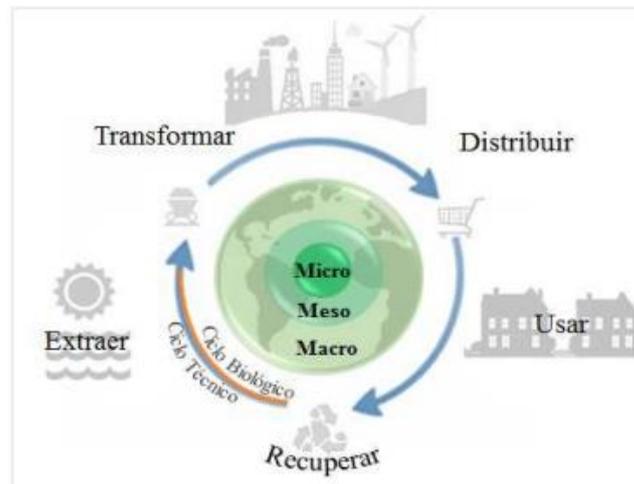
Nota. Adaptado de Bolger & Doyon (2019 pág. 4)

El concepto de economía circular es actualmente promovido por la Unión Europea, por varios gobiernos nacionales y por varias organizaciones empresariales de todo el mundo. Es una economía establecida en función a sistemas sociales de producción-consumo que incrementa el servicio generado partiendo del flujo lineal de producción de energía y materiales naturaleza-sociedad-naturales (Korhonen, Honkasalo, Seppälä, 2018 pág. 39). La implementación exitosa de este modelo se ve como una forma en la que el país

puede desarrollarse a partir de su daño ambiental pasado que generalmente se observa cuando las economías en desarrollo se industrializan. (Tahuelela & Ballard, 2019)

Figura 2.

Ciclo de economía circular



Nota. Obtenido de Prieto *et al.* (2017)

En base a lo visualizado en la Figura 1, el modelo de economía circular utiliza las acciones de extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar. De acuerdo con Prieto *et al.* (2017), se describen cada una de estas a continuación:

La Extracción, es la acción que realizan las industrias y organizaciones de tomar recursos finitos del medio ambiente, por ello, éstas deben utilizar de manera responsable y efectiva los recursos, tomando medidas medioambientales que permitan reducir el impacto en la naturaleza.

La Transformación, esta fase se refiere al fin que se les dan a los recursos extraídos. Para ello se debe trabajar de la mano de la innovación y los avances tecnológicos con el fin de que el proceso de transformación se lleve a cabo de la mejor manera y sosteniblemente.

La Distribución, se refiere a la manera en que se dispone un producto o servicio al cliente. Las empresas deben asegurar la trazabilidad de sus productos y disminuir el efecto medioambiental de forma eficiente, tanto en lo que respecta a los canales, como el envasado, como a través de estrategias alternativas, como la logística inversa.

El Usar, la economía circular sugiere que al ofrecer el producto a los clientes u otras empresas se debe disminuir el impacto energético relacionado con su uso o la eficiencia del producto. La reutilización como producto de segunda mano o la reparación pueden aumentar la eficiencia del producto o servicio. En consecuencia, las empresas deben reinventar sus modelos de negocio de dos maneras: la primera es permitir que los consumidores devuelvan los productos una vez utilizados, prolongando así el ciclo de vida del producto mediante servicios de posventa o mantenimiento. La segunda opción es dar a conocer el “sistema de servicio del producto”, que consiste en proporcionar productos tangibles a través de servicios, manteniendo el productor o distribuidor del servicio la propiedad y administración del bien. En este sector de actividad, la innovación en el modelo de negocio debe estar debidamente ajustada a los canales de distribución y comunicación con los clientes, de forma que se genere valor de forma óptima y se cierre el ciclo de materiales y energía.

La recuperación, finalmente, estos residuos pasan por un proceso de recuperación, el cual se puede dar de 2 formas, la primera, como recurso técnico, es decir, que puede servir de materia prima para una línea de producción, o como recurso biológico, que vuelve a incorporarse a la biosfera.

Tabla 2.

Principios de la economía circular

Principio	Descripción
1. Salvaguardar e incrementar los recursos naturales, controlando los ya existentes y buscando un equilibrio de los flujos de recursos renovables.	La economía circular debe tener como base la selección adecuada de tecnologías y procesos que aprovechen recursos renovables y de óptimo rendimiento. Asimismo, este modelo permite incrementar el capital natural ya que fomenta el flujo de nutrientes en el sistema y crea condiciones para regenerar el suelo.
2. Mejorar la eficiencia de los recursos, circulando siempre productos, componentes	Se deben buscar diseños que mediante la reelaboración, renovación y reciclaje permitan la circulación de los materiales y componentes.

y materiales en su máxima utilidad a lo largo del ciclo técnico y biológico.	Cuando es posible, el modelo circular emplea bucles internos más estrechos (es decir, mantenimiento en lugar de reciclaje) para ahorrar energía incorporada y otros valores, lo que preserva la energía incorporada y otros valores. Estas soluciones pretenden prolongar la vida de los productos y maximizar su reutilización.
3. Fomentar la efectividad del sistema mediante la presentación de patentes y la eliminación de impactos negativos	El modelo debe buscar disminuir el impacto originado a sistemas y áreas que perjudica a las personal y sus necesidades básica como: alimentación, movilidad, educación, sanidad, entre otros. Asimismo, debe procurar reducir las externalidades como la contaminación del agua, aire, tierra y cambio climático.

Nota. Adaptado de Cerdá y Khalilova (s.f.)

Asimismo, según lo mencionado por Cerdá y Khalilova (s.f.), las características más importantes de la economía circular son el disminuir el empleo de recursos naturales e insumos, mejorando el empleo de la materia prima, disminuyendo el uso de los recursos naturales, buscando el mejor empleo de estos, además busca reducir el gasto de la energía y el agua; el aumentar la distribución conjunta de la energía, recursos naturales y reciclables, asimismo busca sustituir el empleo de los recursos no renovables por renovables, promover el reciclaje con el fin de sustituir a materiales vírgenes con los materiales reciclados, clausura de bucles materiales, además busca alcanzar la sostenibilidad al momento de extraer la materia prima; la disminución de emisiones, utilizando menos materia prima y mejorando la obtención de estas para que sean más sostenibles, alcanzar la disminución de la contaminación utilizando ciclos de materiales limpios; el reducir las pérdidas de residuos y materiales, a través de la disminución de los desechos, residuos incinerados y vertidos, además de reducir los gastos de recursos de valor debido a la disipación de estos; y, el conservar el valor de los materiales, productos y componentes en la economía,

cuidando la vida de los productos, reutilizando y realizando un reciclaje de calidad alta. (Avdiushchenko & Paweł, 2019)

El **Desarrollo Sostenible** es un término muy importante en el siglo XXI, tiene como finalidad un avance basado en un equilibrio económico, social y ambiental. Muchos autores coinciden en su definición como aquel desarrollo que no solo se centra en el momento actual, sino que piensa en las generaciones futuras, para lo cual exige un crecimiento financiero, que busque beneficiar la calidad de vida de las personas y produzca el menor impacto en el ambiente. (Ramallo, et al., 2017). Si bien es una palabra que cada vez es más conocida, no todos la aplican. Es necesario que los países se comprometan en adoptarla, ya que es responsabilidad de todos los legados que dejaremos a las generaciones venideras. La contaminación ambiental y la pobreza son algunos de los motivos para incorporar el desarrollo sostenible (Velásquez y Armas, 2015). Además, según Silvestre & Țîrcă (2019 pág. 325) mencionan que el desarrollo sostenible es un tema apremiante que requiere acción y cambios inmediatos por parte de los gobiernos, la industria y la sociedad en su conjunto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de la presente investigación es aplicada puesto que se busca la generación de conocimiento para aplicarlo en el proceso de gestión de residuos sólidos en una comunidad, asimismo, se adapta a lo mencionado por Ñaupas et al. (2018 pág. 136), definiéndola como una investigación orientada a resolver problemas de una sociedad, empleando teorías de las investigaciones básicas.

El nivel es descriptivo-explicativo porque pretende describir las características después de haber recolectado información.

El diseño de la investigación es no experimental, transversal de tipo descriptivo puesto que no se manipularán las variables de investigación. A su vez, la recolección de información se da en un solo momento y se realiza con el objetivo de analizar y describir dichas variables. (Hernández, y otros, 2014)

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Caracterización de residuos sólidos

Variable dependiente: Economía circular

Tabla 3.

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
<i>Variable independiente: Caracterización de residuos sólidos</i>	Son un instrumento que permite recaudar información de primera mano sobre las características de los residuos sólidos municipales	En este estudio se realiza una investigación para adquirir datos sobre la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en un lugar específico. (MINAM, 2019, p.6)	Residuos sólidos	Municipales	kg/per/día
			Composición	Materia orgánica	%
				Plástico	%
				Papel y cartón	%
				Vidrio	%
				Lata	%
Densidad	Cantidad de masa por volumen ocupado	kg/m3			
<i>Variable dependiente: Economía circular</i>	Es un conjunto de rasgos, aspectos o características del medio ambiente que, a través de las acciones de la naturaleza y del hombre, permiten que el medio ambiente se conserve en niveles óptimos, permitiendo que todos los seres vivos vivan en armonía.	El modelo de economía circular utiliza las acciones de extraer, transformar, distribuir, usar y recuperar	Compostaje	Tasa de residuos compostados	%
			Reciclaje	Tasa de reciclaje de envases en general	%
				Tasa de reciclaje de envases de plástico	%
				Tasa de reciclaje de otros residuos	%
			Competitividad e innovación	Inversión bruta de bienes tangibles relacionados a la economía circular	\$

	Número de personas empleadas en el sector	%
Tratamiento	Tratamiento de residuos totales	toneladas t per cápita

Nota. Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población del presente estudio se encuentra en el distrito de Characato. Para determinarla se toma como base el último Censo INEI 2017, siendo la población urbana de 12,949 habitantes, y 3,828 viviendas.

Para determinar el número de muestras de centros domiciliarios se debe aplicar la siguiente ecuación, la cual se ha obtenido del MINAM (2019):

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

Dónde:

n: muestra de las viviendas

$Z_{1-\alpha/2}^2$: nivel de confianza 95%, lo que es equivalente a 1,96

N: total de viviendas

σ : desviación estándar (0,25 Kg/ha/día)

E: error permisible en la estimación, asumiendo el 10% (0,056)

A continuación, se aplica la fórmula para el distrito de Characato:

$$n = \frac{(1.96)^2 (3828) (0.25)^2}{(3828 - 1) (0.056)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2}$$

$$n = 75$$

El tamaño de la muestra es de 75 viviendas.

De acuerdo con la Guía de estudio de caracterización de residuos sólidos, se debe considerar un porcentaje como muestra de contingencia, en caso de que en algunas de las viviendas no exista colaboración para llevar a cabo el estudio de caracterización, por lo tanto, se tendrá se aumenta un 20% del total de muestras (15 viviendas), siendo 90 el número total de viviendas para este estudio de investigación.

La muestra de 90 viviendas se segmentó en 2 muestras, una para la zona A, que abarca las viviendas del pueblo tradicional (2306 viviendas), y la zona B, que

abarca las viviendas del pueblo nuevo e invasiones (1522 viviendas). en base a ello se consideró que el 60% de la muestra (54 viviendas) correspondería a la zona A y el 40% restante (36 viviendas) para la zona B

Zona	Muestra
Pueblo Tradicional (Zona A)	54 viviendas
Pueblos Nuevos (Zona B)	36 viviendas

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- **Observación:** Esta técnica permitirá obtener información detallada sobre los residuos sólidos domiciliarios de la población del distrito de Characato. (Muñoz, 2015)
- **Revisión bibliográfica:** Mediante esta técnica se consultará artículos de investigación, tesis, libros e informes para determinar el desarrollo del primer y segundo objetivo. (Ñaupas, y otros, 2018)
- **Encuesta:** Se le considera así, a un conjunto de interrogantes que se plantean con un fin en específico, siendo su fin en particular el recopilar datos acerca de un tema determinado. (Hernández, y otros, 2014)

Instrumentos

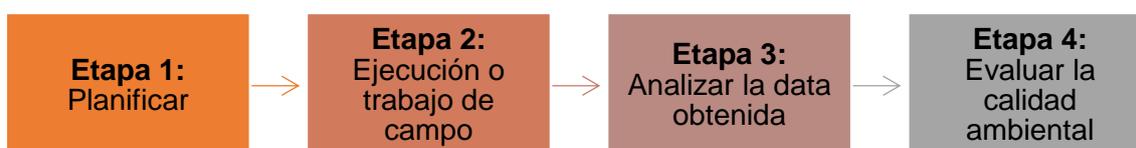
- Guía de observación: Este instrumento permite registrar lo observado directamente del trabajo de campo.
- Guía de análisis de documentos: Mediante este instrumento se realiza un análisis profundo de los documentos más relevante para el alcanza de los objetivos.
- Guía Metodológica para la EC-RSM
- Cuestionario
- Registros fotográficos

3.5. Procedimientos

El procedimiento de la presente investigación tiene como base la Guía Metodológica para la Elaboración del Estudio de Caracterización para residuos sólidos municipales (EC-RSM) sugerida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), adecuada en las siguientes etapas:

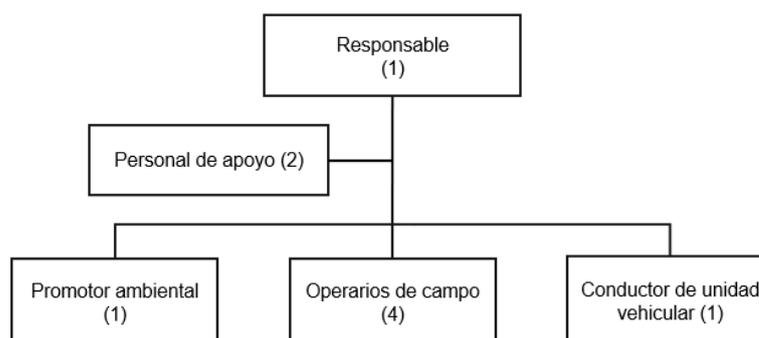
Figura 3.

Procedimientos



En la primera etapa, “Planificar”, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Conformar el equipo de campo



- Asegurar los aspectos logísticos, y la unidad vehicular, en este caso se está considerando una moto furgón de una capacidad de 1 tonelada de almacenaje.
- Diseño y elaboración de registros
- Materiales y equipos para el estudio

Bienes	Cantidad	Unidad
Balanza digital	1	Unid.
Bloc de notas	1	Unid.
Bolsas	11	Docena
Botellas de alcohol (325 ml)	6	Unid.
Cilindro (200 L)	1	Unid.
Cinta	6	Unid.
Escoba	2	Unid.
Lapiceros	6	Unid.
Plástico para segregación	4	Metros
Recogedor	2	Unid.
Tijeras	6	Unid.
Wincha (5m)	2	Unid.

- Equipos de protección personal e indumentaria

Equipos	Cantidad	Unidad
Guantes de neopreno	8	Pares
Mameluco de seguridad	8	Unid.
Mascarillas	12	Unid.

- Identificación de muestras por fuentes de generación (domiciliarios).

En la segunda etapa, “Ejecución y trabajo de campo”, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Invitar a los pobladores a que participen en el estudio
- Asignar las muestras
- Registro de participantes
- Codificación de los predios participantes
- Recolección de las muestras de residuos
- Traslado de las muestras de residuos
- Descarga de las muestras de residuos
- Análisis de las muestras de residuos
- Pesaje de las muestras de residuos
- Cálculo de la densidad de residuos
- Composición de los residuos
- Limpieza del área y disposición final de los residuos sólidos caracterizados

En la tercera etapa, “Análisis de la data obtenida”, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Estimación de generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios
- Validación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios
- Estimación de la densidad de residuos sólidos, en donde se emplean las siguientes fórmulas, para determinar el volumen del residuo sólido (V_r), la densidad (S), y la densidad promedio (S_p)

$$V_r = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 (H_f - H_o)$$

$$S = \frac{W}{V_r}$$

$$S_p = \frac{\sum_1^7 S_{día}}{7}$$

En dónde:

W: Peso de los residuos sólidos

D: Diámetro del cilindro

Hf: Altura total del cilindro

Ho: Altura del cilindro

- Estimación de la composición de residuos sólidos, para ello se empleará la siguiente tabla, empleando solo 5 días, debido a los pocos pobladores que hay en los distritos, y a la baja generación per cápita que se evidenció en anteriores estudios.

Tipo de residuos sólidos	Composición de residuos sólidos					TOTAL	Composición porcentual %
	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Día 3 (kg)	Día 4 (kg)	Día 5 (kg)		
Residuos de alimentos							
Residuos plásticos							
...							
TOTAL							

Y en la cuarta etapa, “evaluar la calidad ambiental”, se propone como procedimiento lo siguiente:

- Elaboración de un plan de economía circular
- Proponer estrategias de reciclaje y reutilización
- Proponer estrategias de tratamiento y valorización energética

3.6. Método de análisis de datos

Los datos de la etapa Trabajo de campo serán procesados con programas estadísticos diseñados para este tipo de investigación, a partir de ello se elaboran cuadros de análisis y gráficos necesarios para la interpretación de cada una de las variables.

3.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se respeta la originalidad de los datos, y los derechos de autor referenciando respetando la norma ISO y en mantener en reserva la información brindada por la Municipalidad Distrital de Characato.

IV. RESULTADOS

Evaluación inicial del manejo de residuos sólidos municipales en el distrito de Characato, 2022.

Dentro del distrito de Characato se han evidenciado diversos problemas ambientales vinculados a la inadecuada gestión de los residuos generados por parte del municipio, observando que, como procedimiento para la recolección de residuos, el distrito hace uso de un camión recolector de basura, el cual tiene la función de trasladar este tipo de residuos a un botadero de cielo abierto, el cual carece de una adecuada infraestructura para la segregación y tratamiento de los residuos recolectados. Asimismo, Characato debido a la falta de cultura y educación ambiental y el carente compromiso de los gobernantes, carece de un plan de gestión integral de residuos sólidos.

Figura 4.

Mapa del distrito de Characato



Nota. Obtenido de Google Maps

También, en la Figura 5 se puede visualizar, una fotografía del cruce de Characato, en donde se muestra la acumulación de residuos de construcción y residuos municipales, esto pone en evidencia el inadecuado manejo de residuos sólidos que hay en el distrito, generado por la falta de educación y concientización ambiental, pudiendo perjudicar, a su vez, la salud de los pobladores.

Figura 5.

Fotografía del cruce de Characato – Av. Arequipa 120

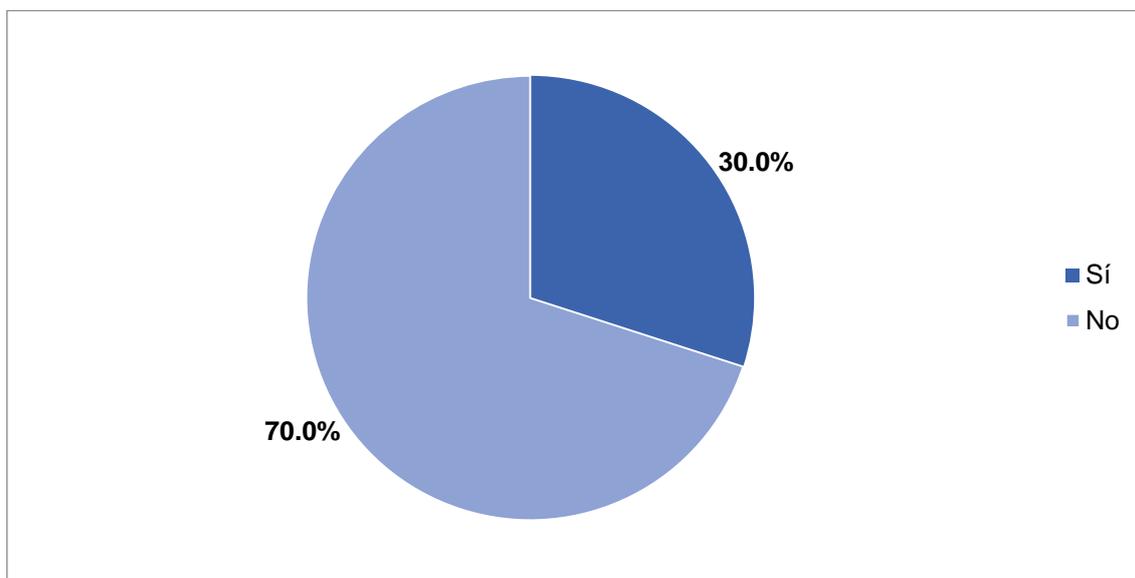


Nota. Obtenido de Google Maps

Para conocer a detalle la situación actual del distrito de Characato en lo que respecta al manejo de los residuos sólidos, se planteó un cuestionario para las 90 viviendas las cuales participaron en el estudio de caracterización, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 6.

¿Usted, practica el reciclaje de los RR.SS.?

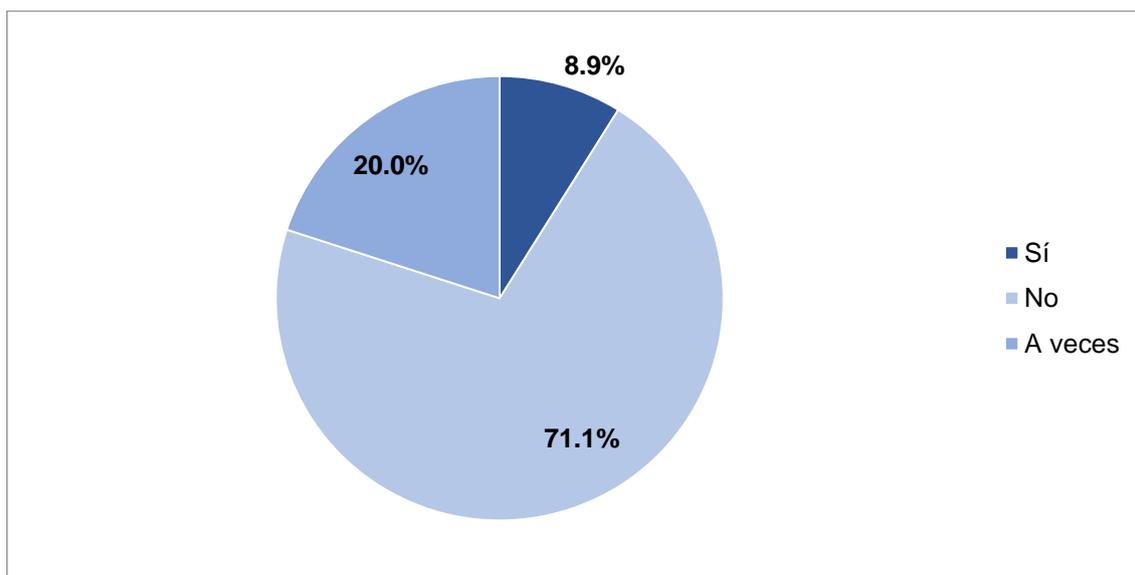


Nota. Elaboración propia

En la Figura 6, se visualiza que el 70% de las viviendas del distrito de Characato no practica el reciclaje de ningún tipo de residuos, y el porcentaje restante sí lo practica, ya sea de papel, residuos plásticos, latas, envases, entre otros.

Figura 7.

¿Usted, recibe información sobre el manejo y reciclaje de los RR.SS.?



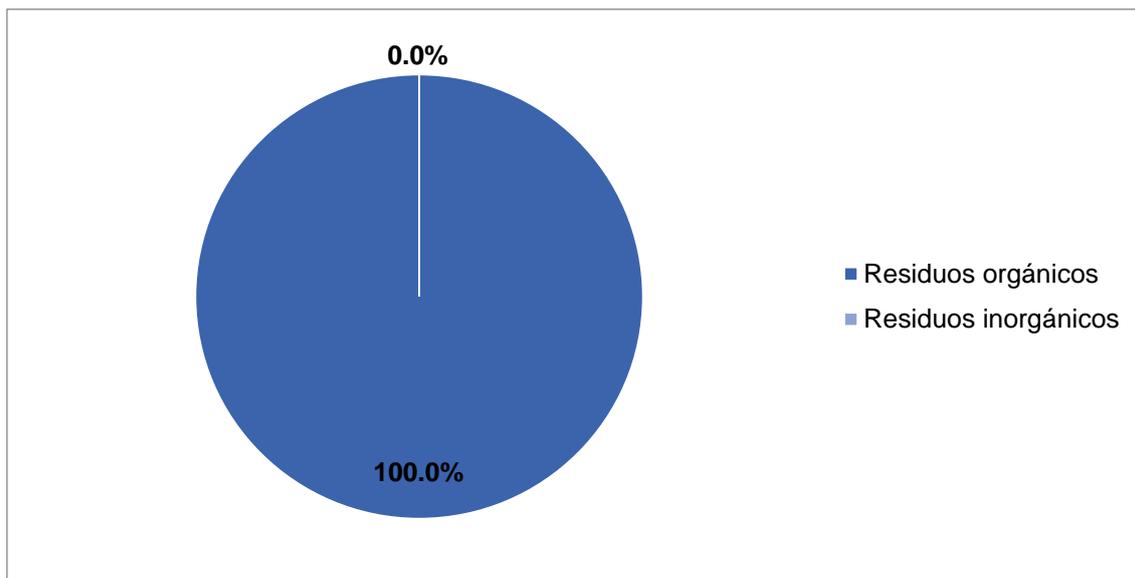
Nota. Elaboración propia

En la Figura 7, se muestran los resultados sobre la cantidad de viviendas que reciben información acerca del manejo y reciclaje de residuos sólidos,

visualizando que, el 71,1 % de las viviendas no ha recibido ningún tipo de información sobre el manejo y reciclaje de estos residuos, el 20,0% mencionó a veces reciben información sobre el reciclaje o charlas de concientización ambiental, y el porcentaje restante mencionó que si han recibido y reciben este tipo de información.

Figura 8.

¿Cuáles son los residuos que más genera?

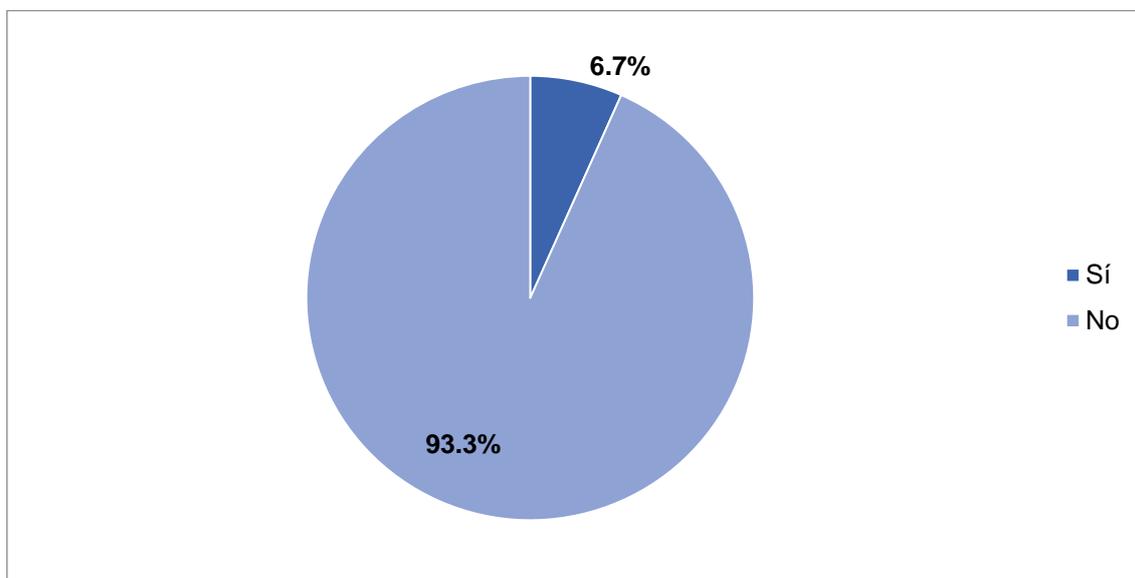


Nota. Elaboración propia

Asimismo, en la Figura 8, se evidencia que, del total de viviendas encuestadas, el 100% respondió que genera residuos orgánicos en mayor cantidad, es decir como materia orgánica de origen vegetal o animal, como restos de comidas, frutas, entre otros.

Figura 9.

¿Usted separa los residuos sólidos en su domicilio?

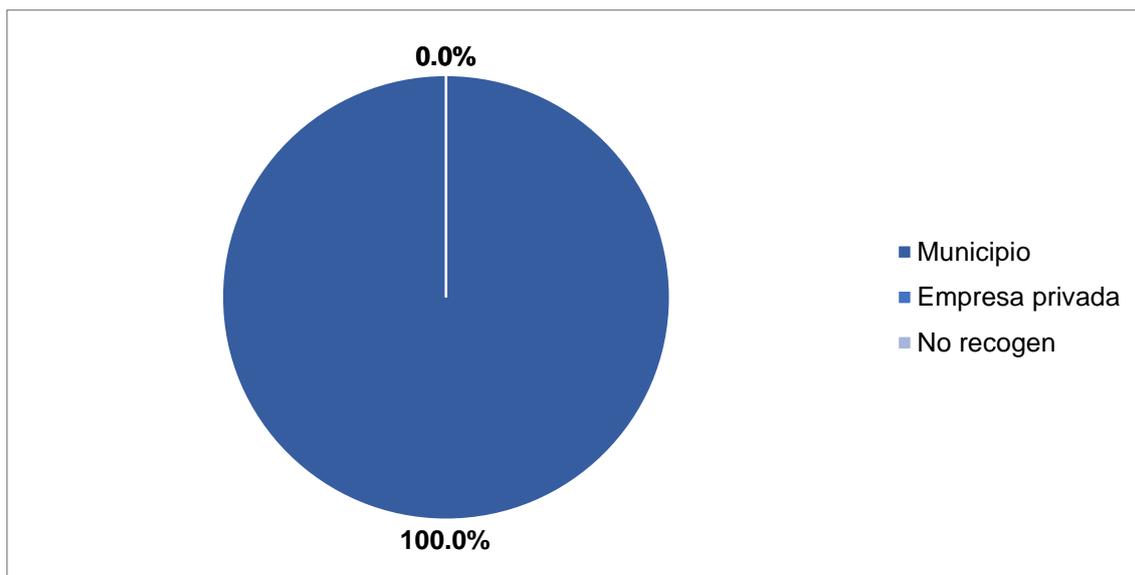


Nota. Elaboración propia

En la Figura 9, se visualiza que, el 6,7% de las viviendas encuestadas en el distrito de Characato separan los residuos sólidos en su domicilio, facilitando su tratamiento y/o reciclaje, y el 93,3% restante de los encuestados no realiza la separación de los residuos sólidos, por falta de concientización ambiental.

Figura 10.

¿Quién es el encargado de recoger los residuos sólidos del distrito?

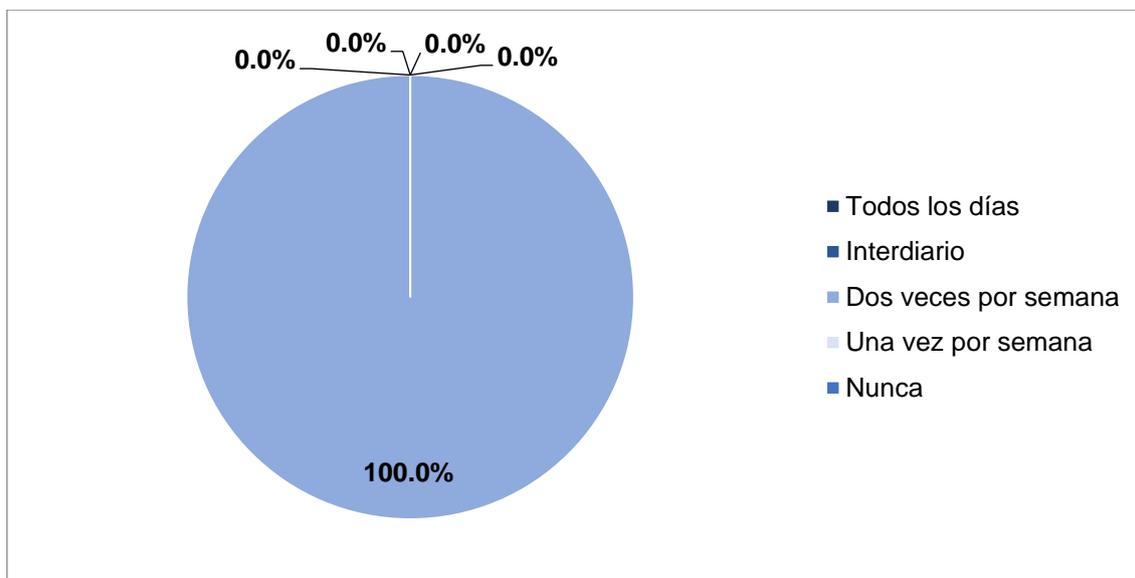


Nota. Elaboración propia

En la Figura 10, se visualiza, que el 100% de las viviendas del distrito de Characato menciona que el Municipio distrital es el encargado de la recolección de los residuos sólidos.

Figura 11.

¿Con qué frecuencia recogen la basura de su domicilio?



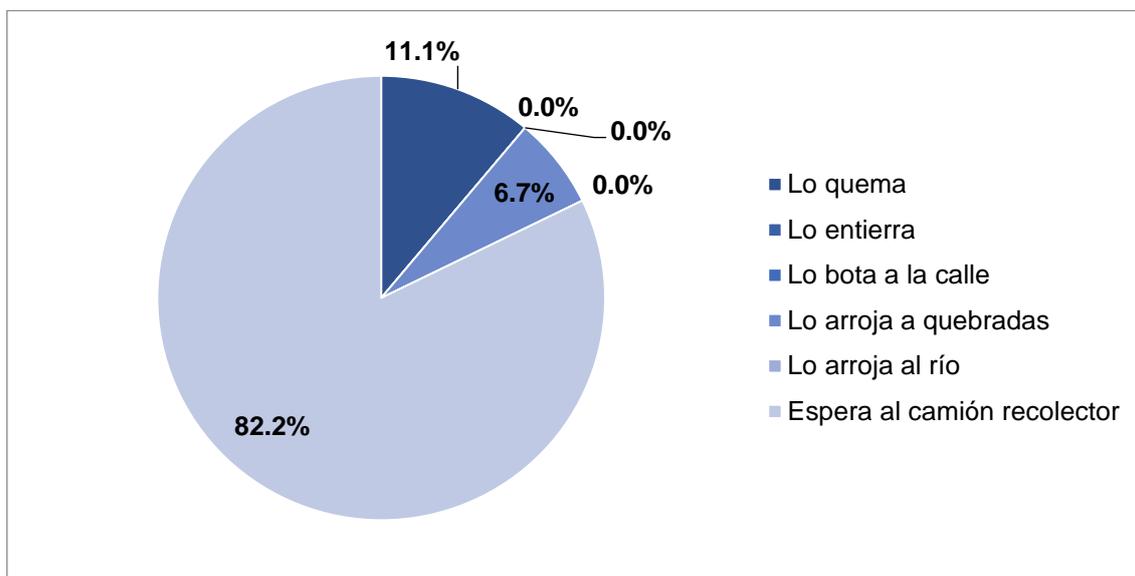
Nota. Elaboración propia

En la Figura 11, se muestran los resultados de la frecuencia en la que se realiza la recolección de basura en su domicilio, obteniendo que, el 100% de las viviendas menciona que la recolección de basura se realiza dos veces por semana.

En la Figura 12, se visualizan los resultados de lo que hacen cuando los residuos sólidos se acumulan en la vivienda, el 82,2% de las viviendas espera a que pase el camión recolector de basura, el 11,1% de las viviendas quema la basura, siendo esto perjudicial para el medio ambiente y pudiendo generar reacciones alérgicas, afecciones respiratorias, entre otros, y, el 6,7% de las viviendas menciona que lo arroja a las quebradas, esto justifica la acumulación de residuos sólidos en determinadas zonas del distrito de Characato.

Figura 12.

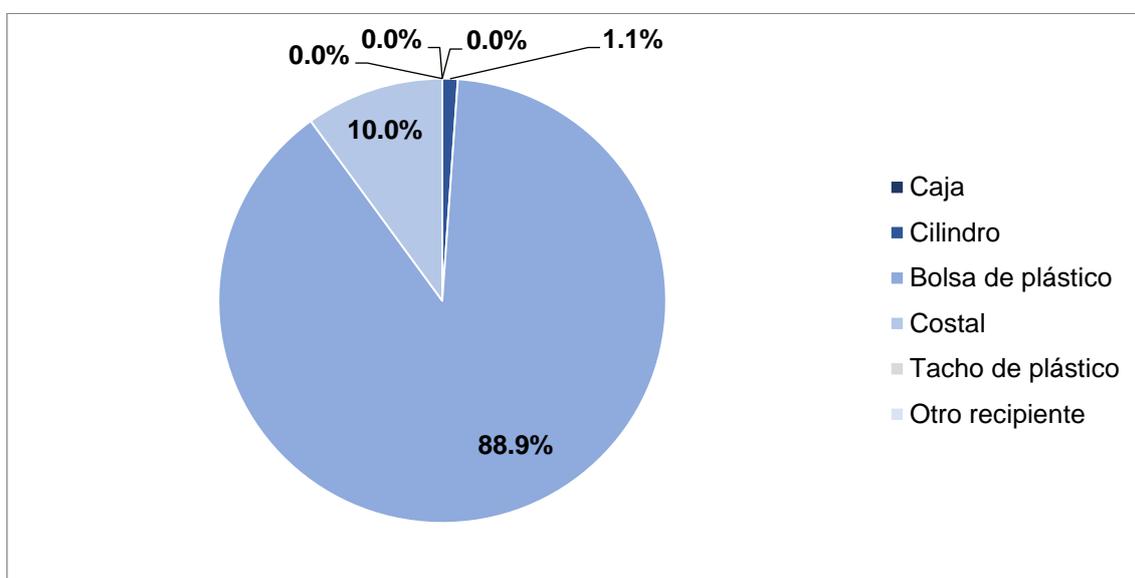
¿Qué hace con los residuos sólidos cuándo se acumulan en su domicilio?



Nota. Elaboración propia

Figura 13.

¿En qué tipo de envase/recipiente tiene la basura en su domicilio?

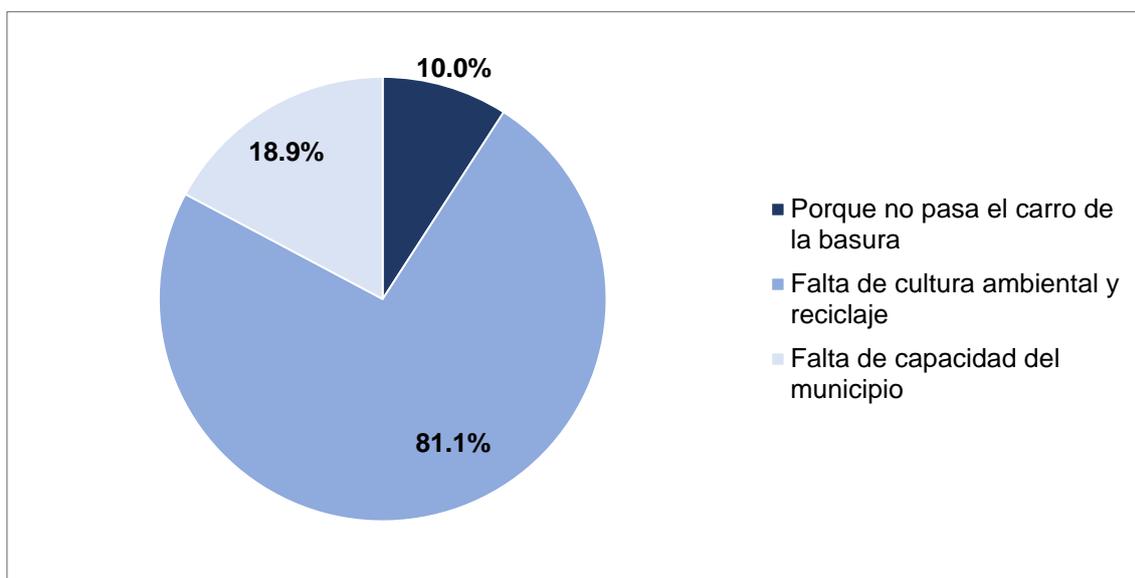


Nota. Elaboración propia

En la Figura 13, se visualiza los tipos de envases o recipientes que se emplean en las viviendas para almacenar su basura, obteniendo que el 88,9% de las viviendas en una bolsa de plástico, el 10,0% emplea costales, y el 1,1% restante utiliza cilindros.

Figura 14.

¿Por qué cree usted que existe contaminación por residuos sólidos en su distrito?



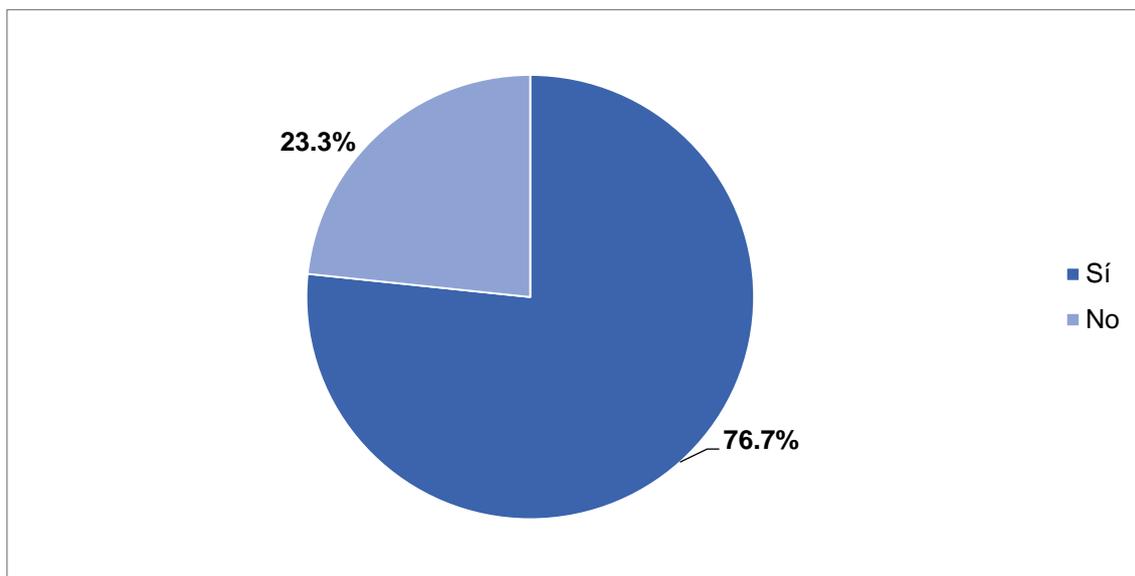
Nota. Elaboración propia

En la Figura 14, se analizó por qué existe esta contaminación generada en el distrito de Characato, obteniendo que el 81,1% de las viviendas mencionan que esto se da por la falta de cultura ambiental y reciclaje, siendo necesario brindar charlas de concientización ambiental y promoción del reciclaje y la reutilización, a su vez, el 18,9% de las viviendas opina que esto se da por la falta de capacidad del municipio, por el desinterés por parte de las autoridades, y, el 10,0% de las viviendas comenta que esto se da porque no pasa el carro de basura, generando la acumulación de los residuos.

En la Figura 16, se visualiza si las viviendas conocen sobre los impactos que genera este tipo de contaminación, obteniendo que 76,7% si tiene conocimiento sobre ello, pero el 23,3% no tiene conocimiento sobre el impacto ambiental que se genera.

Figura 15.

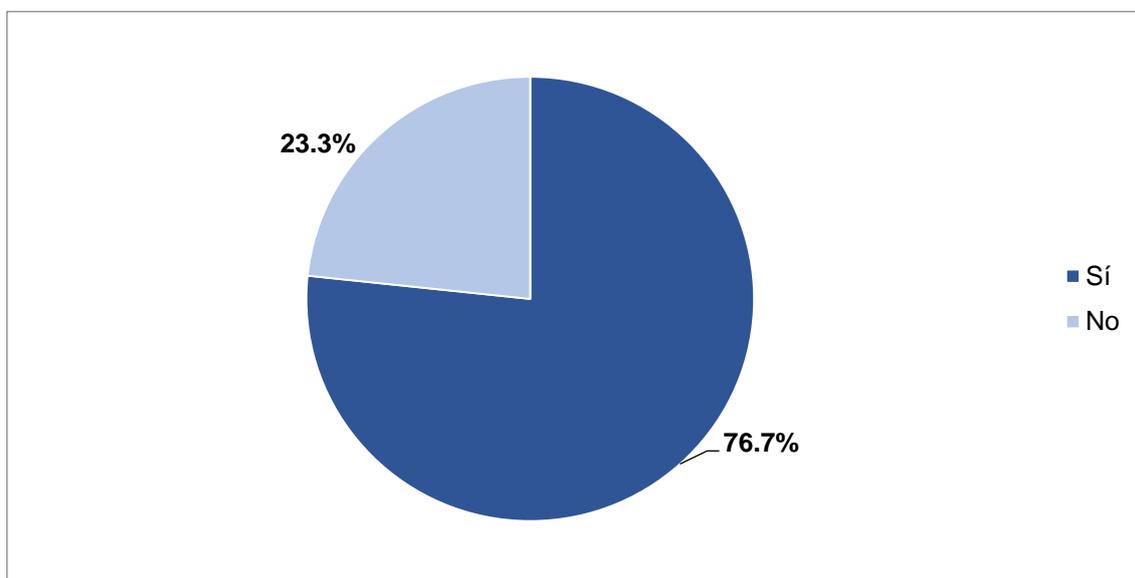
¿Conoce los impactos que genera la contaminación por residuos sólidos en su distrito?



Nota. Elaboración propia

Figura 16.

¿Conoce usted propuestas o iniciativa de proyectos en su distrito para la buena gestión de los residuos sólidos?



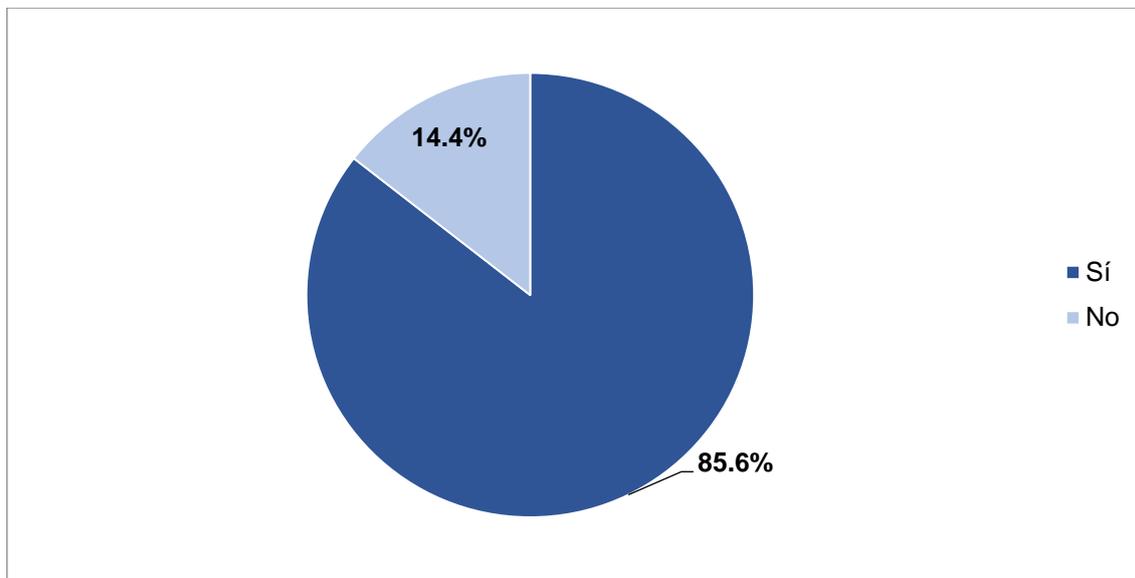
Nota. Elaboración propia

En la Figura 16, se muestra si las viviendas conocen sobre alguna propuesta o iniciativa para mejorar la gestión de los residuos, el 76,7% menciona que sí, lo

cual significa que ha habido algún proyecto con este fin, y el 23,3% restante menciona que no conoce ninguna propuesta o iniciativa.

Figura 17.

¿Estaría dispuesto a separar sus residuos sólidos de su domicilio para facilitar su reaprovechamiento?



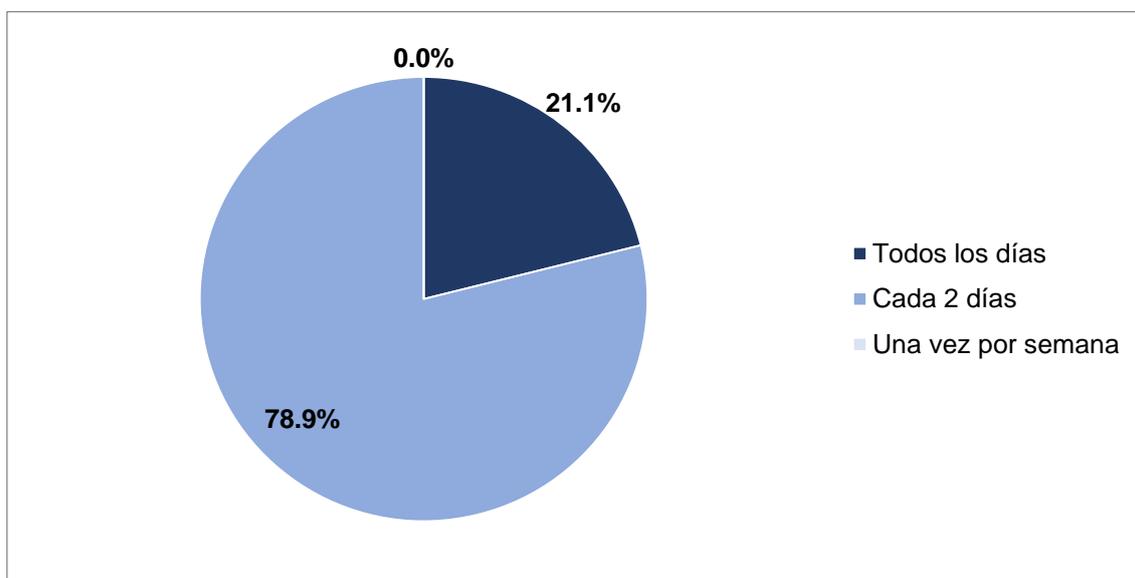
Nota. Elaboración propia

En la Figura 17, se muestra que el 85,6% de las viviendas considera que si podría separar sus residuos con el fin de facilitar su reaprovechamiento, y el 14,4% restante mencionó que no estaría dispuesto a realizar ello. Con esta pregunta, se evidencia que gran parte de los pobladores podría apoyar al municipio con algunos planes de mejora que se puedan tener con el fin de aprovechar los residuos sólidos generados.

En la Figura 18, se mencionan los tiempos de recojo que les parece el adecuado para la recolección de la basura, en donde el 78,9% de las viviendas menciona que estaría bien que se realice la recolección cada 2 días, y el 21,1% de las viviendas menciona que preferiría que se realice todos los días para evitar la acumulación de basura en su domicilio, ninguna de las viviendas encuestadas desea que se realice una vez por semana, opinando que es un tiempo muy prolongado.

Figura 18.

¿Cuál de los siguientes tiempos de recojo de los residuos sólidos le parece adecuado?



Nota. Elaboración propia

En resumen, se evidencia que hay muchos puntos por mejorar en materia de manejo y gestión de los residuos sólidos, sin embargo, se ha evidenciado que, si hay compromiso de gran parte de los pobladores del distrito de Characato, lo que significa que, ante cualquier mejora, ellos estarían dispuestos a apoyar a la municipalidad facilitando la segregación y el aprovechamiento de los residuos sólidos.

Generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del distrito de Characato, 2022.

Se realiza la recolección de los residuos, para esto se consideraron 2 zonas, la zona A, que abarca todo el Pueblo Tradicional, y la Zona B, que abarca los Pueblos Nuevos, como se menciona en el capítulo de metodología. Por lo que, se realiza el cálculo de la generación per cápita de los residuos generados en el Pueblo tradicional, considerando el código para cada una de las viviendas y el número de habitantes dentro de cada vivienda, obteniendo lo visualizado en la siguiente tabla, en donde se visualiza la generación total de residuos sólidos de cada familia acorde a cada día, en base a ello se determina la generación per

cápita de residuos domiciliarios, obteniendo en promedio 0,4171 kilogramos de residuos por habitante por día.

Tabla 4.

Generación per cápita de residuos municipales del Pueblo Tradicional

N° de viviendas	Código	Número de habitantes	Generación de residuos sólidos domiciliarios					Generación per cápita
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
1	PT001	8	0.22	5.20	0.88	8.56	1.16	0.40
2	PT002	4	1.06	0.82	1.00	0.54	1.10	0.23
3	PT003	10	0.54	1.76	0.60	2.56	2.50	0.16
4	PT004	4	1.92	5.40	2.40	1.84	2.36	0.70
5	PT005	4	0.41	1.04	1.20	0.60	0.52	0.19
6	PT006	4	0.52	0.44	0.90	0.44	0.54	0.14
7	PT007	4	1.16	3.54	2.70	5.62	3.54	0.83
8	PT008	5	0.80	0.56	0.28	0.44	0.36	0.10
9	PT009	3	1.26	1.40	1.86	3.20	1.32	0.60
10	PT010	4	0.88	1.40	1.62	0.64	1.02	0.28
11	PT011	6	0.58	0.20	0.90	0.66	1.84	0.14
12	PT012	5	0.70	0.38	0.24	0.90	0.18	0.10
13	PT013	4	2.52	1.48	4.18	1.42	1.72	0.57
14	PT014	4	0.64	0.80	0.30	0.36	0.52	0.13
15	PT015	5	0.58	1.02	0.34	0.60	0.40	0.12
16	PT016	3	0.80	0.92	0.74	1.66	1.90	0.40
17	PT017	6	2.86	0.30	1.10	0.84	0.88	0.20
18	PT018	6	0.16	2.58	3.08	2.66	1.90	0.35
19	PT019	4	0.26	0.52	3.00	1.16	0.68	0.28
20	PT020	3	0.88	0.90	0.44	1.18	0.96	0.29
21	PT021	2	0.76	0.96	0.42	0.64	0.44	0.32
22	PT022	6	0.96	0.62	0.62	0.58	0.66	0.11
23	PT023	8	1.60	2.26	4.04	4.66	7.14	0.49
24	PT024	3	0.20	1.40	0.12	0.14	0.76	0.17
25	PT025	2	2.30	1.36	0.00	1.84	0.44	0.59
26	PT026	1	4.92	2.42	5.28	1.54	1.40	3.11
27	PT027	5	1.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.06
28	PT028	5	1.75	2.20	1.54	1.22	1.28	0.32
29	PT029	5	1.10	0.46	1.02	0.60	2.30	0.22
30	PT030	3	5.74	3.04	0.00	0.00	0.34	0.61
31	PT031	3	0.62	0.78	0.52	0.44	0.24	0.17
32	PT032	4	2.92	4.54	0.14	1.02	3.26	0.59

33	PT033	5	1.74	0.80	0.32	0.48	0.28	0.14
34	PT034	5	1.12	2.22	0.90	1.40	0.90	0.26
35	PT035	3	0.52	2.30	0.22	0.76	1.08	0.33
36	PT036	4	2.12	1.28	0.38	1.56	1.46	0.34
37	PT037	4	1.12	0.84	2.02	1.44	1.08	0.33
38	PT038	2	0.64	0.60	1.22	0.14	0.96	0.36
39	PT039	5	5.92	0.60	0.98	0.38	4.32	0.49
40	PT040	6	0.20	0.18	0.16	0.06	0.32	0.03
41	PT041	7	3.90	0.72	2.58	1.94	6.76	0.45
42	PT042	7	1.26	0.76	1.62	1.24	0.90	0.17
43	PT043	6	0.68	0.70	1.00	1.72	0.40	0.15
44	PT044	2	1.98	2.54	1.42	2.98	3.42	1.23
45	PT045	4	3.84	4.36	4.22	3.18	2.32	0.90
46	PT046	3	2.08	0.68	1.08	2.82	3.64	0.69
47	PT047	2	1.62	2.54	4.82	1.18	1.08	1.12
48	PT048	6	1.10	0.94	1.88	1.94	0.62	0.22
49	PT049	3	1.30	1.76	0.58	1.44	1.00	0.41
50	PT050	3	1.22	0.64	1.70	0.72	0.88	0.34
51	PT051	1	0.48	0.32	0.50	0.16	0.54	0.40
52	PT052	2	0.88	0.50	0.94	0.80	1.18	0.43
53	PT053	3	1.74	0.62	0.64	1.72	1.22	0.40
54	PT054	2	0.40	1.26	0.56	0.60	1.04	0.39

Generación per cápita en el Pueblo Tradicional

0.4171

Nota. Elaboración propia

Asimismo, para los Pueblos Nuevos, se realizó la recolección de los residuos, siguiendo el mismo procedimiento anterior, para obtener la generación per cápita en la zona B, generando en promedio, así como se visualiza en la siguiente tabla, una generación per cápita de 0.4819 kilogramos de residuos por habitante por día.

Tabla 5.

Generación per cápita de residuos municipales de los Pueblos Nuevos

N° de viviendas	Código	Número de habitantes	Generación de residuos sólidos domiciliarios					Generación per cápita
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
1	PN001	5	1.88	2.20	1.52	3.42	1.70	0.43
2	PN002	3	0.50	0.88	3.04	0.66	0.60	0.38
3	PN003	4	2.18	0.92	0.46	4.60	4.46	0.63

4	PN004	5	0.67	0.34	1.22	0.36	0.18	0.11
5	PN005	4	0.90	0.36	1.24	3.40	0.56	0.32
6	PN006	5	0.84	0.46	0.18	2.40	0.52	0.18
7	PN007	2	4.92	6.34	1.74	1.92	1.88	1.68
8	PN008	3	0.64	1.32	1.16	0.72	0.78	0.31
9	PN009	5	0.79	1.34	1.36	0.98	0.40	0.19
10	PN010	4	1.60	3.76	1.02	1.08	1.22	0.43
11	PN011	8	2.58	2.04	3.40	1.30	1.62	0.27
12	PN012	5	1.06	0.82	0.76	0.94	0.60	0.17
13	PN013	7	6.10	2.22	2.38	1.96	2.70	0.44
14	PN014	4	1.90	2.14	1.80	1.82	1.66	0.47
15	PN015	6	3.60	3.74	2.90	2.58	3.34	0.54
16	PN016	3	1.72	1.10	1.24	0.50	0.46	0.33
17	PN017	4	1.34	0.82	1.70	1.58	2.34	0.39
18	PN018	4	2.50	1.90	1.40	0.72	2.38	0.45
19	PN019	4	2.00	0.42	1.80	1.94	1.12	0.36
20	PN020	5	9.16	1.98	5.92	2.40	5.18	0.99
21	PN021	4	2.66	0.48	1.38	1.04	0.82	0.32
22	PN022	3	1.20	2.34	1.70	2.74	0.96	0.60
23	PN023	3	8.14	3.42	2.26	2.18	2.92	1.26
24	PN024	5	0.22	0.20	0.68	0.46	1.40	0.12
25	PN025	4	0.88	1.58	2.28	1.28	1.18	0.36
26	PN026	3	0.50	1.48	0.36	0.68	1.02	0.27
27	PN027	2	0.70	1.00	0.82	1.04	0.68	0.42
28	PN028	2	1.52	1.70	1.02	1.32	1.34	0.69
29	PN029	2	0.32	0.34	1.12	1.92	1.30	0.50
30	PN030	4	0.98	4.70	3.04	2.90	3.72	0.77
31	PN031	6	1.56	4.12	0.54	2.40	2.52	0.37
32	PN032	4	1.19	2.92	3.56	2.96	4.44	0.75
33	PN033	2	0.46	0.88	1.54	0.28	1.04	0.42
34	PN034	1	0.66	0.20	0.00	0.00	0.00	0.17
35	PN035	1	2.14	0.50	0.64	0.80	0.34	0.88
36	PN036	2	1.94	0.42	0.66	0.18	0.56	0.38

Generación per cápita en los Pueblos Nuevos

0.4819

Nota. Elaboración propia

En base a ello, se puede determinar la generación per cápita, así como se ha realizado en la siguiente tabla, en donde se ha obtenido un índice de 0.4430 kilogramos de residuos por habitante por día, considerando la representatividad de cada una de las zonas.

Tabla 6.*Generación per cápita de los residuos municipales en el distrito de Characato*

GPC - DISTRITO DE CHARACATO				
ZONA	Tamaño de la muestra	Representatividad poblacional %	GPC total de cada zona	% x GPC
Pueblo Tradicional - A	54	60%	0.4171	0.2503
Pueblos Nuevos - B	36	40%	0.4819	0.1928
TOTAL	90	100		0.4430

Nota. Elaboración propia

En base a ese cálculo se determina la cantidad generada en el distrito de Characato de residuos sólidos municipales, realizando el siguiente cálculo, en el cual se considera la generación per cápita y el número de habitantes que hay en el distrito, obteniendo que en el distrito de Characato se generan alrededor de 5,74 toneladas de residuos domiciliarios por día.

$$\text{Generación diaria de residuos municipales} = \text{GPC} * \text{N}^{\circ} \text{ Habitantes}$$

$$= 0.4430 \frac{\text{kg}}{\text{persona}} * 12\,949 \text{ personas} = 5\,737.009 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Generación diaria de residuos municipales} = 5.74 \frac{\text{toneladas}}{\text{día}}$$

Clasificación de los residuos sólidos generados por los pobladores del distrito de Characato según su composición, 2022.

Posterior a ello, se realiza la clasificación de los residuos, considerando la caracterización y segregación que se realizó en cada día, en lo que respecta a la segregación se consideraron los residuos aprovechables y no aprovechables, en los residuos aprovechables se consideraron los orgánicos e inorgánicos, dentro de los residuos inorgánicos se consideran los residuos plásticos, el papel, el cartón, las latas, los vidrios, y el tetrapack, tal y como se visualiza en la siguiente tabla, con la finalidad de obtener la composición porcentual de cada uno de los residuos. En lo que respecta a los residuos aprovechables estos

representan el 65.50% del total de residuos, generando en mayor cantidad los residuos provenientes de materia orgánica, los cuales representan el 47.97% de los residuos totales, y, por último, los residuos no aprovechables, los cuales no se pueden reutilizar o reciclar, necesitando algún tratamiento, estos representan el 34.50% de los residuos totales.

Tabla 7.

Composición de los residuos sólidos municipales

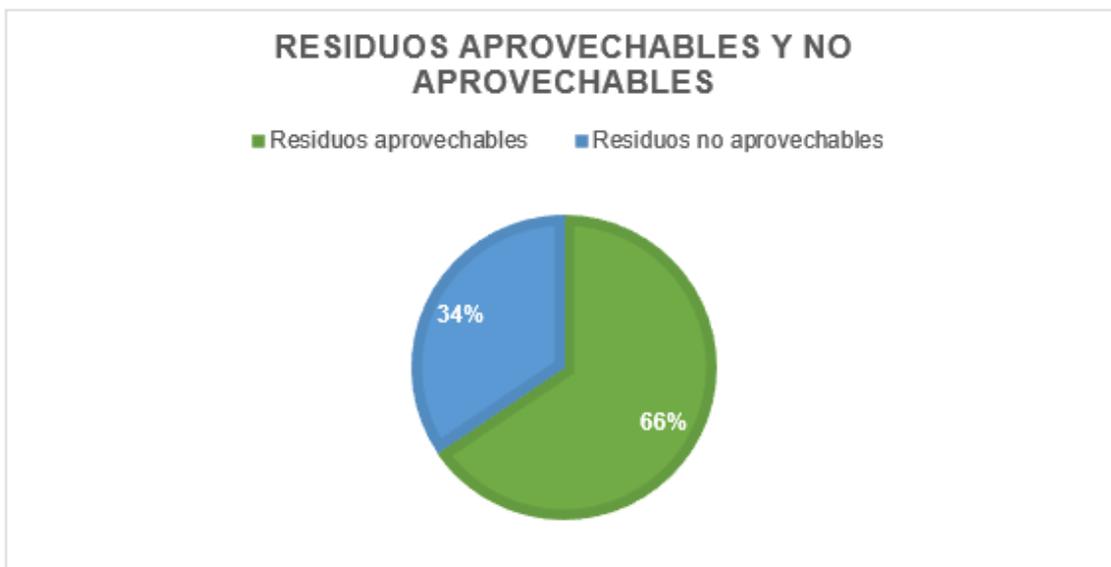
Tipo de residuos sólido	Composición					Total (kg)	Composición porcentual
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5		
1. Residuos aprovechables	102.28	94.86	84.78	56.74	84.86	423.52	65.50%
1.1. Residuos orgánicos	70.71	69.58	63.2	37.44	69.2	310.13	47.97%
1.2. Residuos Inorgánicos	31.57	25.28	21.58	19.3	15.66	113.39	17.54%
1.2.1. Plástico	19.31	11.98	8.32	5.16	5.34	50.11	7.75%
1.2.2. Papel	2.06	2.81	2.84	4.66	0.74	13.11	2.03%
1.2.3. Cartón	7.06	7.63	6.44	6.54	7.98	35.65	5.51%
1.2.4. Lata	0.6	0.92	0.8	1.26	0.74	4.32	0.67%
1.2.5. Vidrio	2.34	1.28	2.82	1.2	0.24	7.88	1.22%
1.2.6. Tetrapack	0.2	0.66	0.36	0.48	0.62	2.32	0.36%
2. Residuos no aprovechables	29.35	44.38	44.26	52.9	52.14	223.03	34.50%
TOTAL	131.63	139.24	129.04	109.64	137	646.55	100.00%

Nota. Elaboración propia

En la siguiente figura se visualizan los residuos aprovechables y no aprovechables que se identificaron en la segregación de los residuos municipales del distrito de Characato, evidenciando que el 66% de los residuos totales se pueden aprovechar, y el porcentaje restante no se puede aprovechar, es decir, necesita de un tratamiento.

Figura 19.

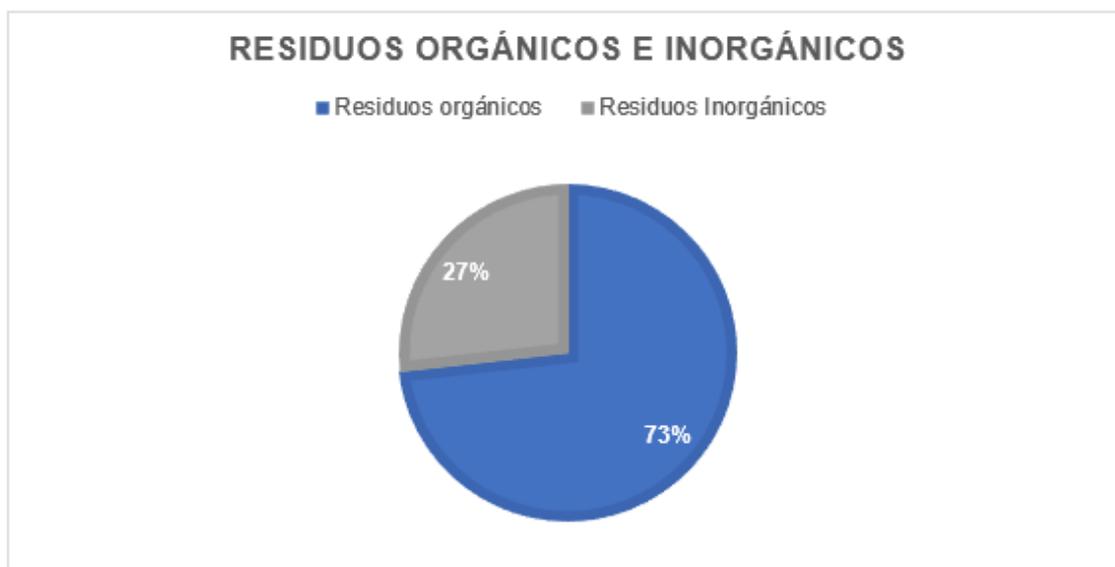
Gráfico de los residuos aprovechables y no aprovechables



Nota. Elaboración propia

Figura 20.

Gráfico de los residuos orgánicos e inorgánicos

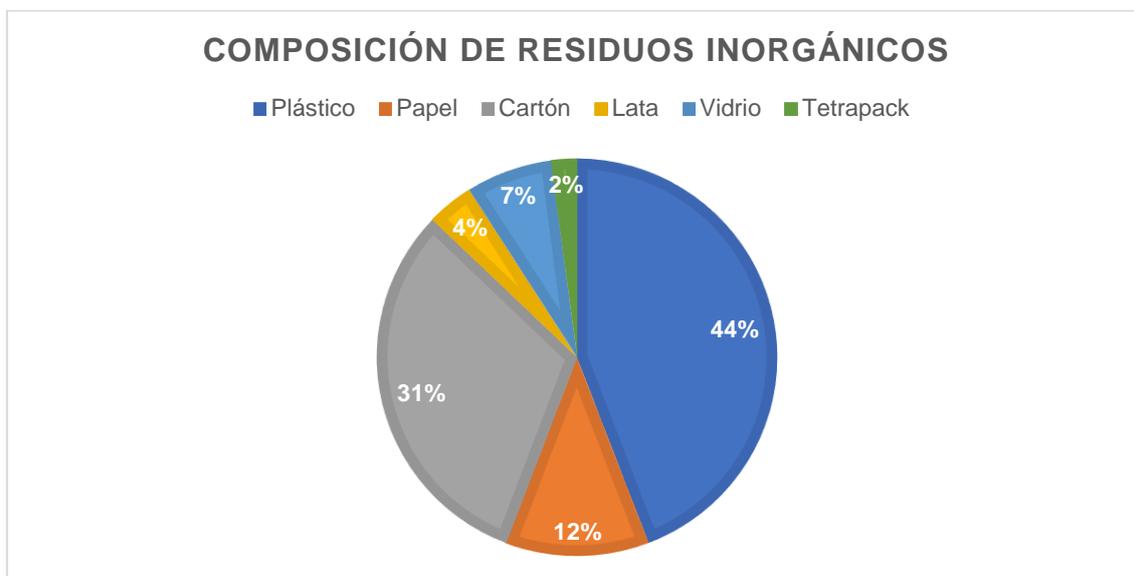


Nota. Elaboración propia

En la anterior figura, se visualiza la comparativa entre los residuos orgánicos e inorgánicos, que se identificaron en la segregación de los residuos domiciliarios del distrito de Characato, mostrando que el 73% de los residuos aprovechables son de materia orgánica, y el otro porcentaje, son de materia inorgánica, esto es importante para saber el tipo de reuso que se le puede dar a estos residuos.

Figura 21.

Gráfico de la composición de los residuos inorgánicos



Nota. Elaboración propia

En la anterior figura, se visualiza la composición de los residuos inorgánicos, visualizando que se ha generado en mayor proporción los residuos plásticos, representando el 44% de los residuos inorgánicos, asimismo, le sigue el cartón, con un 31%, seguido del papel con un porcentaje de 12%, y, por último, el vidrio, la lata y el tetrapack que representan el 7%, 4% y 2% respectivamente. De igual forma, esto resulta de vital importancia para conocer el tipo de reúso que se le puede dar a este tipo de residuos.

Cálculo de la densidad de los residuos sólidos en el Municipio distrital de Characato, 2022.

En lo que respecta a la densidad, se ha considerado el pesaje de las muestras de residuos sólidos, y después de ello se ha realizado la medición de la densidad. Primero se verificó la cantidad de bolsas y los pesos que han sido anotados según la composición del residuo, en segundo lugar, se empleó un cilindro metálico que tenía 1,00 metros de alto y 0,54 metros de diámetro, para luego colocar las bolsas en el cilindro dejando libre hasta 10 cm de alto, para manipular fácilmente el cilindro, después de ello, se levantó hasta unos 15 cm aproximados y se dejó caer, repitiendo esta acción unas 3 veces promedio, una vez finalizada

dicha acción, se procedió a medir la altura libre del cilindro, y todos estos datos (los pesos y los datos de altura) fueron escritos en la hoja de registro, repitiendo este procedimiento con las bolsas restantes en cada uno de los 5 días.

Una vez recolectada toda esa información, se procedió a determinar el volumen, el cual serviría para el cálculo de la densidad:

$$V_r = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 (H_f - H_o)$$

En dónde:

V_r = Volumen del residuo

π = Constante (3,1416)

D = Diámetro del cilindro

H_f = Altura total del cilindro

H_o = Altura libre del cilindro

Considerando dicha fórmula, se realizó el cálculo de cada una de las muestras en base a los días de trabajo, obteniendo en el día 1 lo siguiente:

Tabla 8.

Cálculo del volumen de los residuos sólidos municipales en el Día 1

Día 1					
<i>Cilindro</i>	<i>Residuo</i>	<i>H_f (m)</i>	<i>H_o (m)</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Volumen (m³)</i>
1	Orgánicos	0,54	0,29	70,71	0,07
2	Plástico	0,54	0,22	4,69	0,05
3	Plástico	0,54	0,36	3,92	0,08
4	Plástico	0,54	0,26	4,47	0,06
5	Plástico	0,54	0,30	4,38	0,07
6	Plástico	0,54	0,68	1,85	0,16
7	Papel	0,54	0,96	2,06	0,22
8	Cartón	0,54	0,14	7,06	0,03
9	Lata	0,54	0,95	0,60	0,22
10	Vidrio	0,54	0,93	2,34	0,21
11	Tetrapack	0,54	0,93	0,20	0,21
12	Generales	0,54	0,27	23,85	0,06

13	Generales	75	0,25	24,3	0,06
Promedio en el Día 1					0,12 m³

Nota. Elaboración propia

Toda esa información que se visualiza en la Tabla 8, se recopiló en el Día 1, realizando el cálculo del volumen en base a cada tipo de residuo, considerando el cálculo individual se sacó un promedio, obteniendo que el volumen de los residuos sólidos en el día 1 fue de 0,12 m³.

Tabla 9.

Cálculo del volumen de los residuos sólidos municipales en el Día 2

Día 2					
Cilindro	Residuo	H_r (m)	H_o (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)
1	Orgánico	0,54	0,32	69,58	0,07
2	Plástico	0,54	0,60	3,58	0,14
3	Plástico	0,54	0,70	2,88	0,16
4	Plástico	0,54	0,40	2,94	0,09
5	Plástico	0,54	0,72	2,58	0,16
6	Papel	0,54	0,96	2,81	0,22
7	Cartón	0,54	0,38	3,7	0,09
8	Cartón	0,54	0,54	3,93	0,12
9	Lata	0,54	0,90	0,92	0,21
10	Vidrio	0,54	0,94	1,28	0,22
11	Tetrapack	0,54	0,92	0,66	0,21
12	Generales	0,54	0,28	23,56	0,06
13	Generales	0,54	0,45	20,82	0,10
Promedio en el Día 2					0,14 m³

Nota. Elaboración propia

Según lo visualizado en la Tabla 9, se recopiló en el Día 2, realizando el cálculo del volumen en base a cada tipo de residuo, considerando el cálculo individual se sacó un promedio, obteniendo que el volumen de los residuos sólidos en el día 2 fue de 0,14 m³. El mismo procedimiento se siguió para la Tabla 10, 11 y 12.

Tabla 10.*Cálculo del volumen de los residuos sólidos municipales en el Día 3*

Día 3					
Cilindro	Residuo	H_f (m)	H_o (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)
1	Orgánico	0,54	0,35	63,2	0,08
2	Plástico	0,54	0,21	4,78	0,05
3	Plástico	0,54	0,42	3,54	0,10
4	Papel	0,54	0,94	2,84	0,22
5	Cartón	0,54	0,30	6,44	0,07
6	Tetrapack	0,54	0,90	0,36	0,21
7	Lata	0,54	0,92	0,80	0,21
8	Vidrio	0,54	0,92	2,82	0,21
9	Generales	0,54	0,31	20,04	0,07
10	Generales	0,54	0,27	24,22	0,06
Promedio en el Día 3					0,13 m³

Nota. Elaboración propia

Tabla 11.*Cálculo del volumen de los residuos sólidos municipales en el Día 4*

Día 4					
Cilindro	Residuo	H_f (m)	H_o (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)
1	Orgánico	0,54	0,28	62,86	0,06
2	Plástico	0,54	0,31	3,6	0,07
3	Plástico	0,54	0,69	1,56	0,16
4	Papel	0,54	0,89	4,66	0,20
5	Cartón	0,54	0,20	3,56	0,05
6	Cartón	0,54	0,19	2,98	0,04
7	Lata	0,54	0,88	1,26	0,20
8	Vidrio	0,54	0,97	1,2	0,22
9	Tetrapack	0,54	0,89	0,48	0,20
10	Generales	0,54	0,37	13,36	0,08
11	Generales	0,54	0,32	17,72	0,07
12	Generales	0,54	0,33	14,84	0,08
13	Generales	0,54	0,50	6,28	0,11

Promedio en el Día 4	0,12 m³
-----------------------------	---------------------------

Nota. Elaboración propia

Tabla 12.

Cálculo del volumen de los residuos sólidos municipales en el Día 5

Día 5					
Cilindro	Residuo	H_f (m)	H_o (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)
1	Orgánico	0,54	0,26	69,2	0,06
2	Plástico	0,54	0,09	5,34	0,02
3	Papel	0,54	0,92	0,74	0,21
4	Cartón	0,54	0,24	6,14	0,05
5	Cartón	0,54	0,72	1,84	0,16
6	Vidrio	0,54	0,97	0,24	0,22
7	Lata	0,54	0,93	0,74	0,21
8	Tetrapack	0,54	0,94	0,62	0,22
9	Generales	0,54	0,23	27,22	0,05
10	Generales	0,54	0,28	24,92	0,06
Promedio en el Día 5					0,13 m³

Nota. Elaboración propia

Conociendo esos valores se procedió a realizar el cálculo del volumen promedio estableciendo los siguientes valores:

Tabla 13.

Cálculo del volumen

Cálculo del volumen	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total
V: Volumen (m ³)	0.12	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13 m³

Nota. Elaboración propia

Finalmente se obtuvo un volumen de 0,13 m³ en promedio, y en base a cada uno de los volúmenes obtenidos en los días, se procede a calcular la densidad, obteniendo los siguientes valores, tal y como se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 14.

Cálculo de la densidad

Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5							
C	Peso (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)	C	Peso (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)	C	Peso (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)	C	Peso (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)	C	Peso (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)
1	70,7	0,07	1064,64	1	69,6	0,07	949,41	1	63,2	0,08	788,44	1	62,9	0,06	980,25	1	69,2	0,06	1162,13
2	4,7	0,05	93,08	2	3,6	0,14	26,05	2	4,8	0,05	99,39	2	3,6	0,07	50,71	2	5,3	0,02	259,07
3	3,9	0,08	47,55	3	2,9	0,16	17,96	3	3,5	0,10	36,80	3	1,6	0,16	9,87	3	0,7	0,21	3,51
4	4,5	0,06	75,07	4	2,9	0,09	32,09	4	2,8	0,22	13,19	4	4,7	0,20	22,86	4	6,1	0,05	111,71
5	4,4	0,07	63,75	5	2,6	0,16	15,65	5	6,4	0,07	93,73	5	3,6	0,05	77,72	5	1,8	0,16	11,16
6	1,9	0,16	11,88	6	2,8	0,22	12,78	6	0,4	0,21	1,75	6	3,0	0,04	68,48	6	0,2	0,22	1,08
7	2,1	0,22	9,37	7	3,7	0,09	42,51	7	0,8	0,21	3,80	7	1,3	0,20	6,25	7	0,7	0,21	3,47
8	7,1	0,03	220,19	8	3,9	0,12	31,78	8	2,8	0,21	13,38	8	1,2	0,22	5,40	8	0,6	0,22	2,88
9	0,6	0,22	2,76	9	0,9	0,21	4,46	9	20,0	0,07	282,27	9	0,5	0,20	2,35	9	27,2	0,05	516,75
10	2,3	0,21	10,99	10	1,3	0,22	5,95	10	24,2	0,06	391,68	10	13,4	0,08	157,66	10	24,9	0,06	388,61
11	0,2	0,21	0,94	11	0,7	0,21	3,13	11	-	-	-	11	17,7	0,07	241,79	11	-	-	-
12	23,9	0,06	385,70	12	23,6	0,06	367,40	12	-	-	-	12	14,8	0,08	196,35	12	-	-	-
13	24,3	0,06	424,41	13	20,8	0,10	202,02	13	-	-	-	13	6,3	0,11	54,84	13	-	-	-
Promedio en el Día			185,41	Promedio en el Día			131,63	Promedio en el Día			172,44	Promedio en el Día			144,20	Promedio en el Día			246,04
1				2				3				4				5			

Nota. Elaboración propia

Se realizó el cálculo de la densidad, empleando la siguiente fórmula, en base a ello, se estableció la densidad promedio para cada día:

$$\text{Densidad (S)} = \frac{\text{Peso (W)}}{\text{Volumen del residuo (V}_r\text{)}}$$

Tabla 15.

Cálculo de la densidad

Cálculo de la densidad	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total
S: Densidad (kg/m ³)	185.41	131.63	172.44	144.20	246.04	175.94

Nota. Elaboración propia

Y, por último, se obtiene una densidad para cada uno de los días, promediando 175,94 kg/m³. Este ayudará a dimensionar los sistemas de almacenaje, traslado y disposición final.

Formulación de una propuesta para incentivar el desarrollo de la economía circular en el municipio de Characato, 2022

Con la caracterización de los residuos sólidos se puede realizar la propuesta centrada en la economía circular, centrándose en los sistemas de gestión de residuos municipales. El desarrollo de este objetivo específico brinda posibles soluciones para la implementación de la economía circular en el municipio de Characato.

Acciones recomendadas de la EC en Gestión de Residuos Municipales

Para ello se ha considerado el marco ReSOLVE, el cual se centra en seis grupos (Regenerar, Compartir, Optimizar, Bucle, Virtualizar e Intercambiar), según lo mencionado por USALSAREA (2019), y presentan las posibles formas de implementación de la economía circular en la gestión de residuos municipales en el distrito Characato. En la siguiente tabla, se pueden visualizar las acciones específicas que pueden y deben implementarse en el distrito, teniendo en cuenta los grupos mencionados con anterioridad:

Tabla 16.

Acciones de economía circular recomendadas en la gestión de residuos municipales de Characato basadas en el marco ReSOLVE

N°	Área EC	Descripción	Ejemplos
1	Regenerar	Devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera	Aprovechamiento de la materia orgánica como alimento balanceado o como fertilizante
		Restauración de la salud de los ecosistemas	Remediación de botaderos
2	Compartir	Reutilización de productos manteniendo baja la velocidad del ciclo del producto y maximizando la utilización de los productos	Donación gratuita o cambio por otro producto/servicio (intercambio de ropa, intercambio de juguetes) venta/reventa de bienes usados y productos de segunda mano
3	Optimizar	Reducción o eliminación de los residuos de los procesos productivos	Gestión integral de todos los flujos de residuos
4	Bucle	Mantener los componentes y materiales cerrados	Creación de puntos de reutilización
		Recuperación y reciclaje de papel, cartón, plástico y Tetrapak	Implementar plantas de reciclaje de este tipo de residuos
		Recuperación y reciclaje de vidrio	Implementar plantas de reciclaje de este tipo de residuos
5	Virtualizar	Incentivar a organismos públicos y privados a emplear documentación web	Introducir soluciones virtuales en la vida cotidiana para reducir la cantidad de residuos generados
6	Intercambiar	Sustitución de materiales antiguos por nuevos materiales	Sustitución de electrodomésticos y artículos (como frigoríficos, lavavajillas, congeladores)

Nota. Elaboración propia

Regenerar – Regenerate

Regenerar es la primera acción en el marco del modelo de economía circular propuesto. Este grupo se refiere a la restauración de la salud de los ecosistemas, en este caso de los que han sido afectados por la inadecuada gestión, por lo cual se debe realizar un plan de limpieza y restauración considerando las zonas dentro del distrito que deben de ser tratadas, asimismo, esto se relaciona con la creación de áreas verdes, sobre todo de flora que ayude a la reducción de los gases de efecto invernadero, es decir, plantas que ayuden a la reducción del CO₂ en el medio ambiente.

Una parte importante de la acción Regenerar es la idea de devolver los recursos biológicos recuperados al medio ambiente. Se refiere a devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera, o también sirviendo como alimento balanceado para el ganado porcino o vacuno. Esto se puede realizar con el aprovechamiento de la materia orgánica, que en el distrito de Characato se estima que alrededor de 1004,43 toneladas de materia orgánica se pueden aprovechar. Puede hacerse mediante el uso de fracciones de desechos municipales seleccionadas con fines de fertilización, en donde se emplean métodos biológicos de aprovechamiento de residuos pudiéndose utilizar como compostaje o para la producción de biogás. Ambos métodos se llevan a cabo de una manera que permite el control y la mejora de los procesos biológicos naturales. Solo los residuos orgánicos separados mecánicamente de una mezcla de residuos municipales o materiales biodegradables clasificados en origen, que proporcionan un flujo orgánico más limpio, pueden tratarse en los procesos biológicos, por ejemplo, los alimentos y los desechos verdes son materias primas adecuadas para estos métodos. Los métodos biológicos de gestión de residuos son muy recomendables en primer lugar en la economía circular (justo después de la prevención, reutilización y refabricación de residuos).

Compartir – Share

Compartir es también la reutilización de productos siempre que sean técnicamente funcionales y aprobados para su uso (p. ej., principio de segunda mano) y extender la vida útil de los productos a través de métodos de mantenimiento, reparación y diseño que aumentan su durabilidad. Los productos que los residentes ya no necesitan normalmente se eliminan como residuos municipales. En línea con la idea de economía circular, es su venta o reventa. En el modelo de economía compartida, la sostenibilidad podría ser un factor importante para aquellos residentes para quienes el consumo ecológico es importante. Este fenómeno de economía colaborativa ha crecido en los últimos años, y se espera que se expanda y crezca de manera sostenida en los próximos años.

Optimizar

En el área de gestión de residuos municipales, la optimización también se refiere a tecnologías para el tratamiento de residuos municipales. Los operadores de la instalación deben implementar las soluciones más óptimas posibles en los procesos de valorización y eliminación de residuos. Se puede adoptar la optimización para aumentar la eficiencia del procesamiento de residuos mixtos en la parte mecánica de modo que se genere la mayor cantidad posible de residuos para reciclaje y recuperación, y la menor cantidad posible para vertederos.

Bucle – Loop

Esta se relaciona con mantener los componentes y materiales cerrados. Esto significa reutilización del producto; en el caso de los residuos municipales distintos de los residuos alimentarios y los residuos biodegradables, esto significa la creación de puntos de reutilización que permitan el intercambio de elementos usados. Esto puede generar la creación de puntos de reparación de cosas y productos que los propietarios quisieran seguir usando o transferir

después de la reparación, y la organización de intercambios de varias cosas, incluidos, en particular, electrodomésticos, ropa y calzado.

Cerrar los círculos en la gestión de residuos municipales significa reciclar y recuperar materias primas de los flujos de residuos. El aumento de la eficiencia de la recolección selectiva en la fuente, incluidos los desechos biodegradables municipales, podría ayudar en la aplicación adicional de tecnología de reciclaje/recuperación seleccionada para el flujo de desechos específico. En el distrito de Characato se evidenció un potencial de reciclar 162,29 toneladas de plástico en un año, 42,46 toneladas de papel en un año, 115,46 toneladas de cartón en un año, 13.99 toneladas de aluminio y metal en un año, 25.52 toneladas de vidrio en un año, y, 7,51 toneladas de Tetrapak en un año; y no solamente reciclar, si no que sirva para la producción de algún otro producto (reutilizar).

Virtualizar

Virtualizar es un modelo de operación que asume la provisión de una usabilidad específica virtualmente en lugar de materialmente, ayudando a reducir la cantidad de residuos municipales generados por los pobladores. Los consumidores deben reemplazar los elementos tangibles con elementos intangibles que tengan los mismos valores de utilidad. Un ejemplo de esto es la sustitución de periódicos y libros en papel por revistas y libros electrónicos en línea, lo que lleva a que se use menos papel y se desperdicie menos papel. Esto aplica tanto a pobladores como a organismos públicos y privados, incentivando a que utilicen documentación virtual, y bases de datos en lugar de archiveros lleno de papeles.

Intercambio

El modelo de intercambio asume el reemplazo de materiales antiguos por nuevos materiales avanzados, utilizando tecnologías modernas y seleccionando productos y servicios modernos. Se refiere al reemplazo de electrodomésticos, televisores, radios y artículos que son, por ejemplo, económicamente

ineficientes. Los pobladores deben reemplazar estos artículos viejos, con artículos de clase energética alta. El municipio de Characato puede incentivar que los pobladores cambien sus artículos antiguos y obsoletos por otros en mejor estado, y más eco amigables con el medioambiente, ofreciéndole ofertas a cambio de que ofrezcan sus artículos obsoletos, de esta forma los pobladores pueden comparar modelos de diferentes marcas y decidir conscientemente comprar equipos que ahorren más o menos energía.

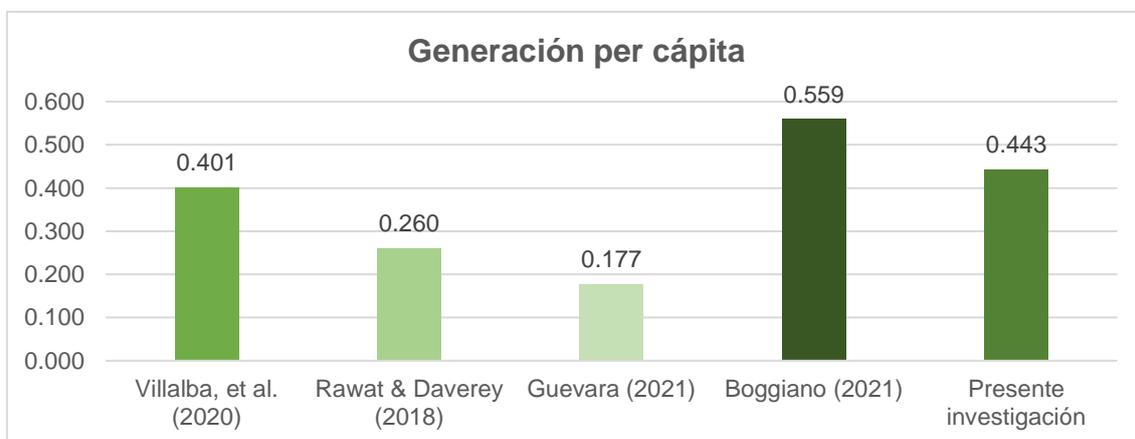
Las acciones recomendadas que se han agrupado en áreas de especial importancia (indicadas en el marco ReSOLVE) presentan soluciones modelo que se pueden implementar en varios sistemas de gestión de residuos municipales. Cabe señalar que las proposiciones de acciones indicadas son ejemplos de buenas prácticas. La introducción exitosa de soluciones que están en línea con el modelo de economía circular requiere la participación de todos los interesados en una determinada región y/o país.

V. DISCUSIÓN

Considerando el primer objetivo específico, se obtuvo en la presente investigación una generación per cápita de 0,443 kg/persona/día, totalizando alrededor de 5,74 toneladas de residuos sólidos por día en el distrito de Characato, este valor está por debajo del promedio provincial, considerando que la generación per cápita de la provincia de Arequipa es de 0,49 kg/persona/día, así como lo menciona Requena & Carbonel (2021). Asimismo, en la investigación de Boggiano (2021), el cual se realizó en la ciudad de Trujillo, Perú, se obtuvo una generación per cápita de 0,559 kg/persona/día, superando la media obtenida en la presente investigación, sin embargo, en la investigación de Guevara (2021), la cual se desarrolló en el distrito de Chambará, Junín, se obtuvo una generación per cápita de 0,177 kg/persona/día, siendo esta inferior a la de la presente investigación, esto pone en evidencia los diferentes niveles de consumismo que hay en los distritos peruanos. Y a nivel internacional, en la investigación de Villalba, et al. (2020), los cuales desarrollaron su investigación en Tandil, Argentina, se calculó una generación per cápita de 0,401 kg/persona/día, similar a lo obtenido en la presente investigación; y Rawat & Daverey (2018), en su investigación ejecutada en la ciudad de Rishikesh, Uttarakhand, India, se determinó una generación per cápita de 0,260 kg/persona/día, inferior a lo obtenido en esta investigación. Este indicador sirve para que los diversos municipios puedan establecer, diseñar y/o implementar políticas y/o estrategias que gestionen o traten estos residuos.

Figura 22.

Comparación de la generación per cápita generada



Nota. Elaboración propia

Acorde al segundo objetivo específico, se obtuvo en la presente investigación la composición de los residuos sólidos municipales, obteniendo que el 65,50% son residuos aprovechables, y el 34,50% son residuos no aprovechables, asimismo, del total de residuos generados, el 47,97% son residuos orgánicos, el 7,75% son residuos plásticos, el 2,03% son residuos de papel, el 5,51% son residuos de cartón, el 0,67% son latas de aluminio u otro metal, el 1,22% son residuos de vidrio, y por último, el 0,36% son residuos de Tetrapak. Asimismo, en la siguiente tabla se visualiza la comparativa de la composición obtenida en la presente investigación con la de otras investigaciones, en donde se visualiza que en lo que respecta a residuos sólidos municipales hay mayor proporción de materia orgánica, así como la investigación de Hamza & Khaled (2019), el cual realizó un estudio de caracterización en Annaba, Argelia, obtuvo una composición de materia orgánica de 45,0%, los residuos de papel y cartón representaron el 23,0%, el plástico el 18,0%, los residuos metálicos el 7,0%, el vidrio el 3,0%, y los residuos no aprovechables el 4,0%; asimismo, en la investigación de Rawat & Daverey (2018) se obtuvo que el 57,3% de los residuos correspondían de materia orgánica, el 10,9% era proveniente de papel y cartón, el 14,0% era de residuos plásticos, el 1,3% de vidrio, y el 16,5% era de residuos no aprovechables; comparando las investigaciones internacionales con las nacionales se evidencia que hay una gran diferencia en lo que respecta a residuos no aprovechables, como en el caso de Boggiano (2021), que obtiene un porcentaje de residuos no aprovechables de 34,0%, muy similar a lo obtenido en la presente investigación, con un porcentaje de materia orgánica de 40,7%, el papel y cartón representaba el 10,7%, el plástico el 10,4%, y el vidrio el 4,6%, y por último, en la investigación de Guevara (2021) se obtuvo que los residuos no aprovechables representan el 18,2% del total de residuos, la materia orgánica el 33,9%, el papel y cartón el 13,4%, el plástico el 15,3%, el metal el 7,1%, y el vidrio el 9,4%. El determinar la composición resulta de vital importancia en todo estudio de caracterización, ya que, esta muchas veces está sujeta a factores culturales, sociológicos y económicos, y a su vez, esto ayuda a conocer qué tipo de residuos se pueden aprovechar y cuáles requieren de un tratamiento en específico.

Tabla 17.*Comparación de la composición de los residuos sólidos municipales generados*

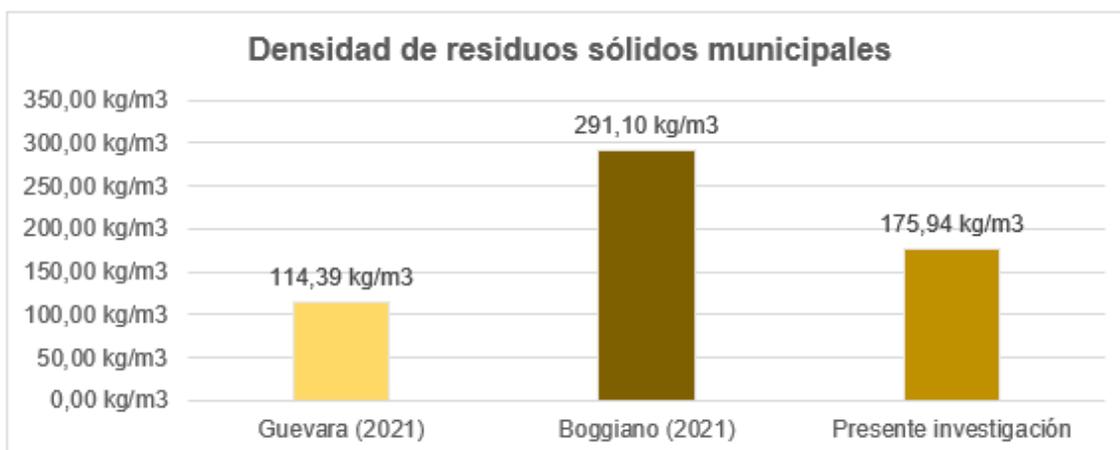
Composición de los residuos sólidos	Hamza & Khaled (2019)	Rawat & Daverey (2018)	Boggiano (2021)	Guevara (2021)	Presente investigación
Materia orgánica	45.0%	57.3%	40.7%	33.9%	48.0%
Papel y cartón	23.0%	10.9%	10.7%	13.4%	7.5%
Plástico	18.0%	14.0%	10.4%	15.3%	7.8%
Metal	7.0%	0.0%	0.0%	7.1%	0.7%
Vidrio	3.0%	1.3%	4.6%	9.4%	1.2%
Residuos no aprovechables	4.0%	16.5%	34.0%	18.2%	34.5%

Nota. Elaboración propia

En lo que respecta al tercer objetivo específico, se realizó el cálculo de la densidad, considerando las fórmulas establecidas en la Guía del MINAM (2019), obteniendo una densidad de 175,94 kg/m³. Comparando este indicador con la investigación de Boggiano (2021 pág. 68), la cual se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en donde se obtuvo una densidad de 291,10 kg/m³, superior a la obtenida en la presente investigación, sin embargo, en la investigación de Guevara (2021 pág. 68), la cual se desarrolló en un distrito de Junín, calculando una densidad de 114,39 kg/m³, inferior a la obtenida en la presente investigación. Este indicador es importante de determinar, ya que, ayuda a dimensionar los sistemas de almacenaje, traslado y disposición final.

Figura 23.

Comparación de la densidad de los residuos sólidos municipales generados



Nota. Elaboración propia

Finalmente, en lo que respecta al cuarto y último objetivo, se determinó que el plan de incentivación en base al marco ReSOLVE, en el cual se establece la acción de regenerar, el devolver recursos biológicos recuperados a la biosfera y la restauración de la salud de los ecosistemas, en la acción de compartir, el reutilizar productos con el fin de maximizar su ciclo de vida del producto, en la acción de optimizar, gestionando los procesos productivos, en la acción de bucle, se recuperan los materiales creando puntos de reutilización y reciclaje, en la acción de virtualizar, para evitar el consumismo de papel y otros, y por último la acción de intercambiar, reemplazando materiales antiguos por nuevos. Al igual que, en la investigación de Smoi, et al. (2020), para transformar el sistema de gestión de residuos municipales en Polonia a través de la economía circular, en el cual se presenta el inventario de acciones recomendadas que deben tomar los gobiernos y los propios residentes, tales como, la regeneración (remediación de vertederos), el compartir (covivienda, ropa compartida y reutilización de productos), el optimizar (gestión integral de todos los flujos de desechos), el bucle (remanufactura de productos), el virtualizar (soluciones virtuales) y el intercambio (sustitución de electrodomésticos).

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, en lo que respecta al primer objetivo específico, con la caracterización de residuos sólidos municipales, se obtuvo una generación per cápita de 0,443 kg/persona/día, totalizando alrededor de 5,74 toneladas de residuos sólidos por día en el distrito de Characato, este valor está por debajo del promedio provincial.

En lo que respecta al segundo objetivo específico, se obtuvo que, el 65,50% son residuos aprovechables, y el 34,50% son residuos no aprovechables, asimismo, del total de residuos generados, el 47,97% son residuos orgánicos, el 7,75% son residuos plásticos, el 2,03% son residuos de papel, el 5,51% son residuos de cartón, el 0,67% son latas de aluminio u otro metal, el 1,22% son residuos de vidrio, y por último, el 0,36% son residuos de Tetrapak.

En lo que respecta al tercer objetivo específico, al determinar la densidad de residuos sólidos municipales, se obtuvo una densidad de 175,94 kg/m³. Siendo de vital importancia, ya que, ayudará a dimensionar los sistemas de almacenaje, de traslado y disposición final, que se propongan a futuro en el distrito de Characato.

En lo que respecta al último objetivo específico, con la economía circular, se proponen 6 acciones, la acción de regenerar, se propone el devolver recursos biológicos recuperados a la biosfera y la restauración de la salud de los ecosistemas, en la acción de compartir, el reutilizar productos con el fin de maximizar su ciclo de vida del producto, en la acción de optimizar, gestionando los procesos productivos, en la acción de bucle, se recuperan los materiales creando puntos de reutilización y reciclaje, en la acción de virtualizar, para evitar el consumismo de papel y otros, y por último, la acción de intercambiar, reemplazando materiales antiguos por nuevos.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al municipio de Characato, el actualizar constantemente su estudio de caracterización de residuos sólidos municipales, con el fin de conocer cuáles son las tendencias y cambios en su zona, y en base a ello establecer estrategias en la gestión y el manejo de los residuos.

Se recomienda al municipio de Characato, el implementar una planta de reciclaje con el fin de aprovechar los residuos inorgánicos, esto también generaría empleo para los pobladores del distrito, mejorando así su calidad de vida.

Se recomienda al municipio de Characato, el realizar charlas de concientización ambiental a los pobladores del distrito, con el fin de que estos apoyen en la segregación de los residuos, asimismo, capacitar a los pobladores sobre la importancia del manejo de este tipo de residuos.

Se recomienda al municipio de Characato, el seguir las acciones establecidas por la economía circular, con el fin de establecer medidas de control, ser tendencia a nivel nacional, como uno de los pocos distritos peruanos que se centra en la economía circular.

REFERENCIAS

- Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos.* **Fazenda, Augusto José y Tavares Russo, Mario Augusto.** 2016. 4, Holguín, Cuba : Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, 2016, Vol. 22.
- Characterization of household solid waste and current status of municipal waste management in Rishikesh, Uttarakhand.* **Rawat, Suman y Daverey, Achlesh.** 2018. 3, Dehradun, India : Environmental Engineering Research, 2018, Vol. XXIII, págs. 323-329. pISSN: 1226-1025.
- Characterization of solid waste from commercial activities and services in the municipality of Annaba, Algeria.* **Hamza, Medjahed y Khaled, Brahamia.** 2019. 11, s.l. : Journal of the Air & Waste Management Association, 2019, Vol. 69, págs. 1293-1303.
- Circular cities: exploring local government strategies to facilitate a circular economy.* **Bolger, Kathleen y Doyon, Andréanne.** 2019. s.l. : European Planning Studies, 2019. ISSN: 0965-4313.
- Circular economy as an essentially contested concept.* **Korhonen, Jouni, y otros.** 2018. s.l. : Journal of Cleaner Production, 2018, Vol. 175, págs. 544-552. ISSN: 0959-6526.
- Circular Economy Concept in the Context of Economic Development in EU Countries.* **Sverko Grdic, Zvonimira, Krstinic Nizic, Marinela y Rudan, Elena.** 2020. 7, s.l. : Sustainability, 2020, Vol. 12.
- Circular Economy for Cities and Sustainable Development: The Case of the Portuguese City of Leiria.* **Cadima, João Cesar, Eugénio, Teresa y Castelo, Manuel.** 2022. 3, s.l. : Sustainability, 2022, Vol. 14.
- Circular Economy in Poland: Profitability Analysis for Two Methods of Waste Processing in Small Municipalities.* **Zaleski, Przemysław y Chawla, Yash.** 2020. 9, s.l. : Energies, 2020, Vol. 13.

- Circular Economy Indicators as a Supporting Tool for European Regional Development Policies.* **Anna, Avdiushchenko y Zajac, Pawel. 2019.** 11, s.l. : Sustainability, 2019, Vol. 11.
- Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development.* **Hysa, Eglantina, y otros. 2020.** 12, s.l. : Sustainability , 2020, Vol. 12.
- Circular Economy: The Concept and its Limitations.* **Korhonen, Jouni, Honkasalo, Antero y Seppälä, Jyri. 2018.** s.l. : Ecological Economics, 2018, Vol. 143. ISSN: 0921-8009.
- Developing the Circular Economy in South Africa: Challenges and Opportunities.* **Tahulela, Aifani C y Ballard, Harry H. 2019.** s.l. : Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies, 2019, págs. 125-133. ISBN: 978-981-13-7070-0.
- Diagnóstico y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Trujillo – Perú, 2019-2020.* **Boggiano Burga, María Lucía. 2021.** 3, Trujillo, Perú : Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2021, Vol. 17, págs. 61-72. ISSN 1810-6781.
- Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación.* **Prieto Sandoval, Vanessa, Jaca, Carmen y Omazabal, Marta. 2017.** 15, 2017, Memoria Investigaciones en Ingeniería, págs. 85-95.
- Economic, environmental and social optimization of solid waste management in the context of circular economy.* **Rathore, Pradeep y Sarmah, S P. 2020.** s.l. : Computers & Industrial Engineering, 2020, Vol. 145. ISSN: 0360-8352.
- El desarrollo sostenible (DS) en la formación de ingenieros: un nuevo campo para repasar la perspectiva CTS.* **Ramallo, Milena, y otros. 2017.** 2017, Revista Tecnologia e Sociedade, págs. 1-17.
- Guevara, Betsy. 2021.** *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chamberá.* Huancayo : Universidad Continental, 2021.

Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. **Ministerio del Ambiente (MINAM).** 2019. Lima : s.n., 2019.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. 2014. *Metodología de la investigación.* Sexta. México : McGraw-Hill / Interamericana Editores, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Household solid waste characterization in Tandil (Argentina): Socioeconomic, institutional, temporal and cultural aspects influencing waste quantity and composition. **Villalba, Luciano, y otros.** 2020. s.l. : Resources, Conservation and Recycling, 2020, Vol. CLII. ISSN: 0921-3449.

Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. **Silvestre, Bruno S y Țîrcă, Diana Mihaela.** 2019. s.l. : Journal of Cleaner Production, 2019, Vol. 208, págs. 325-332. ISSN: 0959-6526.

Melgarejo, Miguel Ángel. 2018. *Mejora de ingresos económicos municipales y calidad de vida por caracterización de residuos sólidos en el distrito, Villa El Salvador.* Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.

Municipal solid waste generation and characterization in the City of Johannesburg: A pathway for the implementation of zero waste. **Ayeleru, O O, Okonta, F N y Ntuli, F.** 2018. s.l. : Waste Management, 2018, Vol. LXXIX. ISSN: 0956-053X.

Municipal solid waste management in circular economy: A sequential optimization model. **Allevi, Elisabetta, y otros.** 2021. s.l. : Energy Economics, 2021, Vol. 100. ISSN: 0140-9883.

Muñoz, Carlos. 2015. *Metodología de la investigación.* México : OXFORD, 2015. ISBN: 9786074265422.

Nuñez, Jorge Luis, y otros. 2017. *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la provincia de Arequipa.* Arequipa : Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017.

Ñaupas, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.* Bogotá : Ediciones de la U, 2018. ISBN: 978-958-762-876-0.

- Residuos Sólidos. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2014.* s.l. : Anuario de Estadísticas Ambientales 2014, 2014.
- Rondón, Estefani, y otros. 2016.** *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.* Santiago : Naciones Unidas, 2016. ISSN: 2518-3923.
- Scientific Approach for Municipal Solid Waste Characterization. Weichgrebe, Dirk, Speier, Christopher y Mondal, Moni Mohan. 2017.* s.l. : Goel S. (eds) *Advances in Solid and Hazardous Waste Management*, 2017. ISBN: 978-3-319-57076-1.
- Seasonal characterization of municipal solid waste in the city of Jammu, India. Singhal, Abhishek, y otros. 2021.* India : Journal of the Air & Waste Management Association, 2021, págs. 1–14.
- Solid Waste Characterization and Recycling in Syrian Refugees Hosting Communities in Jordan. Saidan, Motasem N, y otros. 2019.* s.l. : Waste Management in MENA Regions, 2019. ISBN: 978-3-030-18350-9.
- Solid waste management through the applications of mathematical models. Singh, Ajay. 2019.* s.l. : Resources, Conservation and Recycling, 2019, Vol. 151. ISSN: 0921-3449.
- Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. Das, Subhasish, y otros. 2019.* s.l. : Journal of Cleaner Production, 2019, Vol. 228. ISSN 0959-6526.
- Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. Genovese, Andrea, y otros. 2017.* B, s.l. : Omega, 2017, Vol. 66, págs. 344-357. ISSN: 0305-0483.
- The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Geissdoerfer, Martin, y otros. 2017.* s.l. : Journal of Cleaner Production, 2017, Vol. 143, págs. 757-768. ISSN: 0959-6526.
- The circular economy of waste: recovery, incineration and urban reuse. Savini, Fernando. 2021.* 12, s.l. : Journal of Environmental Planning and Management, 2021, Vol. 64, págs. 2114-2132.

The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. **Murray, Alan, Skene, Keith y Haynes, Kathryn. 2017.** s.l. : Journal of Business Ethics, 2017, Vol. 140, págs. 369-380.

The history and current applications of the circular economy concept. **Winans, K, Kendall, A y Deng, H. 2017.** 1, s.l. : Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, Vol. 68, págs. 825-833. ISSN: 1364-0321.

The myth and the reality of energy recovery from municipal solid waste. **Abbasi, S A. 2018.** 36, s.l. : Energy, Sustainability and Society, 2018, Vol. 8. ISSN: 2192-0567.

Transformation towards Circular Economy (CE) in Municipal Waste Management System: Model Solutions for Poland. **Smoi, Marzena, y otros. 2020.** 11, s.l. : Sustainability, 2020, Vol. 12.

ANEXOS

Anexo 1. Invitación a la población del distrito de Characato



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Characato, Marzo del 2022

OFICIO MULTIPLE N°004/2022/MDCH.

Presente:

ASUNTO: Invitación a ser parte del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Characato.

De mi consideración:

La presente es para saludarle cordialmente y a la vez informarle que la Municipalidad Distrital de Characato, está llevando a cabo el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos, con la finalidad de conocer las características físicas (cantidad y tipos) de residuos sólidos que se generan dentro de nuestra jurisdicción, buscando con ello mejorar la gestión integral de residuos sólidos.

En razón a ello se requiere su colaboración para ser parte de este estudio, con las siguientes actividades:

1. Registro de su vivienda o establecimiento como participante del estudio.
2. Recepción de bolsas diferenciadas para la recolección de los residuos sólidos.
3. Entrega de bolsas con residuos de 24 horas de generación al personal autorizado por la municipalidad, durante los 05 días siguientes que le indique el/la promotor (a) ambiental.

Finalmente, se agradece su colaboración con la autoridad municipal para la realización de este estudio temporal de los residuos sólidos municipales; para las consultas o dudas puede comunicarse al número: 914853920.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL CHARACATO
Cmi. PND. José Ángel Partillo Partillo
ALCALDE

Plaza Principal Nro 100, Characato, Arequipa, Peru
E-mail: munidecharacato@gmail.com
Telf.: 054 - 448174 / 054-448209



Anexo 2. Encuestas realizadas al Distrito de Characato

ENCUESTA

Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para mejorar la calidad ambiental en el Distrito de Characato

CÓDIGO:

ZONA:

FECHA:

1. ¿Usted practica el reciclaje de los residuos sólidos?
 - a. Sí
 - b. No
2. ¿Usted recibe información sobre el manejo y reciclaje de los residuos sólidos?
 - a. Sí
 - b. No
 - c. A veces
3. ¿Cuáles son los residuos que más genera?
 - a. Residuos orgánicos
 - b. Residuos inorgánicos
4. ¿Usted separa los residuos sólidos en su domicilio?
 - a. Si
 - b. No
5. ¿Quién es el encargado de recoger los residuos sólidos del distrito?
 - a. Municipio
 - b. Empresa privada
 - c. No recogen
6. ¿Con qué frecuencia recogen la basura de su domicilio?
 - a. Todos los días
 - b. Interdiario
 - c. Dos veces por semana
 - d. Una vez por semana
 - e. Nunca
7. ¿Qué hace con los residuos sólidos cuando se acumulan en su domicilio?
 - a. Lo quema
 - b. Lo entierra
 - c. Lo bota a la calle
 - d. Lo arroja a quebradas
 - e. Lo arroja al río
 - f. Espera al camión recolector
8. ¿En qué tipo de envase/recipiente tiene la basura en su domicilio?
 - a. Caja
 - b. Cilindro
 - c. Bolsa Plástico
 - d. Costal
 - e. Tacho de plástico
 - f. Otro recipiente

9. ¿Por qué cree usted que existe contaminación por residuos sólidos en su distrito?
 - a. Porque no pasa el carro de la basura
 - b. Falta de cultura ambiental y reciclaje
 - c. Falta de capacidad del municipio
10. ¿Conoce los impactos que genera la contaminación por residuos sólidos en su distrito?
 - a. Si
 - b. No
11. ¿Conoce usted propuestas o iniciativa de proyectos en su distrito para la buena gestión de los residuos sólidos?
 - a. Si
 - b. No
12. ¿Estaría dispuesto a separar sus residuos sólidos de su domicilio para facilitar su reaprovechamiento?
 - a. Sí
 - b. No
13. ¿Cuál de los siguientes tiempos de recojo de los residuos sólidos le parece adecuado?
 - a. Todos los días
 - b. Cada 2 días
 - c. Una vez por semana

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 3. Cálculo de la densidad

Tabla.

Cálculo de la densidad en el día 1.

Día 1						
Cilindro	Residuo	h (cm)	h (m)	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Densidad
1	Orgánicos	71	0,71	70,71	0,07	1064,64
2	Plástico	78	0,78	4,69	0,05	93,08
3	Plástico	64	0,64	3,92	0,08	47,55
4	Plástico	74	0,74	4,47	0,06	75,07
5	Plástico	70	0,7	4,38	0,07	63,75
6	Plástico	32	0,32	1,85	0,16	11,88
7	Papel	4	0,04	2,06	0,22	9,37
8	Cartón	86	0,86	7,06	0,03	220,19
9	Lata	5	0,05	0,6	0,22	2,76
10	Vidrio	7	0,07	2,34	0,21	10,99
11	Tetrapack	7	0,07	0,2	0,21	0,94
12	Generales	73	0,73	23,85	0,06	385,70
13	Generales	75	0,75	24,3	0,06	424,41
Promedio en el Día 1					0,12 m³	185,41 kg/m³

Elaboración propia

Tabla.

Cálculo de la densidad en el día 2.

Día 2						
Cilindro	Residuo	h(cm)	h (m)	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Densidad
1	Orgánico	68	0,68	69,58	0,07	949,41
2	Plástico	40	0,4	3,58	0,14	26,05
3	Plástico	30	0,3	2,88	0,16	17,96
4	Plástico	60	0,6	2,94	0,09	32,09
5	Plástico	28	0,28	2,58	0,16	15,65
6	Papel	4	0,04	2,81	0,22	12,78
7	Cartón	62	0,62	3,7	0,09	42,51
8	Cartón	46	0,46	3,93	0,12	31,78
9	Lata	10	0,1	0,92	0,21	4,46

10	Vidrio	6	0,06	1,28	0,22	5,95
11	Tetrapack	8	0,08	0,66	0,21	3,13
12	Generales	72	0,72	23,56	0,06	367,40
13	Generales	55	0,55	20,82	0,10	202,02
Promedio en el Día 2					0,14 m³	131,63 kg/m³

Elaboración propia

Tabla.

Cálculo de la densidad en el día 3.

Día 3						
Cilindro	Residuo	h (cm)	h (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)	Densidad
1	Orgánico	65	0,65	63,2	0,08	788,44
2	Plástico	79	0,79	4,78	0,05	99,39
3	Plástico	58	0,58	3,54	0,10	36,80
4	Papel	6	0,06	2,84	0,22	13,19
5	Cartón	70	0,7	6,44	0,07	93,73
6	Tetrapack	10	0,1	0,36	0,21	1,75
7	Lata	8	0,08	0,8	0,21	3,80
8	Vidrio	8	0,08	2,82	0,21	13,38
9	Generales	69	0,69	20,04	0,07	282,27
10	Generales	73	0,73	24,22	0,06	391,68
Promedio en el Día 3					0,13 m³	172,44 kg/m³

Elaboración propia

Tabla.

Cálculo de la densidad en el día 4.

Día 4						
Cilindro	Residuo	h(cm)	h (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)	Densidad
1	Orgánico	72	0,72	62,86	0,06	980,25
2	Plástico	69	0,69	3,6	0,07	50,71
3	Plástico	31	0,31	1,56	0,16	9,87
4	Papel	11	0,11	4,66	0,20	22,86
5	Cartón	80	0,8	3,56	0,05	77,72
6	Cartón	81	0,81	2,98	0,04	68,48

7	Lata	12	0,12	1,26	0,20	6,25
8	Vidrio	3	0,03	1,2	0,22	5,40
9	Tetrapack	11	0,11	0,48	0,20	2,35
10	Generales	63	0,63	13,36	0,08	157,66
11	Generales	68	0,68	17,72	0,07	241,79
12	Generales	67	0,67	14,84	0,08	196,35
13	Generales	50	0,5	6,28	0,11	54,84
Promedio en el Día 4					0,12 m³	144,20 kg/m³

Elaboración propia

Tabla.

Cálculo de la densidad en el día 5.

Día 5						
Cilindro	Residuo	h(cm)	h (m)	Peso (kg)	Volumen (m³)	Densidad
1	Orgánico	74	0,74	69,2	0,06	1162,13
2	Plástico	91	0,91	5,34	0,02	259,07
3	Papel	8	0,08	0,74	0,21	3,51
4	Cartón	76	0,76	6,14	0,05	111,71
5	Cartón	28	0,28	1,84	0,16	11,16
6	Vidrio	3	0,03	0,24	0,22	1,08
7	Lata	7	0,07	0,74	0,21	3,47
8	Tetrapack	6	0,06	0,62	0,22	2,88
9	Generales	77	0,77	27,22	0,05	516,75
10	Generales	72	0,72	24,92	0,06	388,61
Promedio en el Día 5					0,13 m³	246,04 kg/m³

Elaboración propia

Anexo 4. *Imágenes del estudio de caracterización realizado en el distrito de Characato*

Figura.

Empadronamiento en el distrito de Characato



Nota. Elaboración propia

Figura.

Recolección de los residuos municipales



Nota. Elaboración propia

Figura.

Recolección de los residuos municipales



Nota. Elaboración propia

Figura.

Recolección y segregación de los residuos municipales



Nota. Elaboración propia

Figura.

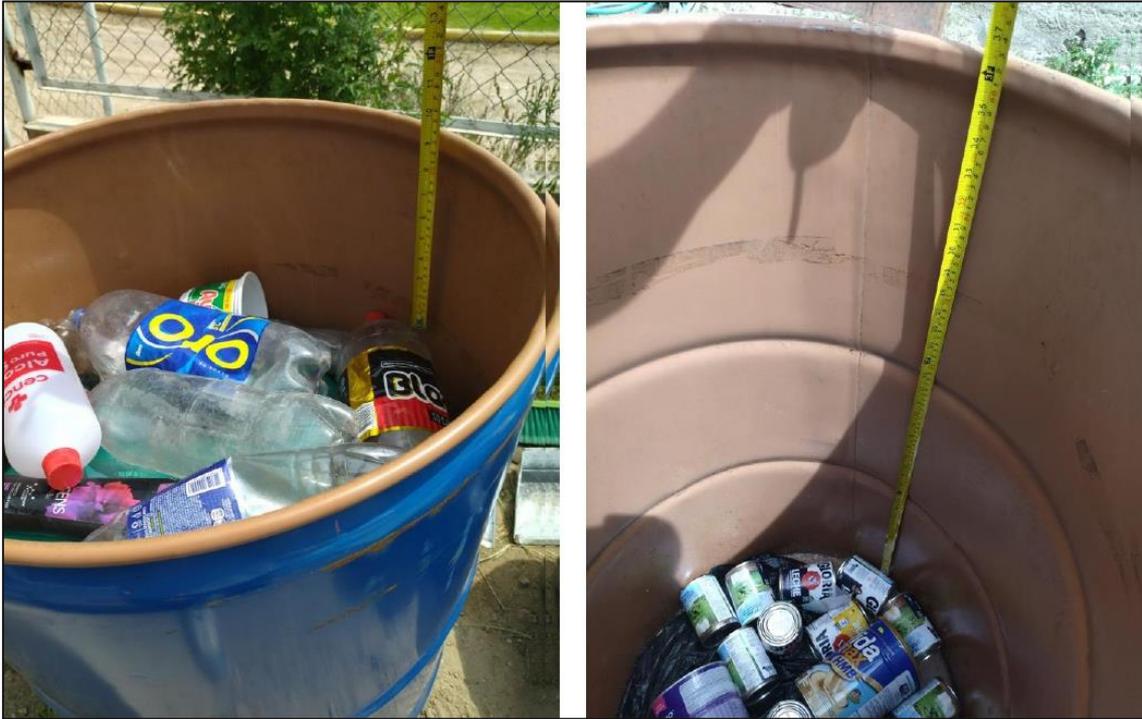
Pesado de los residuos municipales



Nota. Elaboración propia

Figura.

Determinación de la densidad de los residuos municipales



Nota. Elaboración propia