

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



TESIS:

**“ESTIMACIÓN DE COSTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO DE RESIDUOS
SÓLIDOS PARA LA PROPUESTA TARIFARIA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA
PÚBLICA EN CELENDÍN, CAJAMARCA (2024)”**

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

PRESENTADA POR:

ARIADNA WILERMINA MARÍN AGUILAR

ASESOR:

Dr. Ing. AGUSTÍN EMERSON MEDINA CHÁVEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** Ariadna Wilermina Marín Aguilar
DNI: 72230946
Escuela Profesional: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Sanitaria
2. **Asesor:** Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez
Facultad: Ingeniería
3. **Grado académico o título profesional**
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. **Tipo de Investigación:**
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. **Título de Trabajo de Investigación:**
"ESTIMACIÓN DE COSTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PROPUESTA TARIFARIA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA EN CELENDÍN, CAJAMARCA (2024)"
6. **Fecha de evaluación:** 28 de octubre 2025
7. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 9%
9. **Código Documento:** 3117:519595097
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 28 de octubre 2025



Firmado digitalmente por:
MEDINA CHAVEZ AGUSTIN
EMERSON FIR 27040564 hard
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 28/10/2025 18:48:28-0500

FIRMA DEL ASESOR



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 28/10/2025 19:42:43-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *ESTIMACIÓN DE COSTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PROPUESTA TARIFARIA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA EN CELENDÍN, CAJAMARCA (2024)*

ASESOR : *Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0724-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 30 de octubre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **siete días del mes de noviembre de 2025**, siendo las dieciséis horas (04:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A – Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario : M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *ESTIMACIÓN DE COSTOS ECONÓMICOS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA PROPUESTA TARIFARIA DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA EN CELENDÍN, CAJAMARCA (2024)*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Sanitaria *ARIADNA WILERMINA MARÍN AGUILAR*, asesorada por el Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron a la sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y la evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : *06* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *11* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *17* PTS

DIECISIETE (En letras)

En consecuencia, se la declara *APROBADA* con el calificativo de *(17) DIECISIETE*
acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *dieciséis* horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Presidente

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Vocal

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Secretario

Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía constante, por fortalecerme en los momentos difíciles y acompañarme con su infinita bondad en cada etapa de mi vida universitaria.

A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio y su apoyo permanente, que me han permitido llegar hasta este logro con determinación y esperanza.

A mi tía Margot, por su motivación incansable, por creer en mis capacidades y por recordarme siempre que con esfuerzo y fe todo es posible.

A mi hermana Britney, por su compañía, comprensión y cariño, que fueron un impulso constante en este camino académico.

A Alejandro, por ser una fuente de ánimo y fortaleza, por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por acompañarme con paciencia, apoyo y cariño en cada paso de este proceso, y por recordarme que cada meta alcanzada se construye con perseverancia y amor.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis el Dr. Agustín Medina Chávez, por su orientación, compromiso y las valiosas observaciones que enriquecieron el desarrollo de esta investigación.

Del mismo modo, agradezco profundamente a los ingenieros miembros del consejo revisor, quienes, con su experiencia, sus comentarios técnicos y su tiempo dedicado, contribuyeron significativamente a la mejora y solidez del presente trabajo académico.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas e instituciones que, directa o indirectamente, brindaron su apoyo durante la realización de esta tesis y en mi formación profesional.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, por fortalecerme en cada paso y acompañarme con amor y sabiduría en todo momento de mi vida.

A mi madre, Mabel Aguilar, por enseñarme a tener carácter, por su fortaleza, amor y ejemplo de vida. Gracias por impulsarme siempre a seguir adelante, por tu sacrificio y por enseñarme que nada es imposible cuando se lucha con el corazón.

A mi padre, Pedro Marín, por su apoyo, por enseñarme el valor del esfuerzo, la constancia y la responsabilidad. Gracias por tu paciencia y por ser mi ejemplo de perseverancia.

A mi tía Margot, con todo mi cariño y ternura, por creer en mí desde siempre, por acompañarme con palabras de aliento y recordarme que los sueños sí se cumplen cuando se trabaja con fe y dedicación.

A mi hermana Britney, por su complicidad, su apoyo constante y por llenar mi vida de alegría y amor fraternal.

A mi compañero de vida, Alejandro, gracias por tu paciencia, comprensión y amor incondicional. Por estar a mi lado en los momentos difíciles y por enseñarme que las metas se cumplen con disciplina. Tu apoyo ha sido una de mis mayores fuerzas en este camino.

A mis amigas Hellen, Kelly y Gisela quienes hicieron de fotografías para los anexos, gracias por su apoyo y palabras de motivación.

Y en memoria de mis tías Gladys e Iris, y de mi querida amiga Dayani, quienes dejaron huellas imborrables en mi corazón. Su recuerdo me inspira a seguir adelante con amor, gratitud y esperanza.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Planteamiento del problema.	1
1.1.1 Contextualización	3
1.1.2 Descripción del problema.	4
1.1.3 Formulación del problema.	5
1.1.4 Hipótesis	5
1.2 Justificación e importancia de la investigación.	6
1.2.1 Justificación de la investigación	6
1.3 Delimitación de la investigación	6
1.4 Limitaciones de la investigación	7
1.5 Objetivos.	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos.	8
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.	9
2.1 Antecedentes de la investigación.	9
2.1.1 A nivel internacional.	9
2.1.2 A nivel nacional.	11
2.1.3 A nivel local.	12
2.2 Bases teóricas.	13
2.2.1 Residuos sólidos.....	13
2.2.2 Limpieza pública.....	14
2.2.3 Manejo de residuos solidos.....	15
2.2.4 Estructura de costos del sistema de limpieza pública de residuos sólidos municipales.	16
2.2.5 Generación per cápita de los residuos.....	18
2.2.6 Densidad de los residuos.....	19
2.2.7 Cálculo del volumen usando generación per cápita.....	19

2.2.8	Cálculo de tarifas.	20
2.3	Definición de términos básicos.	21
2.3.1	Caracterización.	21
2.3.2	Generador.	21
2.3.3	Manejo de residuos sólidos.	21
2.3.4	Generación PER- CAPITA.	21
2.3.5	Residuos domiciliarios.	22
2.3.6	Residuos no domiciliarios.	22
2.3.7	Residuos especiales.	22
2.3.8	Tarifa.	22
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.		23
3.1	Ubicación del proyecto.	23
3.2	Metodología.	23
3.2.1	Tipo, nivel, diseño y método de la investigación.	23
3.2.2	Universo o población.	23
3.2.3	Muestra de estudio.	24
3.2.4	Unidad de análisis.	32
3.2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	32
3.2.6	Técnicas de procesamiento de datos.	34
3.3	Procedimiento.	34
3.3.1	Trabajo de campo.	34
3.3.2	Trabajo de gabinete.	42
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.		54
4.1	Costos económicos del servicio de limpieza pública.	54
4.1.1	Estimación de costos económicos.	54
4.2	Volumen de residuos sólidos en Celendín.	59
4.2.1	Generación per cápita domiciliaria del estrato A.	59
4.2.2	Generación per cápita domiciliaria del estrato B.	61
4.2.3	Generación per cápita total domiciliaria.	64
4.2.4	Generación per cápita no domiciliaria en establecimientos comerciales.	65
4.2.5	Generación per cápita no domiciliaria hoteles.	67
4.2.6	Generación per cápita no domiciliaria restaurantes.	67
4.2.7	Generación per cápita no domiciliaria instituciones públicas y privadas.	67
4.2.8	Generación per cápita no domiciliaria instituciones educativas.	68
4.2.9	Generación de total de residuos no domiciliarios.	69

4.2.10	Generación per cápita de residuos especiales	70
4.2.11	Densidad de los residuos sólidos domiciliarios.	71
4.2.12	Densidad de los residuos no domiciliarios.....	71
4.2.13	Densidad de los residuos especiales.	72
4.2.14	Densidad promedio de los residuos de los residuos domiciliarios, no domiciliarios y especiales	73
4.2.15	Peso total diario de residuos sólidos por fuente de generación (kg/día).....	74
4.2.16	Volumen de los residuos domiciliarios por fuente de generación (m ³ /día).....	74
4.3	Propuesta de banda tarifaria.	76
4.4	Discusión de resultados	79
4.4.1	Discusión de resultados de objetivo general.	79
4.4.2	Discusión de resultados de objetivo específico 1	80
4.4.3	Discusión de resultados de objetivo específico 2	81
4.4.4	Discusión de resultados de objetivo específico 3	82
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		84
6.1	Conclusiones	84
6.2	Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		87
ANEXOS		93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Rangos de tamaño de muestras</i>	25
Tabla 2	<i>Rangos de tamaño de muestra por generadores no domiciliarios</i>	26
Tabla 3	<i>Numero de generadores no domiciliarios.</i>	27
Tabla 4	<i>Muestras por fuente de generación no domiciliaria</i>	28
Tabla 5	<i>Total, de muestras por clase</i>	29
Tabla 6	<i>Determinación del número de muestras por subclases por instituciones educativas.</i> 30	
Tabla 7	<i>Muestras para Fuentes Especiales</i>	31
Tabla 8	<i>Zonificación por rango de viviendas</i>	31
Tabla 9	<i>Muestras en zona A y B</i>	32
Tabla 10	<i>Generación por persona</i>	38
Tabla 11	<i>Ingreso Promedio por Hogar del Departamento de Cajamarca 2021-2022-2023-2024</i> 47	
Tabla 12	<i>Longitud mensual de la prestación del servicio de barrido de calles y vías públicas.</i> 48	
Tabla 13	<i>Costo por metro lineal mensual.</i>	49
Tabla 14	<i>Determinación del costo por tonelada y por kilogramo de recolección de residuos sólidos</i> 49	
Tabla 15	<i>Determinación del costo mensual por habitante del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos.</i>	50
Tabla 16	<i>Asignación del costo mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos.</i>	50
Tabla 17	<i>Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para el uso vivienda por número de habitantes.</i>	51
Tabla 18	<i>Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para comercios</i>	52
Tabla 19	<i>Tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos en la categoría mercados</i>	52
Tabla 20	<i>Tarifa mensual de recolección y disposición final de residuos sólidos en la categoría residuos especiales.</i>	53
Tabla 21	<i>Generación domiciliaria estrato A</i>	60
Tabla 22	<i>Generación domiciliaria estrato B</i>	62
Tabla 23	<i>Generación total de los residuos sólidos domiciliarios en Celendín</i>	65
Tabla 24	<i>Generación de los centros comerciales según clase</i>	66
Tabla 25	<i>Generación de hoteles</i>	67

Tabla 26	<i>Generación de restaurantes.....</i>	67
Tabla 27	<i>Generación de instituciones publicas.....</i>	68
Tabla 28	<i>Generación de instituciones educativas</i>	68
Tabla 29	<i>Generación total de residuos no domiciliarios</i>	70
Tabla 30	<i>Generación de residuos especiales.....</i>	71
Tabla 31	<i>composición de los residuos generados en distintas áreas residenciales.</i>	71
Tabla 32	<i>Densidad de residuos sólidos no domiciliarios.</i>	72
Tabla 33	<i>Densidad de los residuos especiales.....</i>	72
Tabla 34	<i>Densidad promedio de los residuos.</i>	74
Tabla 35	<i>Peso total diario por fuente de generación</i>	74
Tabla 36	<i>Volumen de residuos sólidos por fuente de generación.....</i>	75
Tabla 37	<i>Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos domiciliarios.</i>	76
Tabla 38	<i>Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos no domiciliarios.</i>	77
Tabla 39	<i>Tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos no domiciliarios Mercados.</i>	77
Tabla 40	<i>tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos en la categoría residuos especiales.</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Operaciones y procesos del servicio de limpieza pública.	16
Figura 2	Sticker de identificación	36
Figura 3	Rango del Ingreso Promedio Mensual Proveniente del Trabajo Según Departamento 2007, 2019,2020,2021.....	44
Figura 4	Gráfico de Ingresos Promedio por Hogar por Departamentos.	45
Figura 5	Variación Porcentual del Ingreso Promedio por Hogar Promedio por Hogar por Departamento.....	46
Figura 6	Variación Porcentual del Ingreso Promedio por Hogar a Nivel Nacional	46
Figura 7	Distribución porcentual de los costos del manejo de residuos solidos.....	56
Figura 8	Comparación de los costos anuales por componente	57
Figura 9	Total, de costos directos.....	58
Figura 10	Total, de costos indirectos y gastos administrativos.....	58
Figura 11	Costo del servicio.	59

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estimar el costo económico del manejo de residuos sólidos, con el propósito de plantear una propuesta tarifaria técnica, equitativa y sostenible para el servicio de limpieza pública en la ciudad de Celendín durante el año 2024. La metodología aplicada se fundamentó en los lineamientos del Ministerio del Ambiente (MINAM), establecidos en la Guía Técnica sobre Estructuras de Costos Asociados a la Operación y Mantenimiento del Servicio de Limpieza Pública. El análisis comprendió la identificación de los componentes económicos del servicio barrido, recolección, valorización y disposición final, así como la evaluación de los costos directos, indirectos y administrativos que inciden en su operación. Los resultados mostraron un costo total anual de S/ 1,493,254.86, de los cuales los costos directos representan el 89.15 %, principalmente asociados al personal operativo y materiales de trabajo. Con base en estos resultados, se diseñó una banda tarifaria diferenciada según el tipo de generador, con montos que varían entre S/ 8.6 y S/ 47.5 para usuarios domiciliarios y entre S/ 4.3 y S/ 93.6 para los no domiciliarios. Finalmente, se concluye que la propuesta tarifaria permitirá equilibrar los costos del servicio con la capacidad de pago de los usuarios, fortaleciendo la sostenibilidad económica y ambiental del sistema de limpieza pública en Celendín.

PALABRAS CLAVE: Tarifa, manejo, residuos.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to estimate the economic cost of the solid waste management, with the object of suggesting a technical, equitable and sustainable tariff proposal, for the public cleaning service in Celendin during the 2024. The applied methodology was based on the frame work of the Ministry of the Environment (MINAM), established on the Technic Guide of Cost Structures Associated with the Operation and Maintenance of the Public Cleaning Service. The analysis covered the identification of the economic components such sweeping, collection, valuation and final disposal, as well as the evaluation of direct, indirect and administrative costs which emphasize its operation. The results had shown a total year cost of S/ 1,493,254.86, of which the direct costs represented the 89.15 %, mainly associated to the operational staff and work tools. According to these results, a differentiated tariff band was designed according to the generator type, with amounts that vary between S/ 8.6 to S/ 47.5 for household users and between S/ 4.3 to S/ 93.6 for non-household users. Lastly, it is concluded that the rate proposal will make possible to equilibrate the service costs with the pay capacity of the users, strengthening the economic and environmental sustainability of the public cleaning services in Celendin.

KEYWORDS: Tariff, management, waste.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Planteamiento del problema.

En todo el mundo, el manejo de residuos sólidos es un problema grande y costoso porque se gasta mucho dinero solo en recoger, mover, tratar, reciclar y educar sobre el cuidado del medio ambiente (The Circular Campus, 2024). Diferentes investigaciones de distintos países reportan lo mismo, por lo que hay que crear tarifas que sean justas y que ayuden al servicio a seguir funcionando sin perder dinero. En Italia, Romano y Masserini (2023) encontraron que cobrar a la gente según la basura que realmente producen (pago por generación) hace que la recolección sea más organizada y que se separen mejor los residuos. En Portugal, (Marques et al., 2018) señalaron que el organismo que regula el servicio es clave para fijar precios justos y asegurar que la calidad del servicio se mantenga alta.

Cada país ha encontrado su manera de lidiar con el reto de los residuos. En España, el Gobierno ha decidido dejar el trabajo en manos de empresas externas (Belmonte-Martin et al., 2021). En los Países Bajos, en cambio, han creado un sistema que cuida cada rincón de la ciudad (Liu et al., 2023). Italia, por su parte, ha puesto el foco en ayudar a los ciudadanos a clasificar los residuos (Lo Storto, 2021). Alemania todavía está evaluando si el futuro debe ser el reciclaje químico o la incineración (Voss et al., 2021). Más lejos, China ha diseñado una serie de datos que nos dicen cuán bien va cada sistema de gestión (Zhou et al., 2022), mientras que India impulsa la colaboración entre el Gobierno y empresas privadas para que la recolección sea más sostenible (Cheela Venkata et al., 2021).

En América Latina, la situación se complica por los altos costos de operar los servicios de aseo y por la falta de leyes que realmente ayuden a reducir la generación de basura. Un equipo dirigido por (Abarca-Guerrero et al., 2015) encontró que muchas ciudades pequeñas y medianas necesitan dinero extra para pagar a más trabajadores, para comprar vehículos y para construir rellenos y plantas de tratamiento. En Brasil, la ausencia de un Plan Nacional que

atienda todos los tipos de residuos y las estrecheces en los presupuestos municipales están socavando la calidad y la continuidad de la recolección, según (Pereira y Fernandino, 2019). En Ecuador, (Álvarez Tapia et al., 2022) advierten que el país necesita cambiar la ley para que los gobiernos locales puedan modificar las tarifas de disposición y así hacer el sistema más eficiente. En Colombia, de acuerdo con (Lima Cano et al., 2022), las cooperativas de recicladores siguen cumpliendo un papel fundamental, pero aún operan en la informalidad. En el sur, tanto en Bolivia como en Uruguay, las disputas entre partidos y gobiernos han retrasado la legalización de las cooperativas y de las ONG que limpian calles y deslindan rellenos, fenómeno que los investigadores (Goodwin et al., 2022).

En diferentes rincones del Perú, muchos gobiernos locales aún no han elaborado los estudios técnicos necesarios para fijar, de modo preciso, las tarifas de limpieza pública. El Callao ilustrará este vacío: su tarifa se sancionó sin los cálculos adecuados y, por esa razón, los ingresos apenas cubren los costos de operación (Ordenanza Municipal N°027, 2019). Estudios recientes, como el de Bonopaladino Obando y otros (2022), sugieren que los inmuebles y los tipos de residuos se clasifiquen con rigor, de forma que el costo se distribuya de modo más equitativo entre los vecinos. En contraste, la Municipalidad Provincial de Ilo, al cerrar el 2023, presentó un estudio técnico que fijó la tarifa según el volumen de residuos que produce, por persona, y el número de miembros por vivienda, consiguiendo un costo de S/. 2,04 mensual por habitante. Con este enfoque escapan las distorsiones de criterios tradicionales y se consiguen tarifas más justas, alineadas con el uso real del servicio (Municipalidad Provincial de Ilo, 2023).

En la ciudad de Celendín, el sistema de cobro por el servicio de limpieza pública se ha mantenido sin cambios durante varios años, sin contar con un estudio técnico que respalde los montos aplicados. Actualmente, este pago se incluye dentro del recibo de agua potable, con tarifas aproximadas de cuatro, cinco soles para los hogares y ocho soles para algunos

establecimientos comerciales. No obstante, estos valores no se basan en un análisis actualizado de costos operativos, ni consideran aspectos esenciales como la cantidad de residuos generados por los distintos tipos de generadores. La ausencia de una estructura tarifaria técnica dificulta la planificación municipal y genera desequilibrios financieros que afectan la continuidad y la calidad del servicio. Esto se evidencia en limitaciones para renovar equipos, ampliar rutas o mantener de manera adecuada la flota vehicular. A ello se suma que la cultura de pago aún es débil, ya que muchos contribuyentes no cumplen con sus arbitrios de limpieza pública de forma regular o puntual, lo que agrava las dificultades económicas del sistema. Por estas razones, la presente investigación tiene como propósito determinar los costos reales del manejo de residuos sólidos en Celendín, con el fin de proponer una estructura tarifaria justa y sostenible, acorde con la realidad económica local, las exigencias normativas nacionales y las buenas prácticas de gestión ambiental. Esta propuesta busca fortalecer la eficiencia del servicio, mejorar la capacidad operativa municipal y fomentar una mayor responsabilidad ciudadana en el cuidado del entorno.

1.1.1 Contextualización

Manejar los residuos sólidos sigue siendo un gran reto en todo el mundo, tanto en los países que ya están avanzados como en los que todavía están creciendo. Dentro de este escenario, los municipios son clave, ya que deben asegurar que el servicio de limpieza pública funcione de manera eficiente y que cuide el medio ambiente. Para que este servicio sea sostenible, necesitan una estructura de tarifas que cubra todos los gastos: los que se generan en la recorrida diaria, la gestión de documentos y el mantenimiento de camiones y contenedores. En el Perú, el Decreto Legislativo N.º 1278 establece que las tarifas del servicio de limpieza pública deben calcularse en función de los costos reales y bajo principios de eficiencia, a fin de garantizar la sostenibilidad económica del sistema.

A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente (MINAM) ha identificado que numerosas municipalidades carecen de solvencia financiera para prestar un servicio adecuado de limpieza pública, situación que se agrava por la falta de estudios tarifarios recientes y la tendencia al manejo informal de residuos. Este patrón se manifiesta de modo concreto en el distrito de Celendín, donde los ingresos derivados de los arbitrios municipales no bastan para financiar los costos operativos del servicio, lo que deteriora tanto su calidad como su continuidad.

En la ciudad de Celendín, la Municipalidad Provincial tiene a su cargo el barrido, recolección, valorización y disposición final de los residuos sólidos urbanos. Sin embargo, el sistema tarifario con el que se financia este servicio no ha sido actualizado en los últimos años y no se encuentra respaldado por estudios técnicos recientes que determinen los costos reales de operación. Aspectos esenciales como la cantidad de residuos que genera cada persona, la frecuencia de recolección o el número total de usuarios atendidos no han sido considerados en el cálculo actual de las tarifas. Esta falta de información técnica limita la capacidad del municipio para establecer un esquema tarifario justo y sostenible. En la práctica, los ingresos recaudados no logran cubrir los gastos que demanda el servicio, lo que genera desequilibrios financieros que dificultan su operación y mantenimiento. La falta de recursos económicos se traduce en la imposibilidad de renovar vehículos recolectores, ampliar las rutas de servicio o reemplazar los equipos e infraestructura deteriorada. Esta situación pone en riesgo la continuidad del servicio y compromete el cumplimiento de las normas ambientales y de salud pública, afectando progresivamente la eficiencia y la sostenibilidad del sistema de limpieza pública

1.1.2 Descripción del problema.

Actualmente, la Municipalidad Provincial de Celendín mantiene un esquema de cobro fijo por el servicio de limpieza pública, con una tarifa aproximada de S/ 4.00 para los usuarios domiciliarios y S/ 8.00 para determinados establecimientos comerciales. Estas tarifas no se han

actualizado en función de estudios técnicos recientes ni reflejan los costos reales del manejo de residuos sólidos. De acuerdo con la información registrada en el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) del Ministerio del Ambiente, durante el año 2023 el costo total anual del servicio de limpieza pública en la ciudad de Celendín ascendió a aproximadamente S/ 1 270 976,00, mientras que la recaudación obtenida a través de los arbitrios municipales fue solo de S/ 165 913,50 en el mismo periodo. Esta diferencia significativa entre los costos operativos y los ingresos percibidos refleja un marcado desequilibrio financiero que limita la capacidad del municipio para cubrir los gastos del servicio. La brecha económica afecta la posibilidad de renovar vehículos recolectores, ampliar las rutas de atención, mantener adecuadamente los contenedores y modernizar la gestión de residuos sólidos. Como consecuencia, la prestación del servicio enfrenta restricciones técnicas y presupuestales que comprometen su sostenibilidad y la calidad de vida de la población. Esta situación evidencia la necesidad de contar con una estimación precisa de los costos económicos del manejo de residuos sólidos, que sirva de base para formular una propuesta tarifaria justa, eficiente y financieramente sostenible para el servicio de limpieza pública en Celendín.

1.1.3 Formulación del problema.

¿Cuál es el costo económico estimado del manejo de residuos sólidos para plantear una propuesta tarifaria del servicio de limpieza pública en Celendín, Cajamarca (2024)?

1.1.4 Hipótesis

Se estima que el costo económico anual del manejo de residuos sólidos en Celendín asciende aproximadamente a S/ 1 500 000, monto que refleja los gastos reales de barrido, recolección, valorización y disposición final, y que permitirá plantear una propuesta tarifaria técnica, equitativa y sostenible para el servicio de limpieza pública durante el año 2024.

1.2 Justificación e importancia de la investigación.

1.2.1 Justificación de la investigación

El manejo adecuado de los residuos sólidos es esencial para proteger la salud de las personas, mantener el orden en la ciudad y cuidar el medio ambiente. En Celendín, las tarifas que actualmente se aplican al servicio de limpieza pública no reflejan la cantidad real de residuos que genera cada tipo de usuario, lo que provoca desigualdad en los cobros y dificulta que la municipalidad cubra los verdaderos costos de operación. Esta situación afecta la eficiencia del servicio y pone en riesgo su sostenibilidad a largo plazo.

Por ello, esta investigación se realizó con el objetivo de determinar el costo económico real del manejo de residuos sólidos, a fin de proponer una banda tarifaria más justa, técnica y sostenible. Con esta propuesta, se busca garantizar la continuidad del servicio de limpieza pública, mejorar su eficiencia y asegurar que los recursos se administren de manera responsable.

Además, los resultados del estudio servirán como una herramienta de apoyo para la Municipalidad Provincial de Celendín, ya que permitirán planificar mejor las actividades de barrido, recolección, valorización y disposición final. De esta manera, el trabajo no solo busca fortalecer la gestión del servicio, sino también contribuir a una ciudad más limpia, ordenada y comprometida con la protección del entorno.

1.3 Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el ámbito urbano de Celendín, tomando como referencia el año 2024. Para la elaboración del estudio se utilizó información proporcionada por la Subgerencia de Limpieza Pública y Ornato Ambiental, complementada con mediciones directas en campo destinadas a determinar la generación per cápita de residuos sólidos.

El trabajo se enfoca exclusivamente en el análisis económico de los costos asociados al servicio de limpieza pública municipal, considerando las etapas de barrido, recolección, valorización y disposición final de los residuos sólidos. Asimismo, la evaluación se realizó bajo las condiciones operativas vigentes, sin contemplar escenarios de expansión o modernización de la infraestructura del servicio.

1.4 Limitaciones de la investigación

La presente investigación tuvo algunas limitaciones que es importante considerar al momento de analizar sus resultados. En primer lugar, la estimación de los costos económicos se basó en la información disponible correspondiente al año 2024, proporcionada por la Subgerencia de Limpieza Pública y los registros del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) del distrito de Celendín. Por ello, es posible que variaciones futuras en los precios de los insumos, combustibles, o remuneraciones del personal generen cambios en los valores calculados.

Del mismo modo, la propuesta tarifaria se elaboró considerando las condiciones actuales del servicio, como la cobertura, frecuencia y eficiencia operativa, sin incorporar escenarios de ampliación, modernización o la implementación de nuevas tecnologías de valorización. Tampoco se incluyó un estudio sobre la disposición a pagar de los usuarios, lo cual podría influir en la aceptación social de las tarifas planteadas.

Finalmente, los resultados obtenidos se limitan al ámbito urbano de Celendín, por lo que no pueden extrapolarse directamente a otros contextos con diferentes características económicas o logísticas. Aun con estas limitaciones, el estudio ofrece una base técnica confiable y actualizada, que puede servir como referencia para futuras investigaciones y para el fortalecimiento de la gestión económica y ambiental del servicio de limpieza pública.

1.5 Objetivos.

1.5.1 *Objetivo general.*

- Estimar el costo económico del manejo de residuos sólidos para la propuesta tarifaria del servicio de limpieza pública en Celendín, Cajamarca 2024.

1.5.2 *Objetivos específicos.*

- Analizar los componentes que conforman los costos económicos del manejo de residuos sólidos, considerando las etapas de barrido, recolección, valorización y disposición final.
- Determinar los volúmenes diarios de generación de residuos sólidos en la ciudad de Celendín.
- Plantear la banda tarifaria del servicio de limpieza pública a partir de la estimación del costo económico anual del manejo de residuos sólidos.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *A nivel internacional.*

Chu et al. (2017), en su estudio titulado “Tarifa por residuos sólidos domésticos municipales basada en un modelo de precios por bloques crecientes en Beijing, China”, desarrollaron un modelo tarifario escalonado aplicado al cobro de residuos domiciliarios. El enfoque consideró variables como los ingresos familiares, los gastos del hogar y las tasas de inflación, con el propósito de diseñar un sistema de pago más equitativo. El análisis, realizado con una muestra de 5,000 hogares, evidenció que el esquema tarifario uniforme existente resultaba injusto, pues imponía una carga excesiva a las familias de bajos recursos y beneficiaba a los hogares con mayores ingresos. La implementación del modelo propuesto permitió equilibrar la recaudación y mejorar la equidad en el cobro. Además, los resultados del análisis predictivo indicaron que un sistema basado en el principio de “quien más genera, más paga” incentivaría la reducción de residuos y promovería una mayor responsabilidad ambiental entre los ciudadanos de Beijing.

Abu-Qdais et al. (2023), en su investigación titulada “Modelado del impacto de las tarifas y las opciones de economía circular en la sostenibilidad financiera del sistema de gestión de residuos sólidos en Jordania”, analizaron cómo las tarifas y las estrategias de economía circular influyen en la sostenibilidad económica del sistema de gestión de residuos. Para ello, aplicaron un modelo dinámico de sistemas (SDM) en los municipios de Gran Ammán (GAM) y Gran Irbid (GIM), simulando diversos escenarios basados en tarifas por costos reales y en la implementación de prácticas de reciclaje y compostaje. Los resultados revelaron que la recuperación de costos podría incrementarse del 54 % al 82,5 % en GAM y del 45 % al 70 % en GIM, alcanzando el

equilibrio financiero entre los años 2028 y 2029. Asimismo, se estimó una reducción de 652 275 toneladas de CO₂ equivalente, demostrando que un esquema tarifario sostenible, combinado con acciones de economía circular, puede fortalecer tanto la viabilidad financiera como el desempeño ambiental del servicio de limpieza pública.

Romano y Masserini (2023), en su estudio titulado “Tarifa de pago por generación y gestión sostenible de residuos urbanos: un análisis empírico de sus efectos relevantes”, evaluaron la aplicación del sistema PAYT (pago por generación) en 7 583 municipios de Italia. A través del método de emparejamiento por puntaje de propensión (PSM), los autores corrigieron desequilibrios estadísticos y estimaron los efectos causales del sistema. Los resultados demostraron que la implementación del PAYT incrementó la recogida selectiva de residuos, redujo tanto los residuos no clasificados (entre -0,071 y -0,079 t/hab) como los residuos totales generados (entre -0,048 y -0,112 t/hab). Asimismo, se observó un aumento en los ingresos por reciclaje de papel y cartón (2,6–3,6 €/hab), indicador de una mejora en la calidad del material recuperado. En conclusión, el estudio evidenció que este tipo de tarifa está alineada con la jerarquía europea de gestión de residuos, fomentando la reducción en la generación y una mejor separación en la fuente, lo que respalda su potencial de aplicación en distintos contextos urbanos.

Jiang et al. (2024), en su estudio titulado “Evaluación del costo social de la gestión de residuos sólidos urbanos en Beijing: un análisis sistemático del ciclo de vida”, desarrollaron una investigación en Beijing, China, utilizando la metodología de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para estimar el costo social asociado a la gestión de residuos sólidos durante el año 2021. Los resultados determinaron un costo total de 12 400 millones de yuanes, donde la incineración representó la mayor carga económica con 10 172 millones y el costo unitario más alto (2 045 yuanes por tonelada). En

contraste, los procesos de vertedero, compostaje, digestión anaerobia y reciclaje mostraron costos significativamente menores (1 288, 1 132, 1 057 y –344 yuanes/t, respectivamente). El estudio evidenció que los costos económicos concentraron el 61 % del total, mientras que las pérdidas en salud pública representaron el 37 %. Los autores concluyeron que la reducción del desperdicio de alimentos y el fortalecimiento del reciclaje podrían disminuir hasta en 38 % el costo social global, contribuyendo a una gestión de residuos más sostenible y eficiente.

2.1.2 *A nivel nacional.*

Puma Estrada y La Torre Sihua (2024), en su investigación titulada “Administración de costos para la estimación del monto del arbitrio de servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Anta, región Cusco, periodo 2021”, realizaron un análisis de la gestión de costos como base para determinar el monto del arbitrio de limpieza pública. El estudio identificó deficiencias en el control y administración de los costos operativos, las cuales generaban distorsiones en el cálculo tarifario. Con el propósito de mejorar la exactitud del proceso, se evaluó la relación entre la gestión de costos y la estimación del arbitrio, además de diseñar una estructura técnica de costos aplicable a la entidad municipal. La investigación empleó métodos de análisis documental, encuestas y observación directa, permitiendo estimar un costo anual del servicio de S/ 1,235,363.15 y una tarifa promedio mensual de S/ 5.64 para limpieza y barrido. Finalmente, los autores propusieron un modelo de administración de costos orientado a optimizar la planificación económica y la transparencia en la fijación de tarifas municipales.

Elizabeth (2019), en su estudio titulado “Determinación de costos para calcular el costo del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de San Martín, 2018”, tuvo como finalidad identificar y cuantificar los costos asociados a los rubros

de recolección y disposición final de residuos sólidos en dicha entidad municipal. La investigación adoptó un enfoque cualitativo, de tipo propositivo y con un diseño no experimental, aplicando técnicas de entrevistas, observación directa y revisión documental, complementadas con registros fotográficos y audiovisuales. Los resultados mostraron que el costo total de los rubros analizados ascendió a S/ 4 240 594.00, lo que representó el 97 % del costo total del servicio. Asimismo, se identificó la omisión de gastos por depreciación de vehículos, mobiliario y equipos, evidenciando la necesidad de incorporar dichos elementos en futuras estimaciones para obtener una valoración más precisa del costo real del servicio de limpieza pública.

2.1.3 A nivel local.

Díaz Hurtado (2018), en su investigación titulada “Evaluación de los costos de limpieza pública para mejorar el servicio de la Municipalidad Provincial de Jaén, 2017”, analizó la estructura de costos del servicio de limpieza pública con el propósito de identificar las principales limitaciones en su gestión. A partir de un diagnóstico efectuado en la Subgerencia de Gestión de Residuos Sólidos y Limpieza Pública, se detectaron deficiencias relevantes, entre ellas la ausencia de una metodología técnica para la determinación y clasificación de costos, así como la falta de políticas institucionales claras relacionadas con la gestión económica del servicio. Asimismo, se evidenció que la cobertura del servicio era insuficiente, ya que no alcanzaba a toda la ciudad de manera diaria. El estudio concluyó que resulta imprescindible implementar una estructura de costos adecuada y establecer lineamientos normativos que fortalezcan la eficiencia operativa y la calidad del servicio de limpieza pública en el ámbito municipal.

Yrigoin Vásquez (2022), en su investigación titulada “Disposición a pagar por la mejora del servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad

de Chota, Cajamarca - 2022”, analizó la voluntad de los ciudadanos de contribuir económicamente a la mejora del servicio de recolección de residuos sólidos. El estudio aplicó el modelo econométrico Probit y evaluó la información obtenida de 359 encuestas, con el fin de identificar los factores que influyen en dicha disposición. Los resultados revelaron que la edad y el nivel de conciencia ambiental inciden de manera negativa, mientras que los ingresos económicos y la educación ambiental ejercen un efecto positivo en la decisión de pago. Además, se determinó que el 30,4 % de los encuestados manifestó estar dispuesto a pagar por un servicio mejorado, con una contribución promedio entre S/ 3.00 y S/ 5.00 mensuales. El estudio concluyó que fortalecer la educación ambiental y adecuar las tarifas a la capacidad económica de la población podría favorecer la sostenibilidad financiera del sistema de limpieza pública en Chota.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Residuos sólidos.

Según el Decreto Legislativo N° 1278 (23 de diciembre de 2016), un residuo sólido se define como cualquier objeto, material, sustancia o elemento que resulta del consumo o uso de un bien o servicio y del cual su poseedor tiene la intención o la obligación de desechar, priorizando su valorización y, en última instancia, su disposición final. Esta categoría abarca todo tipo de residuos o desechos en estado sólido o semisólido. También se consideran residuos aquellos que, aunque sean líquidos o gases, están contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases que, debido a sus propiedades fisicoquímicas, no pueden ser tratados en los sistemas convencionales de tratamiento de emisiones y efluentes y, por lo tanto, no pueden ser vertidos al medio ambiente. En tales casos, estos gases o líquidos deben ser tratados de manera segura para su disposición final adecuada.

2.2.2 Limpieza pública.

Según lo establecido en la Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades (publicada el 27 de mayo de 2003), las municipalidades distritales tienen como función específica la prestación del servicio de limpieza pública, lo cual implica la identificación de puntos adecuados para la acumulación temporal de residuos, así como la habilitación de rellenos sanitarios y áreas destinadas al aprovechamiento industrial. A su vez, las municipalidades provinciales son responsables de normar, administrar y supervisar dicho servicio, además de garantizar el tratamiento y manejo adecuado de los residuos sólidos, conforme a lo dispuesto en el artículo 80 de la mencionada ley.

Del mismo modo, el Decreto Legislativo N.º 1278 (23 de diciembre de 2016) precisa en su artículo 3 que el servicio de limpieza pública comprende un conjunto de actividades que incluyen el barrido, la recolección, la valorización y la disposición final de los residuos sólidos generados en los diferentes predios del ámbito municipal. También contempla el manejo de escombros y desmontes provenientes de obras menores, así como la limpieza y mantenimiento de vías, parques, plazas y otros espacios públicos.

Complementariamente, la “Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública”, aprobada mediante la Resolución Ministerial N.º 091-2020-MINAM (29 de abril de 2020), define este servicio como un conjunto articulado de procesos técnicos y operativos orientados a garantizar la gestión eficiente de los residuos sólidos y la conservación del entorno urbano.

Dentro de este marco, se distinguen dos tipos de actividades: las directamente vinculadas con la atención al usuario, que incluyen el almacenamiento en espacios públicos, el barrido y la limpieza de áreas comunes, así como la recolección de residuos sólidos; y las actividades indirectas, que abarcan el transporte, la transferencia, la valorización y la

disposición final. Estas operaciones pueden variar según las condiciones locales, considerando factores como el territorio, la densidad poblacional, los recursos humanos y financieros disponibles, las principales actividades económicas (turismo, comercio o agricultura), así como los hábitos y costumbres de la población.

2.2.3 Manejo de residuos solidos

Según lo establecido en el Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana (GTGAP), elaborado por la Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2012), y en el Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos 2016–2024 (PLANRES 2016–2024), aprobado mediante la Resolución Ministerial N.º 191-2016-MINAM del 27 de julio de 2016, la gestión de residuos sólidos se entiende como el conjunto de acciones técnicas y administrativas orientadas a la planificación, coordinación, concertación, diseño, implementación y evaluación de políticas, estrategias y programas destinados al manejo adecuado de los residuos, tanto en el ámbito municipal como no municipal, en los niveles nacional, regional y local (MINAM, 2012).

Asimismo, el Decreto Legislativo N.º 1278 (23 de diciembre de 2016) precisa que la finalidad principal de la gestión de residuos sólidos es prevenir o reducir su generación en la fuente, priorizando las acciones de recuperación y valorización frente a otras alternativas. Este enfoque reconoce a la disposición final como la última opción dentro del proceso de manejo, cuando no es posible aplicar estrategias más sostenibles.

Por su parte, tanto el GTGAP como el PLANRES 2016–2024 definen el manejo de residuos sólidos como el conjunto de actividades técnicas y operativas que comprenden la manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, así como cualquier otro procedimiento utilizado desde la generación del residuo hasta su disposición definitiva (MINAM, 2012).

Figura 1

Operaciones y procesos del servicio de limpieza pública.



Tomada del documento “Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública” (Resolución Ministerial N° 091-2020-MINAM, 29 de abril de 2020).

2.2.4 Estructura de costos del sistema de limpieza pública de residuos sólidos municipales.

La Gerencia de Desarrollo Ambiental tiene a su cargo la planificación, organización y ejecución de las actividades relacionadas con el servicio de limpieza pública, que incluye la recolección y el transporte de los residuos sólidos generados en el ámbito municipal.

Uno de los principales desafíos que enfrenta el sistema de gestión de residuos es la limitada disponibilidad de recursos financieros, lo que dificulta su adecuado funcionamiento. A ello se suma la falta de una asignación eficiente y un control riguroso de los fondos municipales, situación que termina afectando la calidad y cobertura del servicio. Estas

limitaciones económicas representan un obstáculo significativo para alcanzar una gestión ambiental sostenible en el sector.

En este contexto, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2009) plantea que la implementación de un sistema tarifario eficiente y equitativo, basado en una adecuada recuperación de costos, podría contribuir de manera importante a mejorar la sostenibilidad financiera y operativa del servicio de limpieza pública, fortaleciendo así la gestión integral de los residuos sólidos.

2.2.4.1 Costo directo.

MINAM (2009) menciona que este tipo de costo está estrechamente relacionado con una actividad específica asociada a un procedimiento o servicio, mostrando una conexión directa y clara entre su generación y dicha actividad. Implica una relación de causa y efecto entre su origen y la ejecución de una tarea particular.

Costo de Materiales: Incluye los gastos asociados con uniformes, herramientas, insumos y repuestos necesarios.

Mano de Obra Directa: Engloba los salarios del personal encargado de llevar a cabo el servicio de manera directa.

Maquinaria y Equipos: Contempla la depreciación de equipos, maquinaria y vehículos utilizados en la prestación del servicio

2.2.4.2 Costos indirectos.

MINAM (2009) considera que se trata de un tipo de costo en el cual la relación de causa y efecto entre su generación y una actividad específica relacionada con un servicio municipal se presenta de manera indirecta. Estos costos no están directamente asociados con la prestación misma del servicio municipal, sino más bien con actividades administrativas, de gestión o de supervisión. En la estructura de costos de cada servicio municipal, los costos indirectos no

deben exceder el límite del 10 % de los costos totales incurridos en la prestación de cada servicio.

Bienes Muebles y Equipos: Incluye la amortización de los equipos necesarios para las actividades administrativas y de supervisión.

Mano de Obra Indirecta: Engloba los salarios del personal administrativo y de supervisión.

Uniformes / Repuestos: Comprende los suministros necesarios para el personal indirecto en su trabajo.

Materiales y Útiles de oficina: Contempla los suministros necesarios para las labores administrativas.

2.2.4.3 Costos fijos.

Se trata de un tipo de costo que no está necesariamente ligado a la cantidad o volumen de servicios municipales prestados. Esto se debe a que su utilización o consumo no puede ser directamente asociado a una actividad específica, sino que se consumen durante la provisión del servicio municipal. Estos gastos comprenden el pago de servicios públicos utilizados durante la prestación del servicio, como electricidad y agua. Además, incluyen los costos de seguros como seguros de vida, de accidentes y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT). También se consideran los pagos de alquiler de inmuebles y terrenos vinculados con la prestación de servicios, así como los costos relacionados con servicios de vigilancia y mantenimiento de locales (MINAM, 2009).

2.2.5 *Generación per cápita de los residuos.*

A partir de los datos obtenidos durante el pesaje de los residuos sólidos, se procede a efectuar los cálculos necesarios para estimar la generación per cápita (GPC) y la generación total de residuos domiciliarios, no domiciliarios y especiales, considerando de forma

independiente cada zona evaluada, cuando corresponda. Es fundamental señalar que, para determinar la GPC, se debe calcular el promedio del peso total de los residuos recolectados durante los siete días de muestreo y dividir dicho valor entre el número de habitantes incluidos en la muestra. Este procedimiento sigue los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018), garantizando la precisión y representatividad de los resultados.

2.2.6 *Densidad de los residuos.*

Este análisis facilita el dimensionamiento adecuado de los sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos. Además, la caracterización por tipo de material permite identificar oportunidades de mejora e implementar estrategias diferenciadas de valorización, tanto orgánica como inorgánica, según la naturaleza de los residuos. Asimismo, la determinación de la densidad debe realizarse considerando las fuentes y tipos de generadores, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018).

2.2.7 *Cálculo del volumen usando generación per cápita*

Para estimar la generación total diaria de residuos sólidos municipales, se parte de la generación per cápita (GPC), expresada en kilogramos por habitante por día (kg/hab/día). La metodología estándar consiste en dos pasos fundamentales:

2.2.7.1 Cálculo del peso total diario generado

se multiplica la GPC por la población atendida. Este producto da el peso total de residuos generados por día en la localidad. En términos matemáticos:

$$Peso_{total\ diario} = Generacion\ Per\ Capita\ kg/hab/dia \times Población\ hab.$$

Esta fórmula es reconocida en documentos técnicos peruanos. Una ficha técnica del Ministerio de Economía y Finanzas (para indicadores de gestión municipal) define el cálculo

de residuos domiciliarios generados como la GPC domiciliaria del año por la población urbana del distrito (MEF, 2023).

2.2.7.2 Conversión de peso a volumen diario

Una vez obtenido el peso total diario, se calcula el volumen diario de residuos usando la densidad del residuo sólido (expresada en kg/m³). La relación es:

$$Volumen_{Diario} = \frac{Peso_{Total\ Diario} \text{ kg/dia}}{Densidad \text{ kg/m}^3}$$

Esta fórmula se deduce de la definición de densidad como masa/volumen. Documentos técnicos peruanos presentan explícitamente esta relación; por ejemplo, una guía de formulación de proyectos del MINAM indica la “fórmula de densidad” donde la densidad (kg/m³) = peso de residuos (kg) / volumen que ocupan (m³) (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2008).

2.2.8 Cálculo de tarifas.

Para determinar la tarifa adecuada para los servicios de gestión de residuos sólidos, es fundamental conocer los costos asociados a cada componente del servicio, como la recolección convencional, la recolección selectiva, el relleno sanitario, el reciclaje y el compostaje. Una metodología común implica calcular el costo total anual del servicio, dividirlo entre el número de usuarios y luego entre doce para obtener la tarifa mensual promedio. Otra técnica usa costos unitarios por componente, como el costo por tonelada de recolección y la cantidad de residuos producidos por una familia promedio. (Contreras et al., 2016)

2.2.8.1 Marco normativo para el cálculo de tarifas.

- El Decreto Legislativo N.º 1278, Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece en su artículo 6º, literal p) que las tasas aplicadas por los servicios de residuos sólidos deben determinarse en función de su costo real, calidad y nivel de eficiencia, con el propósito

de garantizar una recaudación adecuada y sostenible (Decreto Legislativo N.º 1278, 2016).

- Ley Orgánica de Municipalidades N°27972: establece que los concejos municipales pueden “crear, modificar, suprimir o exonerar... tasas, arbitrios... conforme a ley”, lo que incluye las tarifas de limpieza pública (Ley N.º 27972, 2003).
- Principio del que contamina paga: Como teoría económica aplicada, este principio busca corregir las externalidades ambientales al hacer que los costos sociales recaigan sobre quien genera la contaminación. Su aplicación justifica, por ejemplo, que las tarifas de residuos incluyan componentes por tratamiento final (evitando vertidos ilegales) o que se impongan tasas especiales a generadores de residuos peligrosos. (Cointreau & Hornig, 2003)

2.3 Definición de términos básicos.

2.3.1 Caracterización.

Es un estudio diseñado para obtener datos precisos sobre la composición, densidad y contenido de humedad de los residuos sólidos en una zona determinada.

2.3.2 Generador.

Es cualquier persona que, como resultado de sus actividades, produce residuos sólidos.

2.3.3 Manejo de residuos sólidos.

Se entiende por manejo de residuos sólidos al conjunto de actividades técnicas y operativas que se realizan desde el momento en que los residuos son generados hasta su disposición final. Este proceso incluye la segregación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento, valorización y disposición final de los residuos, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y sanitarios

2.3.4 Generación PER- CAPITA.

Es un indicador utilizado para determinar la cantidad de residuos sólidos generados por cada habitante.

2.3.5 *Residuos domiciliarios*

Son los residuos que se generan en las viviendas por actividades cotidianas (preparación de alimentos, aseo, consumo de bienes). Suelen ser orgánicos (restos de comida, poda menor) e inorgánicos (envases, papel, cartón, plásticos, vidrio y metales) de características asimilables al manejo municipal.

2.3.6 *Residuos no domiciliarios*

Corresponden a los residuos que provienen de establecimientos comerciales, de servicios, institucionales o productivos y que, por su composición y volumen, pueden ser manejados por el servicio municipal en condiciones similares a los domiciliarios (p.ej., tiendas, restaurantes, hoteles, oficinas)

2.3.7 *Residuos especiales*

Son flujos que, por su volumen, frecuencia, composición o riesgo, demandan recolección diferenciada y/o tratamiento específico. Incluyen, según el ámbito municipal son residuos asociados a ciertos servicios (p.ej., aceites de lubriccentros, residuos biocontaminados de centros veterinarios).

2.3.8 *Tarifa*

Es el importe mensual que paga el usuario por el servicio de recolección, transporte y disposición final (y, cuando corresponda, valorización). Se determina bajo el principio de recuperación de costos, considerando la generación estimada, el costo unitario por kilogramo y el número de usuarios por categoría.

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación del proyecto.

El área de estudio de esta investigación se encuentra en la provincia de Celendín, ubicada en su distrito y provincia del mismo nombre, como se puede observar en el Anexo 4 (ver plano de ubicación).

3.2 Metodología.

3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de la investigación.

La presente investigación se clasifica como de tipo aplicada, ya que, según lo plantea Ramos-Galarza (2021), este tipo de estudio busca dar solución a un problema real mediante la aplicación práctica de conocimientos científicos y técnicos. En este caso, se orientó a estimar las tarifas del servicio de limpieza pública en la ciudad de Celendín, Cajamarca, con el propósito de mejorar su gestión y sostenibilidad.

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con un nivel descriptivo y un diseño no experimental de carácter propositivo, siguiendo los lineamientos de Palella y Martins (2012). Para el procesamiento y análisis de los datos se emplearon técnicas de estadística descriptiva, que permitieron organizar, interpretar y explicar los resultados obtenidos a partir de la recolección de información en campo, conduciendo finalmente a la formulación de una propuesta tarifaria técnica y equitativa.

Asimismo, se aplicó el método inductivo, el cual posibilitó partir del análisis de hechos y situaciones específicas para derivar conclusiones generales, fortaleciendo el sustento teórico y metodológico del estudio (Hernández et al., 2018).

3.2.2 Universo o población.

Todos los actores, recursos y componentes que conforman el sistema de limpieza pública en Celendín. Esto incluye a:

3.2.2.1 Documentación administrativa y financiera

- Costos operativos y estudios previos relacionados con la gestión de residuos sólidos.

3.2.2.2 Infraestructura y equipos

- Vehículos recolectores, contenedores, botadero municipal y demás recursos físicos utilizados en la prestación del servicio.

3.2.2.3 Personal operativo

- Obreros de barrido y recolección, conductores y encargados del manejo de residuos.

3.2.2.4 Usuarios del servicio

- Hogares, comercios e instituciones que generan residuos sólidos municipales.

3.2.3 *Muestra de estudio.*

Dado que el objetivo principal del estudio es determinar los costos económicos del manejo de residuos sólidos y plantear una propuesta tarifaria, la selección de la muestra se enfocó en el análisis documental y financiero, complementado con la estimación del volumen de residuos generados en los hogares, a través del cálculo de la generación per cápita.

La muestra se estructuró en dos componentes principales:

3.2.3.1 Análisis documental y financiero

- Evaluación de registros administrativos y económicos del servicio de limpieza pública.
- Estructura Tarifaria de Limpieza Pública.

3.2.3.2 Estudio de caracterización de residuos sólidos

Para la determinación del tamaño de la muestra se tomaron en cuenta las recomendaciones detalladas contenidas en los lineamientos sobre “Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” aprobados mediante Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM.

3.2.3.2.1 Muestra para fuentes domiciliarias.

El tamaño de la muestra depende del número de viviendas en un área determinada. El estudio se basa en datos establecidos por el MINAM en la siguiente tabla:

Tabla 1

Rangos de tamaño de muestras

RANGOS DE TAMAÑO DE MUESTRAS			
RANGO DE VIVIENDAS (N)	TAMAÑO DE MUESTRA (n)	MUESTRAS DE CONTINGENCIA (20% DE n)	TOTAL DE MUESTRAS DOMICILIARIAS
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Nota: Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM 2018)

Para determinar el tamaño de la muestra se consideró el censo del INEI del 2017 con proyección al 2024. Siendo así 5706 viviendas, y este rango está más de 5000 y hasta 10000 viviendas, es decir que el total de muestras domiciliarias será 114.

3.2.3.2.2 *Muestra para fuentes no domiciliarias.*

Para encontrar la muestra de residuos no domiciliarios se tendrá en consideración la tabla que indica el MINAM para este caso.

Tabla 2

Rangos de tamaño de muestra por generadores no domiciliarios

RANGOS DE TAMAÑO DE MUESTRA POR GENERADORES NO DOMICILIARIOS			
RANGO DE TOTAL DE FUENTES DE GENERACIÓN NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO (N)	TAMAÑO DE MUESTRA (n)	MUESTRAS DE CONTINGENCIA	TOTAL, DE MUESTRAS NO DOMICILIARIAS
Menor a 50	N < 50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000	88	22	110

Nota: Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM 2018)

La determinación del número de muestras no domiciliarias queda definida según, la cantidad total de Establecimientos Comerciales de acuerdo al registro de autorizaciones emitidas por parte de la Sub Gerencia de Desarrollo Social de la Municipalidad Provincial de Celendín se tiene 556 generadores no domiciliarios de los cuales 392 son establecimientos comerciales, 73 restaurantes, 21 hoteles y 70 instituciones públicas y privadas; ya que en la ciudad de Celendín se encuentra en un rango entre 500 y 100, por lo tanto se trabajó con un total de 106 muestras no domiciliarias.

Tabla 3

Numero de generadores no domiciliarios.

Fuentes de Generación de Residuos Sólidos.	Cantidad total de Fuentes de Generación no domiciliaria.	Representatividad
Establecimientos comerciales	392	70%
Restaurantes	73	12%
Hoteles	21	4%
Instituciones Públicas y Privadas.	70	14%
TOTAL	556	100%

Nota: Porcentaje de representatividad teniendo como guía a la tabla fuentes de generación de residuos no domiciliarios de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos (MINAM 2018)

Tabla 4***Muestras por fuente de generación no domiciliaria***

Fuentes de generación de residuos solidos	Representatividad	Cálculo	Total, de muestras por fuente de generación
Establecimientos comerciales	70%	74	74
Restaurantes	12%	13	13
Hoteles	4%	4	4
Instituciones públicas y privadas.	14%	15	15
TOTAL	100%		106

Total, de muestras por fuente de generación no domiciliaria, el cálculo se realizó teniendo en cuenta la tabla de muestras representativas por fuente de generación no domiciliaria de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

Las 74 unidades muestrales deben ser distribuidas de acuerdo a la representatividad de cada clase de la siguiente manera.

Tabla 5*Total, de muestras por clase*

Clases	Nº de comercios	Representatividad	Total, de muestras por clase
1	156	40%	29
2	78	20%	15
3	21	5%	4
4	125	32%	24
5	12	3%	2
TOTAL	392	100%	74

Para la determinación de instituciones educativas se realizó en base a la Tabla Total, de muestras por clase de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales MINAM 2018.

Tabla 6*Determinación del número de muestras por subclases por instituciones educativas.*

Subclases de instituciones educativas	cantidad	Determinación del número de muestras	Total, a muestrear (n)
I.E. Superiores con más de 200 alumnos	5	1	1
I.E. Superiores con menos de 200 alumnos.	1	1	0
Colegios con más de 200 alumnos	8	1.6	2
Colegios con menos de 200 alumnos	56	11.2	11
Total	70	-	14

Por lo tanto, el número de muestras de los generadores no domiciliarios se obtuvo establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones públicas y privadas que sumarían 106 muestras de generadores no domiciliarios más 14 instituciones educativas, dos mercados locales de abastos y 4 rutas de limpieza pública.

3.2.3.2.3 Muestra para fuentes especiales.

En el caso de laboratorios de ensayos ambientales y similares, lubricentros, centros veterinarios, se deben identificar la cantidad de generadores y tomar, como mínimo, un 20% de los generadores existentes en cada fuente de generación.

Tabla 7*Muestras para Fuentes Especiales.*

Fuentes especiales	Cantidad	Determinación del número de muestras	Total, a muestrear (n)
Lubricentros	35	7	7
Laboratorio de ensayo y similares	4	0.8	0
Centros veterinarios	29	5.8	6
Centros comerciales	0	0	0
Ferias	0	0	0
TOTAL	46	-	13

Por lo tanto, el número de muestras de los generadores especiales 7 lubricentros, 6 veterinarias.

3.2.3.3 Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial.

Para realizar la selección de la muestra se realizó un proceso previo de zonificación del área urbana con el uso del plano catastral de Celendín, de acuerdo al rango para cantidades de viviendas de la Tabla N° que está establecido en la Guía para la Caracterización de Residuos Municipales (Resolución Ministerial N° 457 – 2018 – MINAM).

Tabla 8*Zonificación por rango de viviendas.*

Rango de Viviendas (N)	Zonificación
Hasta 1000 viviendas	No Aplica
Más de 1000 y hasta 10000 viviendas	Hasta 02 Zonas
Más de 10000 viviendas	Hasta 03 Zonas

Nota: Guía de caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM 2018).

Dividiéndose la muestra de generación de residuos domiciliarios de la siguiente manera:

Tabla 9

Muestras en zona A y B

ZONA	TAMAÑO DE MUESTRA (n)
A	63
B	51
Total	114

De acuerdo al trabajo de zonificación, se cuenta con dos zonas en la primera con un tamaño de 63 muestra de viviendas y la segunda zona con un tamaño de 51 muestra de viviendas.

Se dividió en dos zonas A y B, como se muestra en el Anexo 5.

3.2.4 Unidad de análisis.

Está dada por los costos económicos asociados al servicio de limpieza pública en la ciudad de Celendín, incluyen costos de gestión administrativa y operativa, mantenimiento de infraestructuras y equipos, así como barrido, recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos. La información fue obtenida de los registros administrativos y financieros de la Municipalidad Provincial de Celendín y complementada con los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos.

3.2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.2.5.1 Técnicas.

Para la recopilación de datos en la presente investigación se emplearon como técnicas principales el análisis documental y la observación no experimental (no participante), complementadas con la caracterización de residuos sólidos y entrevistas semiestructuradas. El análisis documental permitió consolidar información administrativa y financiera del servicio de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Celendín para estimar los costos de

barrido, recolección, valorización y disposición final. La observación no participante se aplicó en campo, sin intervenir en la operación, a fin de registrar rutas, frecuencias, tiempos, rendimientos y utilización de la flota, y validar la consistencia de los registros. La caracterización de residuos se realizó mediante muestreo en hogares, con pesaje y clasificación, para obtener la generación per cápita (kg/hab·día) y la densidad (kg/m³); con estos parámetros se calculó el volumen diario de residuos. Finalmente, mediante entrevistas semiestructuradas al subgerente de Limpieza Pública y Ornato Ambiental se precisaron supuestos, restricciones y criterios de asignación de costos. Con toda esta evidencia, se estimaron los costos económicos del manejo de residuos sólidos y se diseñó una propuesta tarifaria acorde con las necesidades y realidades de la ciudad.

3.2.5.2 Instrumentos.

3.2.5.2.1 *Instrumentos*

- Guía de observación (no participante): Instrumento diseñado para registrar de manera sistemática el estado organizativo y el funcionamiento operativo de la Subgerencia de Residuos Sólidos y Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Celendín.
- Guía de entrevista semiestructurada: La entrevista es un instrumento que se usó para conversar con el subgerente de Limpieza Pública y Ornato Ambiental; las preguntas son una guía para establecer el dialogo.
- Ficha Análisis documental: registra sistemáticamente la literatura académica u información de científica sobre el tema de investigación.

3.2.5.2.2 *Instrumentos de procesamiento de datos.*

- Microsoft Office 2019
- Microsoft Excel 2019.

- QGis 3.22

3.2.6 Técnicas de procesamiento de datos.

En la presente investigación se empleó la estadística descriptiva como técnica principal para el procesamiento de los datos recolectados. Para organizar y analizar la información, se utilizó el software Microsoft Excel, lo que facilitó la elaboración de tablas de frecuencias, gráficos de barras, gráficos de áreas y líneas de tendencia. Estas herramientas permitieron presentar de forma clara los resultados y características de los datos obtenidos en el estudio.

3.3 Procedimiento.

La metodología se diseñó para alcanzar el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, dividiéndose en dos fases: trabajo de campo y trabajo de gabinete.

3.3.1 Trabajo de campo

Consistió en la recopilación de información primaria mediante acciones concretas, orientadas a la caracterización del servicio de limpieza pública y la determinación de costos económicos asociados a su operación.

3.3.1.1 Coordinaciones y recopilación de información administrativa

En primer lugar, se llevaron a cabo coordinaciones con las autoridades locales y se reunió información administrativa relevante.

Estas actividades incluyeron:

- Gestiones de permiso: Se solicitó formalmente la autorización a la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la municipalidad para realizar el estudio (ver Anexo 1).
- Documentación técnica: Se recopiló el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del municipio, que sirve de marco para la gestión de residuos (ver Anexo 5).

- Documentos operativos: Se compilaron informes operativos, como, las rutas y horarios de recolección de residuos (ver Anexo 8), así como el registro del personal operativo (incluyendo clasificación por edad y funciones).

Estas coordinaciones y recopilación de datos administrativos sentaron las bases para comprender la estructura del servicio de limpieza y para obtener datos necesarios en el análisis de costos.

3.3.1.2 Determinación de la generación per cápita de residuos sólidos municipales

Para caracterizar la generación de residuos sólidos domiciliarios, se realizó siguiendo las pautas metodológicas del MINAM. Los pasos desarrollados fueron:

3.3.1.2.1 *Sensibilización:*

Se ejecutó una campaña de sensibilización dirigida a los habitantes del área urbana de Celendín. En esta etapa se explicó a la comunidad el objetivo del estudio y el proceso de caracterización de residuos, destacando la importancia de su colaboración voluntaria.

3.3.1.2.2 *Empadronamiento de participantes:*

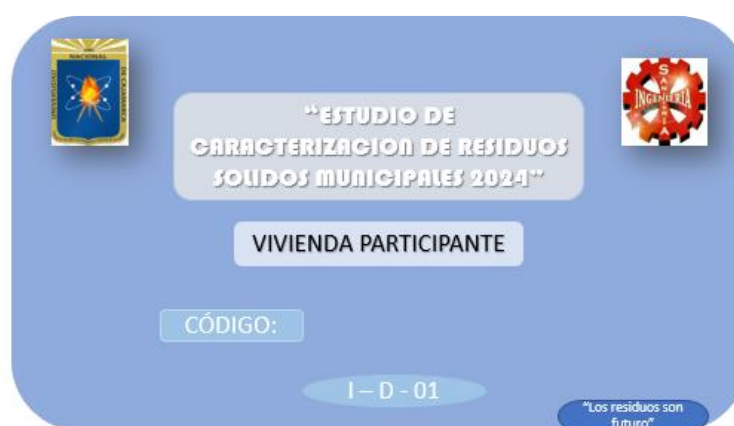
Después de la sensibilización, se procedió a empadronar las viviendas y establecimientos que participarían en la caracterización. Para este registro se utilizaron formularios oficiales establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) (ver Anexo 2). Se visitó cada hogar, negocio y lubricentro seleccionado, entregando una invitación escrita para informar sobre el estudio y solicitar su participación voluntaria. En este proceso se recogieron datos como la dirección, número de habitantes por vivienda y tipo de actividad económica (en el caso de locales comerciales), información necesaria para el análisis posterior.

3.3.1.2.3 *Identificación de viviendas y locales seleccionados:*

A cada vivienda y establecimiento empadronado se le asignó un código de identificación único. Se colocó un sticker de color con dicho código en un lugar visible de la fachada de cada unidad participante. Esta identificación permitió reconocer y rastrear la procedencia de cada muestra de residuos recolectada durante el estudio.

Figura 2

Sticker de identificación



Nota: Sticker adaptado por el investigador.

3.3.1.2.4 *Recolección de muestras domiciliarias:*

Tras el día "0" (día inicial de preparación), se implementó un plan de recolección específico para las viviendas y locales empadronados. Durante ocho días consecutivos (día 1 al día 7 de muestreo, más el día 0 de instalación), se recogió diariamente las bolsas de residuos codificadas de cada vivienda, establecimiento e institución participante. La recolección se realizó siguiendo rutas y horarios previamente establecidos (paralelos al servicio regular, pero separando las muestras del estudio). Las bolsas identificadas se transportaron cada día en un vehículo motocar hasta un centro de acopio temporal destinado al estudio. Este proceso garantizó que se recopilaran por separado los residuos generados por las unidades seleccionadas en cada jornada.

3.3.1.2.5 *Pesaje y cálculo de generación per cápita:*

En el centro de acopio, cada bolsa recogida fue pesada individualmente en una balanza digital, registrando el peso de los residuos diarios por vivienda o establecimiento. Con estos datos se procedió a calcular la generación de residuos per cápita para cada unidad muestreada. Para ello, se elaboró una tabla de registro (Tabla 10: Generación por persona) donde por cada vivienda se consignó:

El código de vivienda y el número de habitantes en esa vivienda. La cantidad de residuos (en kilogramos) generada cada día de la semana de muestreo, desde el Domingo (día 0) inicial hasta el siguiente Domingo (día 7).

El cálculo de la Generación Per Cápita (GPC) en kg/hab/día para esa vivienda, obtenido dividiendo el promedio diario de residuos (del día 1 al día 7) entre el número de habitantes de la vivienda.

Tabla 10*Generación por persona*

N° de Vivienda	Código de vivienda	N° de habitantes	Generación de residuos sólidos Domiciliarios (Kg.)					GPC (Kg/hab/día)
			Domingo	Lunes	...	Sábado	Domingo	
			día 0	día 1		día 6	día 7	
1								= (PROMEDIO (DIA1:DIA7))/N° de habitantes
2								
3								
4								
5								
6								
...								
n								
Promedio			= Promedio (GPC01:GPCn)					

Nota: Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, (MINAM 2018).

Esta tabla permitió observar la variabilidad diaria y calcular, al final, un valor promedio de GPC por vivienda. Posteriormente, se calculó la GPC promedio del área de estudio promediando las GPC de todas las viviendas, establecimientos comerciales, instituciones muestreadas.

3.3.1.3 Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Adicionalmente, como parte de la caracterización, se midió la densidad de los residuos sólidos municipales recolectados. El procedimiento seguido fue el recomendado por el MINAM para estudios de residuos:

- Se empleó un recipiente cilíndrico de capacidad conocida (un cilindro plástico de ~200 litros, equivalente a $\sim 0.2 \text{ m}^3$). Antes de iniciar, se midieron las dimensiones internas del cilindro (diámetro y altura) para calcular su volumen total.
- Al finalizar la recolección diaria, se seleccionaron al azar varias bolsas de residuos (ya pesadas y registradas) y se vaciaron sus contenidos dentro del cilindro hasta llenarlo, dejando aproximadamente 0.12 m de espacio libre en la parte superior. Esta precaución facilitó la manipulación sin desbordar el contenido.
- Para simular una compactación uniforme, el cilindro lleno se levantó a unos 10-15 cm del suelo y se dejó caer verticalmente. Esta acción de levantar y dejar caer se repitió tres veces, con cuidado de no volcar el contenido, de modo que los residuos se asentaran ocupando los espacios vacíos en el interior.
- Después de este proceso, se midió nuevamente la altura del espacio libre que quedó por encima de los residuos compactados dentro del cilindro. Con ese dato se pudo determinar el volumen efectivamente ocupado por los residuos (volumen del cilindro lleno menos el volumen del espacio libre).
- Conociendo el peso total de los residuos cargados en el cilindro (suma de las bolsas vaciadas) y el volumen ocupado calculado, se obtuvo la densidad de los residuos para ese día.

Este procedimiento se repitió para cada día del estudio de caracterización, obteniendo diferentes valores de densidad diaria. Al final, se calculó una densidad promedio de los residuos sólidos municipales de Celendín. Los datos de densidad (residuo suelto compactado por caída libre) son importantes para el diseño de sistemas de recolección y disposición final, ya que con la densidad promedio se puede dimensionar adecuadamente el volumen de contenedores, vehículos de recolección y celdas de relleno sanitario.

3.3.1.4 Estimación del volumen diario de residuos generados

Con los resultados de generación per cápita y densidad obtenidos, se procedió a estimar el volumen total diario de residuos sólidos municipales generados en Celendín. El cálculo se realizó en dos etapas:

3.3.1.4.1 *Cálculo del peso total diario*

Se multiplicó la generación per cápita promedio (kg/hab/día) por la población total servida en el área de estudio. Esta operación proporcionó el peso total de residuos generados por día en la localidad. En fórmula:

$$Peso_{total\ diario} = Generacion\ Per\ Capita\ kg/hab/dia \times Población\ hab.$$

3.3.1.4.2 *Cálculo del volumen diario*

Con el peso total diario estimado y la densidad promedio (kg/m³) de los residuos, se determinó el volumen diario de residuos. La fórmula aplicada fue:

$$Volumen_{Diario} = \frac{Peso_{Total\ Diario}\ kg/dia}{Densidad\ kg/m^3}$$

Este cálculo brinda el volumen aproximado de residuos que se genera cada día en Celendín. Conocer el volumen diario es fundamental para planificar la capacidad necesaria de almacenamiento, transporte (por ejemplo, el número y tamaño de compactadores) y la disposición final (espacio en el relleno sanitario).

3.3.1.4.3 *Visita al botadero el Guayao*

Se realizaron 13 visitas al botadero, con el fin de hacer observación directa, recolectar evidencias y realizar el acompañamiento en rutas de recolección para observar in situ el manejo, segregación y recolección de los residuos sólidos desde el punto de origen hasta la disposición final. Controlando así los horarios, rutas y tiempos de recolección.

3.3.1.5 Estimación de costos económicos

Como complemento al análisis de caracterización de residuos, se realizó la estimación de los costos económicos del manejo de residuos sólidos municipales. Dicha estimación se desarrolló siguiendo la metodología establecida en la “Guía Técnica sobre Estructuras de Costos Asociados a la Operación y Mantenimiento del Servicio de Limpieza Pública” del Ministerio del Ambiente (MINAM), la cual proporciona los lineamientos para la identificación, determinación y distribución de los costos en los distintos componentes del servicio de limpieza pública.

El análisis se efectuó a partir de la estructura tarifaria vigente y la información técnica y financiera proporcionada por la Subgerencia de Limpieza Pública, complementada con los datos operativos consolidados en el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) del municipio.

En este proceso, se utilizó la estructura propuesta en los anexos de la guía técnica del MINAM, la cual contempla los principales componentes del servicio: barrido, recolección, valorización y disposición final.

Para cada uno de estos componentes se identificaron los recursos humanos, materiales y logísticos empleados en la prestación del servicio, cuantificándose los insumos requeridos para su operación y mantenimiento, así como los costos directos e indirectos asociados (mano

de obra, materiales, repuestos, combustibles, lubricantes, depreciación de equipos y otros gastos operativos).

Toda la información fue organizada y procesada conforme al formato estandarizado de la guía del MINAM, lo que permitió estructurar los costos de manera sistemática y coherente.

3.3.2 Trabajo de gabinete

En la segunda fase, se procesó y analizó toda la información recopilada en campo con el objetivo de formular una propuesta tarifaria justa y sostenible para el servicio de limpieza pública. Durante esta fase, las actividades se enfocaron en sistematizar los datos, evaluar la eficiencia del servicio actual y desarrollar la estructura de costos y tarifas. En resumen, el trabajo de gabinete incluyó

3.3.2.1 Procesamiento y análisis de la información

Sistematización de datos financieros: Se consolidaron todos los datos de costos recolectados, construyendo una base de datos de costos del servicio. Los gastos se clasificaron por categorías, lo que facilitó la identificación de los componentes más significativos del presupuesto de limpieza pública. Esta sistematización permitió calcular el costo total operativo anual del servicio, sirviendo como insumo para el cálculo de la tarifa.

Análisis de eficiencia operativa: Se evaluó el desempeño actual del servicio de limpieza pública para detectar posibles ineficiencias y oportunidades de mejora. Esto involucró:

- **Evaluación de rutas:** Análisis de las rutas de recolección existentes y los horarios, verificando la cobertura y detectando posibles redundancias o áreas desatendidas.
- **Uso de recursos:** Evaluación del grado de utilización de vehículos y equipos, si la flota es suficiente o está ociosa, frecuencia de mantenimiento, años de antigüedad, así como

del consumo de combustible por ruta. También se consideró el estado de los recipientes de residuos, herramientas de barrido y otros recursos materiales.

3.3.2.2 Desarrollo de la propuesta de banda tarifaria

Con los costos claros y la evaluación operativa realizada, se procedió a desarrollar la propuesta tarifaria para el servicio de limpieza pública, siguiendo estos pasos:

3.3.2.2.1 *Análisis de costos totales*

Se revisó la estructura tarifaria vigente y el estado de costos del periodo 2024, consolidando la información anual proporcionada por la Subgerencia. Los desembolsos se clasificaron en costos directos (operación: mano de obra, combustible, insumos, mantenimiento), costos indirectos (administración, supervisión, servicios generales) y costos fijos (depreciación, seguros, alquileres, remuneraciones no variables). Con base en estos montos se estimó la composición porcentual del costo anual del manejo de residuos sólidos 2024, identificando la participación de cada rubro respecto del total. Este análisis permitió contrastar la coherencia entre la estructura tarifaria y la distribución del gasto, constituyendo la base para la estimación y/o ajuste de tarifas orientadas a la recuperación de costos.

3.3.2.2.2 *Establecimiento de criterios tarifarios*

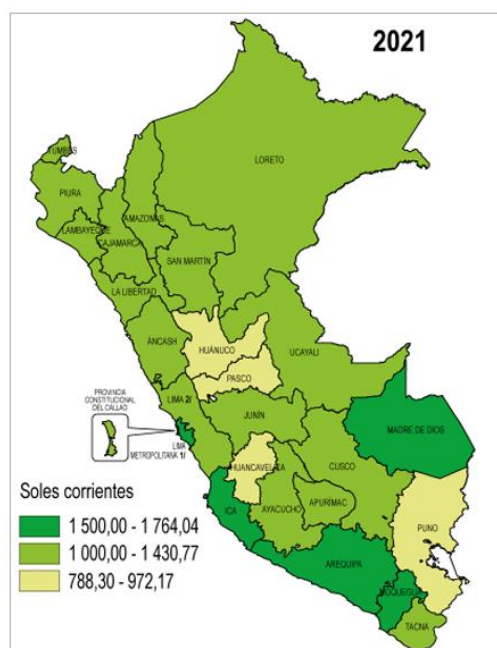
Previo al cálculo de montos específicos se definieron criterios socioeconómicos y técnicos que garanticen la equitatividad social y la viabilidad económica de la tarifa. Para ello, se efectuó un análisis de las condiciones socioeconómicas locales (nivel de ingresos promedio, índices de pobreza y capacidad de pago de la población) que permitió dimensionar la tarifa de acuerdo con la realidad de los usuarios. También se establecieron categorías de usuarios según su actividad y tamaño: residencial domiciliaria, comercial, institucional, industrial, etc. Cada categoría agrupa a usuarios con perfiles de generación y capacidad de pago similares.

- **Análisis socioeconómico:** Se estudiaron datos locales (ingresos medios, pobreza, empleo) para asegurar que la tarifa propuesta no exceda la capacidad de pago y reduzca la morosidad.

Para el desarrollo del estudio, se utilizaron los datos oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), obtenidos a través de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG). En específico, se tomó como referencia el informe correspondiente al año 2022, el cual presenta los ingresos promedio por hogar provenientes del trabajo en cada uno de los departamentos del territorio nacional. Esta información sirvió como base para establecer los parámetros económicos aplicables al contexto de la investigación.

Figura 3

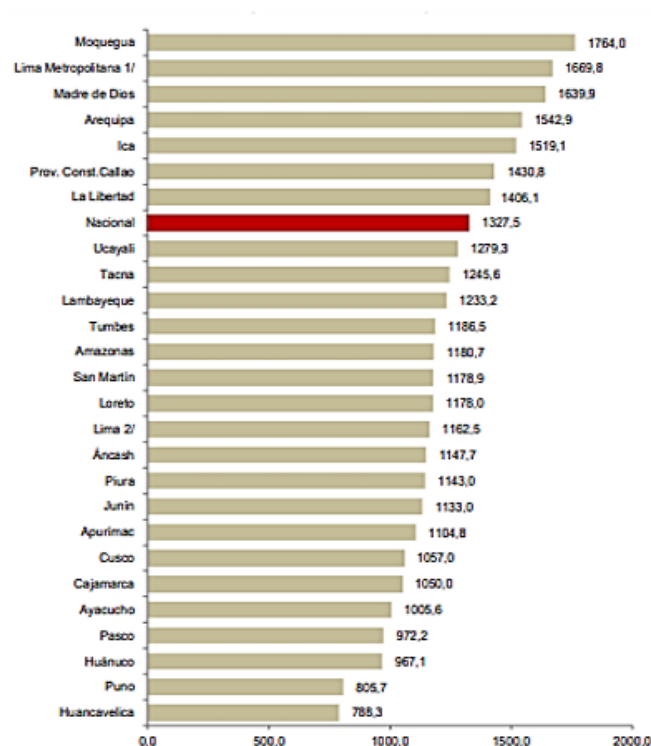
*Rango del Ingreso Promedio Mensual Proveniente del Trabajo Según
Departamento 2007, 2019,2020,2021.*



Nota: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007-2021
INEI, 2022

Figura 4

Gráfico de Ingresos Promedio por Hogar por Departamentos.

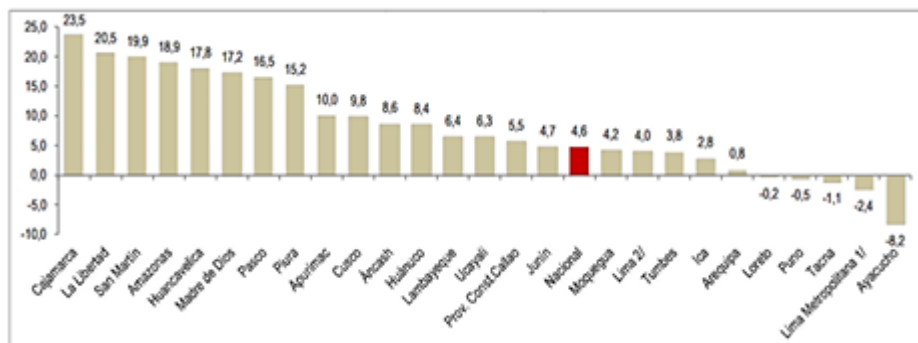


Nota: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007-2021
INEI, 2022

Como se observa, en el año 2021 el ingreso promedio por hogar en el departamento de Cajamarca fue de S/ 1,050. No obstante, para efectos de la presente investigación resulta necesario proyectar este valor al año regulatorio 2024. Para ello, se aplicará la variación porcentual del ingreso promedio por hogar correspondiente al departamento de Cajamarca, información que ha sido proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Figura 5

Variación Porcentual del Ingreso Promedio por Hogar Promedio por Hogar por Departamento.

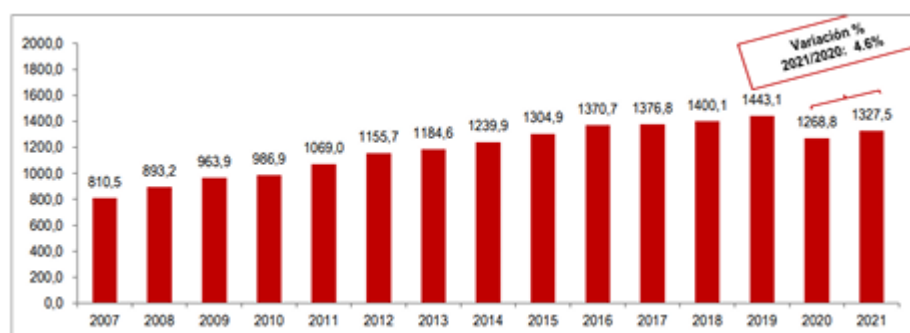


Nota: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007 - 2021
INEI, 2022

Durante el año 2021, el ingreso promedio por hogar en el departamento de Cajamarca aumentó en 23,5 % respecto al 2020. Sin embargo, el INEI recomienda tomar en cuenta una variación porcentual a nivel nacional, ya que cada año la economía se ve afectada por distintos factores. Un ejemplo claro fue la pandemia de la COVID-19 en 2020, que tuvo un fuerte impacto en los ingresos de las familias. Esta variación se muestra a continuación:

Figura 6

Variación Porcentual del Ingreso Promedio por Hogar a Nivel Nacional



Nota: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007 - 2021
INEI, 2022

En este contexto, se determinó que la variación porcentual del ingreso promedio por hogar entre los años 2020 y 2021 fue de 4,5 %. Este valor se adopta como referencia para proyectar el incremento de los ingresos promedio de los hogares del departamento de Cajamarca al año 2024, permitiendo así ajustar los cálculos económicos del estudio con base en una tendencia real y actualizada. A partir de esta estimación, se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación

Tabla 11

Ingreso Promedio por Hogar del Departamento de Cajamarca 2021-2022-2023-2024

Ingreso Promedio por Hogar Departamento de Cajamarca 2021 - 2022 – 2023 - 2024			
2021 S/.	2022 S/.	2023 S/.	2024 S/.
1050.00	1097.25	1146.63	1198.23

Nota: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007 - 2021 INEI, 2022

Finalmente concluimos que la estimación del ingreso promedio por hogar para el año 2024 en Cajamarca es de 1198.23 soles corrientes, dicho valor será utilizado como el valor de ingreso promedio por hogar para la ciudad de Celendín, para aspectos de la presente tesis.

- Definición de categorías: Se definieron clases de usuarios (domiciliar, comercial, institucional, industrial) y se ponderaron según su tamaño o tipo de actividad, reconociendo que, un comercio grande genera más residuos que una vivienda pequeña.

Este enfoque garantiza que la estructura tarifaria sea justa y responda al uso real del servicio.

3.3.2.2.3 *Diseño de la banda tarifaria*

- Determinación del costo por metro lineal del Servicio de Barrido de Calles

El servicio de Barrido de calles y de espacios públicos se presta con frecuencia dos veces cada un día, es decir sesenta veces al mes. Para determinar la longitud mensual del servicio de “Barrido de calles y vías públicas” se utilizaron las rutas de barrido, la longitud mensual de prestación del servicio de la ciudad de Celendín es de 1 746 120 metros lineales.

Tabla 12

Longitud mensual de la prestación del servicio de barrido de calles y vías públicas.

RUTA	LONGITUD DE BARRIDO (m)	FRECUENCIA POR MES	TOTAL
RUTA 1	1714	60	102840
RUTA 2	1833	60	109980
RUTA 3	1807	60	108420
RUTA 4	1592	60	95520
RUTA 5	1559	60	93540
RUTA 6	1638	60	98280
RUTA 7	1605	60	96300
RUTA 8	1842	60	110520
RUTA 9	1680	60	100800
RUTA 10	1676	60	100560
RUTA 11	1284	60	77040
RUTA 12	1354	60	81240
RUTA 13	1340	60	80400
RUTA 14	1427	60	85620
RUTA 15	1715	60	102900
RUTA 16	1575	60	94500
RUTA 17	1758	60	105480
RUTA 18	1703	60	102180
		TOTAL	1746120

- Determinación de la Tarifa Mensual del Servicio de Barrido de Calles y Vías Públicas por Usuario

Tabla 13**Costo por metro lineal mensual.**

Costo mensual de barrido de calles	Longitud mensual (m)	Costo por metro lineal mensual
39 674.67	1746120	0.022

La tarifa mensual del servicio del barrido será de acuerdo al frontis de sus domicilios de los usuarios.

$$Tm = Cml * Fr n * Qml$$

Donde:

Tm: Tarifa mensual

Cml: Costo por metro lineal.

Fr n: Frecuencia del servicio durante el mes.

Qml: cantidad de metros lineales de frentera del predio

- Determinación del costo mensual del Servicio de Recolección, valorización y Disposición Final de Residuos Sólidos por habitante.

El costo mensual por la prestación del servicio de “Recolección, valorización y Disposición Final de Residuos Sólidos” es de S/84 763.22 soles para distribuir los costos se tomó en consideración, número de habitantes por casa, generación per cápita y el costo de tonelada.

Tabla 14*Determinación del costo por tonelada y por kilogramo de recolección de residuos sólidos*

Costo mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de RRSS (A)	Generación mensual de RRSS (B)	Costo por TM C= A/B	Costo por Kg C/1000
84 763.22	346	244.98	0.244

Para determinar el costo mensual del Servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos por habitante se utilizó la generación per cápita calculada.

Tabla 15

Determinación del costo mensual por habitante del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos.

Generación per cápita por habitante/día RRSS (A)	Costo por Kg de generación de RRSS (B)	Costo por habitante día $C = A * B$	Costo por habitante /mes por generación de RRSS $(D) = C * 30 \text{ días}$
0.59 kg	0.244	0.144	S/. 4.32

Para asignar el costo mensual del servicio de “Recolección, valorización y disposición final de Residuos Sólidos para el Grupo “Vivienda” se multiplicó el costo mensual por habitante de generación de residuos sólidos de S/4.32 soles por la cantidad proyectada de habitantes para el año 2024.

Tabla 16

Asignación del costo mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos.

COSTO POR HABITANTE/ MES POR GENERACION DE RRSS (A)	CANTIDAD PROYECTADA DE HABITANTES PARA EL AÑO 2024 (B)	COSTO DE GENERACION DE RRSS PARA “VIVIENDA” $(C) = A * B$	COSTO MENSUAL DEL SERVICIO DE R, V Y DF DE RRSS (D)
S/. 4.32	22 825	S/. 98 604	S/. 84 763.22

Tabla 17

Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para el uso vivienda por número de habitantes.

CANTIDAD DE HABITANTES POR VIVIENDA (A)	GPC DE RRSS (B)	COSTO POR KG (C)	DIA MES (D)	TARIFA MENSUAL (G=A*B*C*D)
2	0.59	0.244	30	8.6
3	0.59	0.244	30	13.0
4	0.59	0.244	30	17.3
5	0.59	0.244	30	21.6
6	0.59	0.244	30	25.9
7	0.59	0.244	30	30.2
8	0.59	0.244	30	34.6
9	0.59	0.244	30	38.9
10	0.59	0.244	30	43.2
11	0.59	0.244	30	47.5

Por cada vivienda mayor a doce habitantes por vivienda se incrementará en S/. 4.00.

- Asignación de costos mensuales del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para residuos no domiciliarios. Los predios considerados como uso “comercio o generadores no domiciliarios” comprenden a industria, comercio y servicios generales. Para determinar la tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para comercio se multiplico la generación per cápita de cada tipo de establecimiento, por 30 días del mes y el resultado se multiplico por el costo por kilogramo de generación de residuos sólidos.

Tabla 18

Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para comercios

GENERADORES	GPC (A)	GPC MENSUAL (B)	COSTO POR KG (C)	N° DE ESTABLECIMIENTOS	COSTO DEL MES (E)=(B*C)	TARIFA MENSUAL
CLASE 1	285.46	8563.8	0.244	156	2089.5672	13.4
CLASE 2	129.42	3882.6	0.244	78	947.3544	12.1
CLASE 3	35.33	1059.9	0.244	21	258.6156	12.3
CLASE 4	74.20	2226	0.244	125	543.144	4.3
CLASE 5	18.57	557.1	0.244	12	135.9324	11.3
HOTELES	63.38	1901.4	0.244	21	463.9416	22.1
RESTAURANTES	933.82	28014.6	0.244	73	6835.5624	93.6
IPP	58.38	1751.4	0.244	70	427.3416	6.1

Determinación de la tarifa de mercados

Para determinar la tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para mercados se obtuvo información de la cantidad diaria de generación de residuos generados por los mercados. para determinar la tarifa mensual se distribuyó la cantidad de residuos generados entre la cantidad de puestos comerciales, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 19

Tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos en la categoría mercados

MERCADOS	CANTIDAD DE PUESTOS (A)	DISTRIBUCION PORCENTUAL (B)	GPC DE RRSS (C)	GENERACION MENSUAL DE RRSS POR MES EN KG D=C*30	COSTO POR KG	TARIFA MENSUAL (F)= (D*E)/A
Mercado AAA	730	94%	1607.66	48229.8	0.244	16.1
Mercado Eliazar	45	6%	309.40	9282	0.244	50.3

- Asignación de costos mensuales del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para residuos especiales.

Para determinar la tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos para residuos especiales se obtuvo información de la cantidad diaria de generación de residuos sólidos, luego se multiplicó por 30 días y por el costo de recolección por kilogramo, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 20

Tarifa mensual de recolección y disposición final de residuos sólidos en la categoría residuos especiales.

GENERADOR	GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS POR DIA (A)	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS POR MES (B)= A*30	COSTO POR KG (C)	TARIFA MENSUAL (D) =B*C	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS (E)	TARIFA MENSUAL F=D/E
Centros veterinarios	29.19	875.7	0.244	213.67	29	7.4
Lubricentros.	34.05	1021.5	0.244	249.246	35	7.1

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Costos económicos del servicio de limpieza pública.

En esta sección se presentan los resultados de la estimación de los costos asociados al servicio de limpieza pública en el distrito de Celendín durante el año 2024.

4.1.1 Estimación de costos económicos

El costo total del manejo de residuos sólidos municipales en el proceso de barrido, recolección, valorización y disposición final en el año 2024 fue de S/ 1,493,254.86, como se observa en el anexo 11. Este monto es importante para establecer una base de referencia para la propuesta tarifaria, ya que permite calcular la relación entre los costos del servicio. Es importante destacar que esta cifra representa el gasto necesario para cubrir el servicio de limpieza pública de los residuos, sin incluir las inversiones adicionales que puedan requerirse para mejorar la infraestructura o los procesos operativos.

Como resultado del proceso de estimación de costos económicos, se determinó el gasto total anual asociado a la prestación del servicio de limpieza pública municipal, considerando los cuatro componentes principales: barrido, recolección, valorización y disposición final. La estimación se realizó conforme a la metodología establecida en la “Guía Técnica sobre Estructuras de Costos Asociados a la Operación y Mantenimiento del Servicio de Limpieza Pública” del Ministerio del Ambiente (MINAM), y con base en la información técnica y financiera recopilada por la Subgerencia de Limpieza Pública y Ornato Ambiental.

El costo total estimado para la operación del sistema de limpieza pública asciende a S/ 1,493,254.86. Este valor agrupa tanto los costos directos (personal operativo, materiales, combustibles y mantenimiento) como los indirectos (depreciación, seguros, servicios y otros gastos administrativos).

La distribución de los costos por componente se muestra en el Anexo 12,13,14 y 15, evidenciando que el servicio de recolección representa el componente de mayor participación económica dentro del sistema.

4.1.1.1 Componente de barrido

El servicio de barrido comprende la limpieza manual de calles, plazas y espacios públicos. Este componente representa un costo anual de S/ 476,096.00, equivalente al 31.9 % del total del sistema, correspondiendo principalmente a gastos de personal, materiales de limpieza, uniformes, herramientas, combustibles y mantenimiento menor de equipos.

4.1.1.2 Componente de recolección

La recolección de residuos sólidos constituye el componente de mayor impacto económico, con un costo anual estimado de S/ 565,334.55 (37.9 % del total). Este valor integra los gastos de personal (conductores y ayudantes), consumo de combustible, mantenimiento de los camiones compactadores, lubricantes, repuestos, depreciación de flota y seguros vehiculares.

4.1.1.3 Componente de valorización

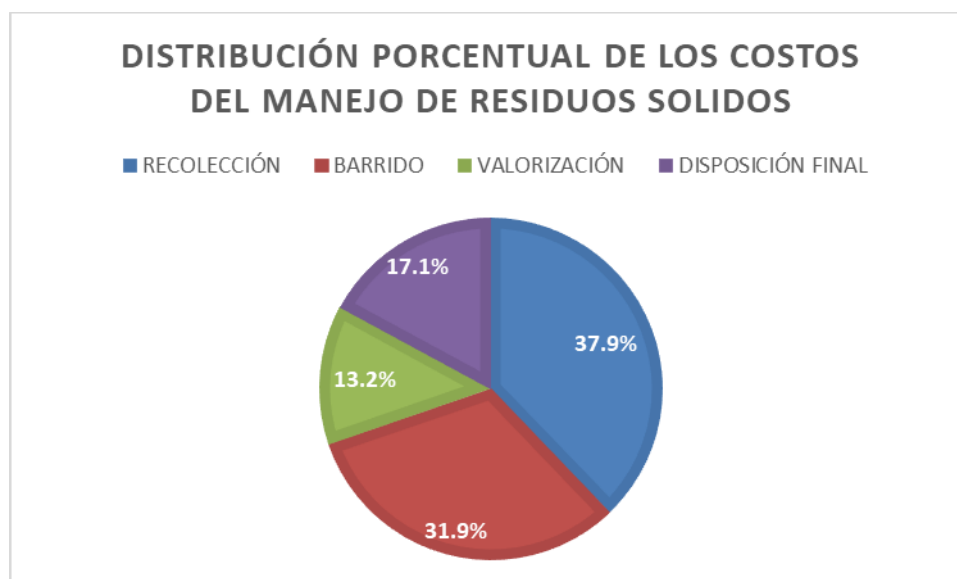
El componente de valorización, orientado a la segregación y clasificación de residuos aprovechables, presenta un costo anual de S/ 196,514.31, equivalente al 13.2 % del total. Este monto considera los gastos de personal de planta, insumos de selección, energía eléctrica, mantenimiento de equipos, materiales de embalaje y costos administrativos relacionados con la gestión del centro de valorización.

4.1.1.4 Componente de disposición final

La disposición final de residuos no valorizables en el botadero controlado demandó un costo anual de S/ 255,310.00, lo que representa el 17.1 % del costo global. Este componente incluye los gastos por operación del botadero controlado, personal técnico y de apoyo.

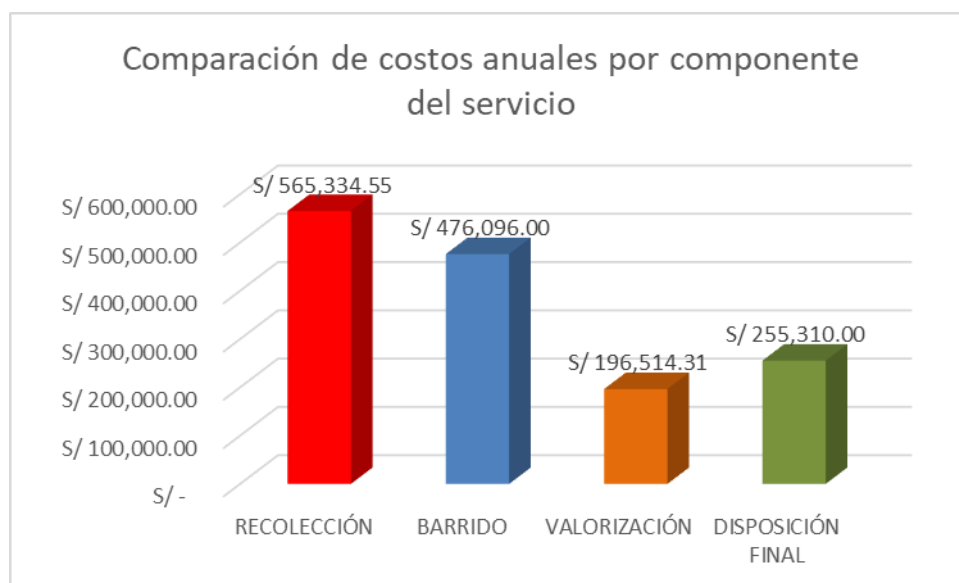
En conjunto, los resultados muestran que la recolección y el barrido concentran más del 69 % del gasto total del sistema de limpieza pública, lo que evidencia la alta incidencia de los costos operativos directos en comparación con los procesos de valorización y disposición final.

Figura 7 *Distribución porcentual de los costos del manejo de residuos sólidos*



En la figura se observa la distribución porcentual de los costos anuales del manejo de residuos sólidos, según sus principales componentes: barrido, recolección, valorización y disposición final. Se aprecia que los mayores costos corresponden a los procesos de recolección (37.9 %) y barrido (31.9 %), que en conjunto representan más de dos tercios del gasto total.

Figura 8 *Comparación de los costos anuales por componente*



El gráfico presenta los costos anuales estimados de los cuatro componentes del servicio de limpieza pública municipal. Se evidencia que el componente de recolección registra el mayor costo económico, seguido por el barrido, mientras que los procesos de valorización y disposición final representan una proporción menor del gasto total.

Figura 9

Total, de costos directos.



Según la figura el costo total directo de S/. 1,331,275.41 anuales de los cuales el 68% es costos de mano de obra, 27% costos de materiales y el 5% otros costos y gastos variables. Esto demuestra que el recurso humano constituye el principal componente del gasto operativo.

Figura 10

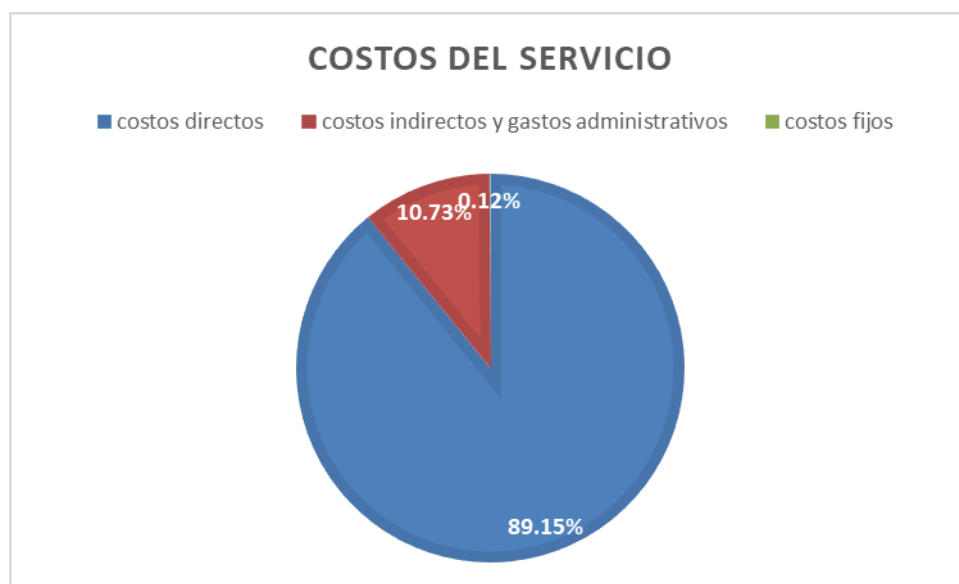
Total, de costos indirectos y gastos administrativos



Según la figura el total de costos indirectos y gastos administrativos es de S/. 160,216.95 de los cuales el 86% son costos de mano de obra indirecta y el 14% es materiales y útiles de oficina.

Figura 11

Costo del servicio.



Según la figura el costo total de limpieza pública es de S/.1,493,254.86 anuales, de los cuales el 89.15% es costos directos y el 10.73% es costos indirectos y 0.12% costos fijos. Este resultado confirma que la estructura económica del servicio está dominada por los gastos operativos directos.

4.2 Volumen de residuos sólidos en Celendín

4.2.1 *Generación per cápita domiciliaria del estrato A*

En el estrato A, el estudio de 54 casas muestra que cada persona genera, 0.64 kilogramos de residuos al día. Este número indica que, para un hogar típico de este estrato, cada integrante deja casi tres cuartos de kilo de residuos cada 24 horas. Comparado con otros estratos, este dato es un poco más alto y sugiere que, en general, el consumo y la producción

de residuos son más intensos en este grupo. Por tanto, esta cifra se convierte en un dato clave para entender cómo se comportan los hogares de estrato A al momento de botar sus residuos.

Tabla 21

Generación domiciliaria estrato A

ESTRATO A												
N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita ¹ Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
1	I - D - 01	3	7.30	1.50	1.60	4.00	2.38	2.10	2.84	1.88	OK	0.78
2	I - D - 02	4	1.60	0.30	3.64		1.48	2.20	0.94	0.90	OK	0.39
3	I - D - 03	6	4.10	3.70	9.18	2.28	3.50		4.56	4.02	OK	0.76
4	I - D - 04	2	2.80	2.58			1.32	0.40	1.90	2.58	OK	0.88
5	I - D - 05	5	1.26	1.00		1.06		0.30		1.96	OK	0.22
6	I - D - 06	3	1.40	0.30	3.70		2.34	1.20	2.10	0.92	OK	0.59
7	I - D - 07	3	2.10	2.36			2.24	3.70	7.40	4.72	OK	1.36
8	I - D - 08	3	0.80	6.26	2.62		2.90	6.48		3.00	OK	1.42
9	I - D - 09	4	3.70	3.70		1.14	1.48	3.60	0.58	2.28	OK	0.53
10	I - D - 10	7	2.20	2.00	1.32		2.40	3.30	2.86	1.46	OK	0.32
11	I - D - 11	5	1.20				1.60	1.38	1.40	0.20	OK	0.23
12	I - D - 12	8	0.80	3.10	1.40	6.02	0.32	3.20	4.94	1.84	OK	0.37
13	I - D - 13	2	1.00	1.10	2.80	1.94	1.58	2.26	1.12	1.54	OK	0.88
14	I - D - 14	3	3.60	3.00	0.60	1.32	0.72	0.90	1.88	0.34	OK	0.42
15	I - D - 15	4		0.54	0.42		0.40	0.60	0.34	0.40	OK	0.11
16	I - D - 16	8	2.10	1.60	12.80		3.00	5.00		5.00	OK	0.69
17	I - D - 17	4		4.02	0.60	2.44	2.50	4.70		1.56	OK	0.66
18	I - D - 18	3	10.40	4.30	3.90	2.62	4.16	1.90	1.00	3.28	OK	1.01
19	I - D - 19	2	4.40	2.20			2.82	1.30	0.88	0.64	OK	0.78
20	I - D - 20	4	4.90	1.80	1.40	0.36	0.10	7.20	5.52	3.86	OK	0.72
21	I - D - 21	5		0.90	4.32		2.62	3.10	6.14	2.04	OK	0.64
22	I - D - 22	2	0.20	1.30		2.44		0.50	0.34	0.10	OK	0.47
23	I - D - 23	3		2.70	0.66		2.74	0.70	1.44	0.54	OK	0.49
24	I - D - 24	2	0.50	2.00		3.14	4.14	0.58	1.20	1.00	OK	1.01
25	I - D - 25	5	5.70	3.00	5.90	2.38	3.66	4.70	2.78	4.90	OK	0.78
26	I - D - 26	3		1.80	1.10		0.46	1.00	2.76	1.00	OK	0.45
27	I - D - 27	2		1.40	3.10	1.50	0.50		1.03	0.30	OK	0.65
28	I - D - 28	3	0.20	0.40		7.78	0.54	1.20	0.74	0.46	OK	0.62
29	I - D - 29	7	6.90	3.90	3.00	3.40	2.36	2.80	3.86	2.78	OK	0.45

ESTRATO A												
N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita ¹ Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
30	I - D - 30	5	1.30	2.10	1.10	4.92	0.52	7.40	1.86	1.20	OK	0.55
31	I - D - 31	2	0.60	1.40	1.60		3.66	1.00	0.08	0.12	OK	0.66
32	I - D - 32	3	4.90	3.48	1.02		1.50			3.02	OK	0.75
33	I - D - 33	4	0.50	5.10	3.00	4.68	0.88	1.20	3.04	0.32	OK	0.65
34	I - D - 34	2	1.10	0.60	1.70	2.08	0.50	5.50	1.06	2.24	OK	0.98
35	I - D - 35	6		1.10		2.04	1.28	0.50	0.84	3.36	OK	0.25
36	I - D - 36	5	13.00	5.30		3.88		6.50	7.66	1.69	OK	1.00
37	I - D - 37	6	18.10	1.00		1.26	2.34	5.00	1.92	2.68	OK	0.39
38	I - D - 38	4	1.60	2.10	0.64			5.30	1.00	2.88	OK	0.60
39	I - D - 39	6		2.10	3.04	3.10	2.72			2.90	OK	0.46
40	I - D - 40	4			2.00	1.00			5.28	1.56	OK	0.62
41	I - D - 41	5	2.70	3.00	3.86		1.30	1.70		3.20	OK	0.52
42	I - D - 42	3	0.20	2.10		2.80	3.00	0.60	0.14	0.16	OK	0.49
43	I - D - 43	2	1.50			3.50	0.90	2.20		1.60	OK	1.03
44	I - D - 44	5	3.90	2.70	1.92		2.00	3.00	1.38		OK	0.44
45	I - D - 45	4	1.50	2.20	10.00	2.82	2.76	2.60		2.44	OK	0.95
46	I - D - 46	3		2.70	0.66		2.74	0.70	1.44	0.54	OK	0.49
47	I - D - 47	2	0.50	2.00		3.14	4.14	0.58	1.20	1.00	OK	1.01
48	I - D - 48	5	5.70	3.00	5.90	2.38	3.66	4.70	2.78	4.90	OK	0.78
49	I - D - 49	3		1.80	1.10		0.46	1.00	1.76	1.00	OK	0.40
50	I - D - 50	6		1.10	2.03	2.04	1.28	0.50	0.84	3.36	OK	0.27
51	I - D - 51	5	13.00	5.30	3.00	3.88		6.50	7.66	1.69	OK	0.93
52	I - D - 52	6	18.10	1.00		1.26	2.34	5.00	1.92	2.68	OK	0.39
53	I - D - 53	4	1.60	2.10	0.64	1.10		5.30	1.00	2.88	OK	0.54
54	I - D - 54	6		2.10	3.04	4.00	4.72	3.00	5.00	3.10	OK	0.59
Generación per cápita domiciliaria del estrato												0.64

4.2.2 Generación per cápita domiciliaria del estrato B

En el estrato B, al estudiar 60 casas, cada persona resulta en unos 0,55 kilos de residuos diarios que sale de su hogar. O sea, cada habitante de ese estrato aporta alrededor de medio kilo de residuos al día. Esta cifra llega a ser un poco menor que la que se midió en el estrato A, sugiriendo que en el estrato B la gente tiende a producir menos residuos por cada persona.

Tabla 22

Generación domiciliaria estrato B

ESTRATO B												
N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si estan todos los datos	Generación per cápita ¹ Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
1	I- D- 55	4	2.20	0.64	1.50	0.50	0.30	0.50	3.10	0.20	OK	0.24
2	I- D- 56	3	2.90	0.84	1.40	1.70	2.00		2.32	2.20	OK	0.58
3	I- D- 57	5	0.50	0.48	0.50	2.90	2.10	0.40	0.34	1.10	OK	0.22
4	I- D- 58	5	0.90	1.10	1.50	1.80	1.30	1.30	2.12	0.90	OK	0.29
5	I- D- 59	5	3.70	1.60	1.50	2.40	0.70	9.90	0.30	0.14	OK	0.47
6	I- D- 60	4	1.40	1.48	2.90	4.80	0.40	5.70	2.40		OK	0.74
7	I- D- 61	3	5.80	1.10		1.60	0.80	2.40	1.26		OK	0.48
8	I- D- 62	4	2.20	0.76	1.80	2.80	2.90	1.90	3.12		OK	0.55
9	I- D- 63	6	3.30	0.68	2.42	3.30		0.70	0.18	0.70	OK	0.22
10	I- D- 64	2			2.58	1.70	1.90		1.30		OK	0.94
11	I- D- 65	3	1.80	1.12	1.08	0.40	0.40	6.90	0.80	0.24	OK	0.52
12	I- D- 66	2		1.94	0.72	0.80				0.88	OK	0.54
13	I- D- 67	5		7.52		6.40		2.50	2.60	7.02	OK	1.04
14	I- D- 68	4	5.70	3.84	7.46	3.20	1.30	1.60	5.24	6.60	OK	1.04
15	I- D- 69	3			2.52	3.30		1.70	3.29		OK	0.90
16	I- D- 70	4	1.50	0.56	0.96	1.40	1.70	1.10	0.58	1.42	OK	0.28
17	I- D- 71	8	6.90	6.86	2.18	2.20	5.60	7.10			OK	0.60
18	I- D- 72	4	7.10	3.84	3.76	1.40	2.40	1.50	1.64	5.30	OK	0.71
19	I- D- 73	8	2.30	2.82	5.78		5.90	4.40	3.42	2.50	OK	0.52
20	I- D- 74	5		3.66	3.76	1.90	1.60	1.90	5.40	4.52	OK	0.65

ESTRATO B

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si estan todos los datos	Generación per cápita ¹ Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
21	I- D-75	3	1.40	0.82	3.30	4.80	1.70	2.70	2.60	2.86	OK	0.89
22	I- D-76	2	3.20	0.58	2.26	1.90	1.40	3.50	1.88	0.10	OK	0.83
23	I- D-77	3	1.40	5.24	3.30			4.90	0.58	1.90	OK	1.06
24	I- D-78	13	5.10	1.34	3.54	3.00	0.40	2.40	4.44		OK	0.19
25	I- D-79	5	3.90	2.24	1.66	1.50	0.20	1.20	2.40	1.22	OK	0.30
26	I- D-80	4	1.30	2.08	1.64		1.00	1.20	0.48		OK	0.32
27	I- D-81	7	2.20	1.08	1.58	1.00	1.70	1.90	0.92	0.44	OK	0.18
28	I- D-82	5	2.30	5.90	3.64	4.90	2.10	2.80	2.50	1.04	OK	0.65
29	I- D-83	2	0.80	0.90	1.70			1.00	0.30	1.18	OK	0.51
30	I- D-84	4	0.70	0.76	1.30	1.10	1.00	2.50	2.00	1.84	OK	0.38
31	I- D-85	2		2.14		1.40	1.70	1.40	2.02	0.72	OK	0.78
32	I- D-86	6	6.90	1.30	1.70		1.00	1.30	1.40	1.40	OK	0.23
33	I- D-87	2	1.50	1.94	1.50	1.70	0.90	0.40	1.40	0.74	OK	0.61
34	I- D-88	5	3.00	2.26	2.10	5.20	3.00		4.64	4.38	OK	0.72
35	I- D-89	2		1.00	0.40	2.70	1.60	0.40	2.30		OK	0.70
36	I- D-90	8	0.30	2.02		1.10		1.60	1.00		OK	0.18
37	I- D-91	2		0.76	1.90	0.90		0.40	0.62	0.46	OK	0.42
38	I- D-92	3	2.90	1.74		1.60		1.60	0.84		OK	0.48
39	I- D-93	4	4.70	1.68	0.40	3.20	1.60	2.70	3.44	2.94	OK	0.57
40	I-D-94	2	3.20	1.02	1.54		0.80	2.80	1.32		OK	0.75
41	I- D-95	3	2.30	2.98	1.90	3.10		1.00	1.90	2.74	OK	0.76
42	I- D-96	5	2.20	3.24		3.70	2.40	5.10	4.04		OK	0.74
43	I- D-97	6	6.90	1.22		2.60		1.60	7.98	2.56	OK	0.53

ESTRATO B												
N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si estan todos los datos	Generación per cápita ¹ Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
44	I- D- 98	4	0.80	0.38	1.40	1.50	1.50	1.30			OK	0.30
45	I- D- 99	5	7.10	0.74	0.70	3.00	0.60	1.20	1.26	1.24	OK	0.25
46	I- D- 100	2	0.80	2.78	0.70	1.10	0.60	0.50	2.64	1.28	OK	0.69
47	I- D- 101	4	1.30	0.98	1.06	2.80	1.40	1.60	1.20	1.20	OK	0.37
48	I- D- 102	3	0.80	0.28	1.40			0.30		0.02	OK	0.17
49	I- D- 103	3	2.20	0.40	4.40	3.70	3.80	1.60	0.46	1.58	OK	0.76
50	I- D- 104	7	5.70	0.52	7.70	3.10		3.40	2.72		OK	0.50
51	I- D- 105	6	2.50	0.52	1.20	0.90	1.40	3.50	2.12	0.98	OK	0.25
52	I- D- 106	7	7.40	1.14	3.10	3.40			0.42		OK	0.29
53	I- D- 107	5	2.30	3.38	1.80	0.50	4.00	5.30	1.54	6.14	OK	0.65
54	I- D- 108	3	1.90	1.90	4.30	3.60		0.50	4.18		OK	0.97
55	I- D- 109	5	3.70	1.60	1.50	2.40	0.70	9.90	0.30	0.14	OK	0.47
56	I- D- 110	4	1.40	1.48	2.90	4.80	0.40	5.70	2.40		OK	0.74
57	I- D- 111	3	5.80	1.10		1.60	0.80	2.40	1.26		OK	0.48
58	I- D- 112	3	2.90	1.74		1.60		1.60	0.84		OK	0.48
59	I- D- 113	4	4.70	1.68	0.40	3.20	1.60	2.70	3.44	2.94	OK	0.57
60	I- D- 114	2	3.20	1.02	1.54		0.80	2.80	1.32		OK	0.75
Generación per cápita domiciliaria del estrato												0.55

4.2.3 Generación per cápita total domiciliaria

Si juntamos los datos de las 114 casas muestreadas, vemos que en Celendín cada persona produce, en promedio, 0.59 kilos de residuos cada día. Esto quiere decir que cada habitante de la zona, en su hogar, deja caer algo así como 590 gramos de residuos diarios. El

promedio, entre las cifras que ya mencionamos para los estratos A y B, es de 0.59 kg/hab/día; quiere decir que, en general, Celendín tiene un ritmo relativamente moderado a la hora de generar residuos en las casas.

Tabla 23

Generación total de los residuos sólidos domiciliarios en Celendín

Generación Total de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el Celendín			
Nivel socio – económico (estrato)	Representatividad poblacional	GPC total del estrato validada	%i x GPCi
A	48%	0.64	0.30
B	52%	0.55	0.29
Total	100%	GPC domiciliaria	0.59

4.2.4 Generación per cápita no domiciliaria en establecimientos comerciales

En el ámbito no domiciliario, los establecimientos comerciales de Celendín dejan una notable cantidad de residuos. Se encontraron cinco tipos de generadores comerciales, organizados por el tipo de actividad, que aportan lo siguiente:

- Clase 1 (bodegas y panaderías): Producen 285.46 kg al día, la cifra más alta. Sobre todo, empaques, sobras de pan y otros restos típicos de la venta al por menor, por lo que se quedan con el primer lugar en tonelada de basura creada.
- Clase 2 (librerías, bazares, cabinas de internet y locutorios): Cada día suman 129.42 kg. Los números vienen de papeles, cartones, envoltorios de caramelos y fragmentos diminutos de plástico. Es de aceptación general que quedan en segundo puesto por cantidad.
- Clase 3 (ferreterías): Desprenden cerca de 35.33 kg cada jornada. Las cajas vacías, trozos de madera y pedacería de otros productos forman la mayor parte, así que el volumen se mantiene en una cantidad justa.

- Clase 4 (farmacias, boticas, salones de belleza y peluquerías): Se cuentan alrededor de 74.20 kg por día, con empaques de productos, restos de algodón y botellas vacías de cremas.

El dato más bajo indica que los negocios de la clase 4 producen menos residuos, que probablemente se limitan a empaques de medicamentos, frascos de cosméticos y algunos restos de residuos y fuegos pequeños, por lo que su huella es más ligera que la de las clases 1 y 2.

- Clase 5: Los lugares de entretenimiento, como los arcades y los cines, sueltan alrededor de 18,57 kilos al día, y por eso son los que menos basura registran. Esta cifra baja puede ser que haya pocos de estos negocios o que lo que se tira no es mucho, solo restos de productos de los bares, boletos y algunos papeles que la gente deja regados.

Si juntamos todo lo que producen las cinco clases, los comercios arrojan unos 542,98 kilos de residuos al día. Eso da alrededor de 198,19 toneladas al año de basura que no son las de las casas. Esta cifra común muestra que el sector comercial pesa bastante en los montones de residuos que deben mover los municipios.

Tabla 24

Generación de los centros comerciales según clase

CENTROS COMERCIALES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)
CLASE 1	285.46	
CLASE 2	129.42	
CLASE 3	35.33	
CLASE 4	74.20	
CLASE 5	18.57	
TOTAL	542.98	198.1877

4.2.5 *Generación per cápita no domiciliaria hoteles*

El sector hotelero en Celendín produce menos basura no domiciliaria que otros negocios, pero aun así hay que prestarle atención. En promedio, los hoteles generan 63.38 kilos al día, alcanzando al año unas 23.13 toneladas. Ese monto es menor que el que generan cafeterías o mercados, pero no se puede ignorar. Los residuos que sale de los hoteles se componen, sobre todo, de lo que queda de recibir huéspedes: restos de limpieza, envoltorios de jabones y shampoo, papel y un poquito de comida sobrante de los desayunos o cenas que algunos hoteles ofrecen.

Tabla 25

Generación de hoteles

HOTELES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)
HOTELES	63.38	23.1337

4.2.6 *Generación per cápita no domiciliaria restaurantes*

Los restaurantes se han convertido en uno de los principales responsables de los residuos sólidos no domiciliarios. Cada día, este sector produce, en promedio, 933.82 kilogramos de basura, que equivale a casi tres cuartos de tonelada diaria. Si sumamos los días del año, esto da un total cercano a 340.84 toneladas al año.

Tabla 26

Generación de restaurantes

RESTAURANTES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)
RESTAURANTES	933.82	340.8443

4.2.7 *Generación per cápita no domiciliaria instituciones públicas y privadas*

Las instituciones públicas y privadas generan en conjunto alrededor de 58.38 kg/día, equivalente a unas 21.31 toneladas al año. Este volumen diario es relativamente bajo en

comparación con otros generadores no domiciliarios como los mercados o restaurantes, lo cual es esperable debido a la naturaleza principalmente administrativa de sus actividades.

Tabla 27

Generación de instituciones publicas

INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)
IPP	58.38	21.3087

4.2.8 Generación per cápita no domiciliaria instituciones educativas

Las escuelas, institutos y centros de educación superior en Celendín producen una parte notable de residuos sólidos que no vienen de los hogares. Juntas, generan unos 377,88 kilos cada día, que al año suman alrededor de 137,93 toneladas. Esta cifra muestra que el sector educativo no puede pasarse por alto cuando se habla de los residuos. Los casi 380 kilos que se sacan cada 24 horas son el resultado de la mezcla de residuos que dejan tanto estudiantes como el personal: se acumula papel (cuadernos, hojas impresas, envolturas de los cuadernos), cajas de cartón (de útiles y de comida), envases de plástico (botellas y envolturas de galletas) y una parte de residuos orgánicos (restos de comida de las loncheras y de las cafeterías). En comparación, las escuelas producen más residuos que los hoteles y hasta que algunas oficinas públicas, lo que deja claro que hay que implementar programas de gestión de residuos sí o sí en los colegios.

Tabla 28

Generación de instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (Tn/Año)
I.E	377.88	137.9262

4.2.9 Generación de total de residuos no domiciliarios

En el distrito de Celendín, la generación de residuos sólidos no domiciliarios proviene de diferentes actividades económicas y de limpieza urbana, siendo los mercados y el barrido de espacios públicos las principales fuentes de generación. El Mercado AAA aporta alrededor de 1 607,66 kg/día, mientras que el Mercado Zonal Eliazar Velásquez genera 309,40 kg/día, alcanzando entre ambos un total de 1 917,06 kg diarios. A esto se suma la producción proveniente del barrido y limpieza de calles y plazas, con 1 609,95 kg/día, que representa una proporción considerable dentro del total.

Los restaurantes también tienen una participación importante, con una generación estimada de 933,82 kg diarios, mientras que otras fuentes, como hoteles, instituciones públicas y privadas, e instituciones educativas, contribuyen conjuntamente con 124,13 kg/día.

En el caso de los establecimientos comerciales, se identificaron cinco clases de generadores. Las bodegas y panaderías (Clase 1) encabezan la lista con 285,46 kg/día, seguidas de librerías, bazares, cabinas de internet y locutorios (Clase 2) con 129,42 kg/día. En niveles menores se ubican las farmacias, boticas, salones de belleza y peluquerías (Clase 4) con 74,20 kg, las ferreterías (Clase 3) con 35,33 kg, y finalmente los centros de entretenimiento (Clase 5) con 18,57 kg/día.

En conjunto, los establecimientos comerciales generan aproximadamente 543,00 kg diarios de residuos sólidos no domiciliarios, lo que refleja la importancia de este sector en el sistema de manejo de residuos y la necesidad de estrategias diferenciadas para su manejo adecuado.

Tabla 29*Generación total de residuos no domiciliarios*

GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS NO DOMICILIARIOS					
TIPO DE GENERADOR	FUENTES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	NOMBRE DE FUENTES DE RESIDUOS SOLIDOS	CLASE	GENERACIÓN TOTAL KG/DÍA	GENERACIÓN TOTAL TN/AÑO
NO DOMICILIARIO	Establecimientos comerciales	Bodegas y panaderías	Clase 1	285.46	
		Librerías, bazar	Clase 2	129.42	
		Ferreterías	Clase 3	35.33	198.1877
		Farmacias y boticas	Clase 4	74.2	
		Centros de entretenimiento	Clase 5	18.57	
	restaurantes			933.82	340.8443
		hoteles		63.38	23.1337
		Instituciones públicas y privadas		58.38	21.3087
	Instituciones educativas			377.88	137.9262
	Barrido y limpieza de espacios públicos			1609.95	587.63175
	mercados	Mercado AAA		1607.66	699.7269
		Mercado zonal Eliazar Velásquez		309.4	

4.2.10 Generación per cápita de residuos especiales

En la categoría de residuos especiales en Celendín, se han identificado dos grupos principales de generadores según sus subproductos: los lubricentros, que son talleres y puestos donde se cambian aceites y lubricantes de vehículos, y los centros veterinarios. Los primeros registran una producción aproximada de 34.05 kg diarios, mientras que los segundos concentran unos 29.19 kg. Al unir sus aportes, estos generadores de residuos especiales suman 63.24 kg al día, equivalente a 23.08 toneladas en un año calendario. Si bien, desde un enfoque cuantitativo, su peso es ínfimo frente a otras fuentes como el mercado mayorista, cuyo registro diario sobrepasa el 95% de su carga la relevancia de estos desechos se funda en su naturaleza diferenciada y su potencial riesgo para la salud pública y el medioambiente, cualidades que demandan una gestión rigurosa y diferenciada.

Tabla 30*Generación de residuos especiales*

Nº	FUENTE DE GENERACIÓN NO DOMICILIARIOS	GENERACIÓN TOTAL (Kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (TN/año)
1	LUBRICENTROS	34.05	
2	LABORATORIOS DE ENSAYO Y SIMILARES	0.00	
3	CENTROS VETERINARIOS	29.19	
5	FERIAS	0.00	
	TOTAL	63.24	23.0826

4.2.11 Densidad de los residuos sólidos domiciliarios.

En el análisis de la densidad de los residuos sólidos, se encontraron variaciones significativas entre los diferentes tipos de residuos. En los residuos domiciliarios, la densidad promedio fue de 202.54 kg/m³, destacando una mayor densidad en el estrato A (216.70 kg/m³) en comparación con el estrato B (188.39 kg/m³). Este valor refleja las diferencias en la

Tabla 31*composición de los residuos generados en distintas áreas residenciales.*

DENSIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS			
PARAMETRO	ESTRATO A DENSIDAD PROMEDIO KG/M3	ESTRATO B DENSIDAD PROMEDIO KG/M3	DENSIDAD GENERAL KG/M3
DENSIDAD	216.70	188.39	202.54

4.2.12 Densidad de los residuos no domiciliarios.

Los residuos no domiciliarios, como los provenientes de establecimientos comerciales, también muestran una amplia variabilidad. Los residuos generados en restaurantes, por ejemplo, presentaron una densidad significativa de 371.38 kg/m³, mientras que los de las librerías y bazares fueron considerablemente más bajos, alcanzando solo 85.46 kg/m³. Este patrón resalta la influencia de la actividad comercial en la generación y densidad de residuos.

Tabla 32***Densidad de residuos sólidos no domiciliarios.***

DENSIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS NO DOMICILIARIOS						
TIPO DE GENERADOR	FUENTES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	NOMBRE DE FUENTES DE RESIDUOS SOLIDOS	CLASE	PARÁMETRO	DENSIDAD PROMEDIO KG/M3	
NO DOMICILIARIO	Establecimientos comerciales	Bodegas y panaderías	Clase 1	Densidad	107.46	
		Librerías, bazar	Clase 2		85.43	
		Ferreterías	Clase 3		162	
		Farmacias y boticas	Clase 4		70.43	
		Centros de entretenimiento	Clase 5		48.35	
	restaurantes	hoteles		Densidad	371.64	
					131.38	
	Instituciones públicas y privadas				83.01	
	Instituciones educativas			Densidad	83.38	
	Barrido y limpieza de espacios públicos				213.19	
	mercados	Mercado AAA			Densidad	310.45
		Mercado zonal Eliazar Velásquez			Densidad	278.99

4.2.13 Densidad de los residuos especiales.

Los residuos especiales, como los generados en lubricentros y talleres mecánicos, presentaron una densidad aún mayor, con un promedio de 341.01 kg/m³, lo que indica la necesidad de un manejo diferenciado debido a sus características particulares.

Tabla 33***Densidad de los residuos especiales.***

DENSIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS ESPECIALES			
TIPO DE GENERADOR	CLASES DE RESIDUOS ESPECIALES	PARÁMETRO	DENSIDAD PROMEDIO KG/M3
ESPECIALES	Lubricentros talleres mecánicos, laboratorios de ensayo y similares, centros veterinarios.	DENSIDAD	341.01

4.2.14 Densidad promedio de los residuos de los residuos domiciliarios, no domiciliarios y especiales

En la Tabla 40 se presenta la densidad promedio de los residuos sólidos generados en Celendín, considerando las diferentes fuentes de generación. Los resultados evidencian que los residuos domiciliarios registran una densidad de 202,54 kg/m³, valor representativo de zonas urbanas con composición mixta de residuos orgánicos e inorgánicos.

En el caso de los residuos no domiciliarios, se observa una variabilidad marcada según la actividad económica. Los restaurantes alcanzan la mayor densidad (371,64 kg/m³), debido al predominio de materia orgánica húmeda y restos de alimentos. En contraste, las instituciones públicas, privadas y educativas (IPP e IE) presentan densidades más bajas (83,01 y 83,38 kg/m³, respectivamente), asociadas principalmente a materiales ligeros como papel, cartón y plástico.

Otras fuentes, como el barrido de vías públicas (213,19 kg/m³) y los mercados (294,72 kg/m³), muestran valores intermedios vinculados a la mezcla de tierra, desechos orgánicos y materiales inorgánicos. Finalmente, los residuos especiales presentan la densidad más alta (341,01 kg/m³), producto de su compactación y composición diversa.

En conjunto, la densidad promedio general de los residuos sólidos en Celendín es de 201,73 kg/m³, lo que refleja una composición heterogénea y coherente con las características de una ciudad intermedia, donde predominan los residuos de origen orgánico acompañados de fracciones inorgánicas de menor densidad.

Tabla 34*Densidad promedio de los residuos.*

Generador	Densidad total Kg/m ³
Domiciliario	202.54
Establecimientos comerciales	94.73
Restaurantes	371.64
Hoteles	131.38
IPP	83.01
IE	83.38
Barrido de vías publicas	213.19
Mercados	294.72
Especiales	341.01
Total	201.73

4.2.15 Peso total diario de residuos sólidos por fuente de generación (kg/día)

El peso total diario de residuos sólidos generados por las diferentes fuentes de generación se detalla a continuación:

Tabla 35*Peso total diario por fuente de generación*

FUENTE DE GENERACIÓN	Generación per cápita	Número de unidades	Peso kg/día
Residuos domiciliarios	0.59	50706	3366.54
Clase 1	285.46	156	44531.76
Clase 2	129.43	78	10095.54
Clase 3	35.33	21	741.93
Clase 4	74.20	125	9275.0
Clase 5	18.57	12	222.84
Restaurantes	933.82	73	68168.86
Hoteles	63.38	21	1330.98
IPP	58.38	70	4086.6
IE	377.88	70	26451.6
Barrido de vías publicas	1609.95	18	28979.1
Mercados	1917.06	2	3834.12
Residuos especiales	63.24	46	2909.04
Total			203993.91

Este análisis refleja la magnitud de los residuos generados diariamente por cada fuente, proporcionando una base para la gestión eficiente y la planificación de estrategias de manejo de residuos en cada sector.

4.2.16 Volumen de los residuos domiciliarios por fuente de generación (m³/día)

En relación con el volumen de residuos generados, se estima que los residuos domiciliarios alcanzan un total de 16,62 m³ por día, lo que refleja la contribución constante de los hogares a la producción total de desechos en el distrito. En el caso de los establecimientos comerciales, el mayor aporte proviene de la Clase 1 (bodegas y panaderías), con un volumen estimado de 414,40 m³ diarios, seguida por la Clase 2 (librerías y bazares) con 118,17 m³ y la Clase 4 (farmacias y boticas) con 131,69 m³.

Los mercados también representan una fuente importante dentro del sistema de generación de residuos, acumulando en conjunto un volumen aproximado de 13,01 m³ diarios. Este valor proviene de la actividad de los mercados AAA y Zonal Eliazar Velásquez, los cuales concentran una alta producción de desechos orgánicos. En general, estos resultados muestran que los sectores comerciales y de abastos requieren una atención especial dentro del servicio de limpieza pública, debido a la frecuencia y cantidad de residuos que generan a diario.

Tabla 36

Volumen de residuos sólidos por fuente de generación

FUENTE DE GENERACIÓN	Peso kg/día	Densidad kg/m ³	Volumen (m ³ /día)
Residuos domiciliarios	3366.54	202.54	16.62
Clase 1	44531.76	107.46	414.4
Clase 2	10095.54	85.43	118.17
Clase 3	741.93	162.0	4.58
Clase 4	9275.0	70.43	131.69
Clase 5	222.84	48.35	4.61
Restaurantes	68168.86	371.64	183.43
Hoteles	1330.98	131.38	10.13
IPP	4086.6	83.01	49.23
Barrido de vías públicas	28979.1	213.19	135.93
Mercados	3834.12	294.72	13.01
Residuos especiales	2909.04	341.01	8.53
Total			1407.58

4.3 Propuesta de banda tarifaria.

A continuación, se presenta la propuesta de banda tarifaria para el servicio de limpieza pública, especificando el precio por kg y la tarifa mensual por usuario según las diferentes categorías de generadores de residuos

La propuesta se formula conforme a los criterios técnicos establecidos en la “Guía Técnica sobre Estructuras de Costos Asociados a la Operación y Mantenimiento del Servicio de Limpieza Pública” del Ministerio del Ambiente (MINAM), aplicando principios de proporcionalidad, equidad y recuperación de costos

Tabla 37

Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos domiciliarios.

CANTIDAD DE HABITANTES POR VIVIENDA (A)	GPC DE RRSS (B)	COSTO POR KG (C)	DIA MES (D)	TARIFA MENSUAL ($G=A*B*C*D$)
2	0.59	0.244	30	8.6
3	0.59	0.244	30	13.0
4	0.59	0.244	30	17.3
5	0.59	0.244	30	21.6
6	0.59	0.244	30	25.9
7	0.59	0.244	30	30.2
8	0.59	0.244	30	34.6
9	0.59	0.244	30	38.9
10	0.59	0.244	30	43.2
11	0.59	0.244	30	47.5

Nota: Por vivienda mayor a doce habitantes por vivienda se incrementará en S/. 4.00. La tabla 42 presenta la tarifa mensual propuesta para el servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos domiciliarios, calculada en función del número de habitantes por vivienda y la generación per cápita de residuos (GPC). El cálculo considera la generación diaria de residuos, el costo unitario por kilogramo y los días de prestación mensual del servicio.

Tabla 38

Tarifa mensual del servicio de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos no domiciliarios.

GENERADORES	GPC (A)	GPC MENSUAL (B)	COSTO POR KG (C)	N° DE ESTABLECIMIENTOS	COSTO DEL MES (E)=(B*C)	TARIFA MENSUAL
CLASE 1	285.46	8563.8	0.244	156	2089.5672	13.4
CLASE 2	129.42	3882.6	0.244	78	947.3544	12.1
CLASE 3	35.33	1059.9	0.244	21	258.6156	12.3
CLASE 4	74.20	2226	0.244	125	543.144	4.3
CLASE 5	18.57	557.1	0.244	12	135.9324	11.3
HOTELES	63.38	1901.4	0.244	21	463.9416	22.1
RESTAURANTES	933.82	28014.6	0.244	73	6835.5624	93.6
IPP	58.38	1751.4	0.244	70	427.3416	6.1

En la tabla 43 se presentan las tarifas mensuales propuestas para los generadores no domiciliarios, clasificadas por tipo de establecimiento según su generación mensual de residuos (GPC mensual) y el costo unitario por kilogramo. Las tarifas varían de acuerdo con la cantidad de establecimientos y la magnitud del volumen generado.

Tabla 39

Tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos no domiciliarios Mercados.

MERCADOS	CANTIDAD DE PUESTOS (A)	DISTRIBUCION PORCENTUAL (B)	GPC DE RRSS (C)	GENERACION MENSUAL DE RRSS POR MES EN KG D=C*30	COSTO POR KG	TARIFA MENSUAL (F)= (D*E)/A
Mercado AAA	730	94%	1607.66	48229.8	0.244	16.1
Mercado Eliazar	45	6%	309.40	9282	0.244	50.3

La tabla 44 presenta la tarifa mensual propuesta para los mercados municipales, calculada en función del número de puestos, la generación per cápita y el costo unitario por kilogramo de

residuos. Las tarifas reflejan la participación proporcional de cada mercado en la generación total y su estructura de puesto

Tabla 40

tarifa mensual de recolección, valorización y disposición final de residuos sólidos en la categoría residuos especiales.

GENERADOR	GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS POR DIA (A)	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS POR MES (B)= A*30	COSTO POR KG (C)	TARIFA MENSUAL (D) =B*C	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS (E)	TARIFA MENSUAL F=D/E
Centros veterinarios	29.19	875.7	0.244	213.67	29	7.4
Lubricentros.	34.05	1021.5	0.244	249.246	35	7.1

La tabla 45 muestra las tarifas propuestas para los generadores de residuos especiales, donde se incluye la generación estimada por mes y el cálculo de la tarifa por establecimiento según la cantidad y tipo de generador.

La propuesta de banda tarifaria se elaboró considerando principios de proporcionalidad, equidad y sostenibilidad, con el propósito de que cada usuario contribuya de acuerdo con la cantidad y el tipo de residuos que genera. De esta manera, se busca garantizar la recuperación de los costos reales del servicio, sin afectar de forma desproporcionada a los distintos sectores de la población.

En el caso de los usuarios domiciliarios, las tarifas mensuales oscilan entre S/ 8.6 para viviendas con dos habitantes y S/ 47.5 para aquellas con once habitantes, estableciéndose un incremento adicional de S/ 4.00 por cada persona que exceda ese número. Este esquema permite mantener una relación directa entre la generación de residuos y el monto a pagar, promoviendo una distribución más justa del costo del servicio.

Por otro lado, los generadores no domiciliarios presentan tarifas diferenciadas según su actividad económica. Los valores varían desde S/ 4.3 en la clase 4 hasta S/ 93.6 en el caso de

los restaurantes, que por su naturaleza generan un volumen mayor de residuos y requieren una recolección más frecuente. Estas variaciones reflejan la necesidad de adecuar las tarifas al tipo de actividad y a la carga operativa que demanda cada sector.

En cuanto a los mercados municipales, se determinó una tarifa de S/ 16.1 por puesto para el Mercado AAA y de S/ 50.3 por puesto para el Mercado Eliazar. La diferencia entre ambos obedece a su tamaño, número de comerciantes y volumen total de residuos generados, factores que inciden directamente en los costos de recolección y disposición final.

Finalmente, para los generadores de residuos especiales, como centros veterinarios y lubricentros, se plantean tarifas de S/ 7.4 y S/ 7.1 respectivamente. Estos valores responden al tipo y cantidad de residuos que generan, así como a la frecuencia requerida para su adecuada gestión.

En conjunto, la estructura tarifaria propuesta reconoce las diferencias entre los distintos tipos de generadores y busca una distribución equitativa de los costos del servicio, de modo que su aplicación contribuya tanto a la sostenibilidad económica del sistema de limpieza pública como al fortalecimiento de una gestión ambiental responsable en el distrito.

4.4 Discusión de resultados

4.4.1 Discusión de resultados de objetivo general.

La estimación realizada sobre los costos del servicio de limpieza pública en Celendín permitió estimar un gasto anual de S/ 1,493,254.86, como se observa en el anexo 11 correspondiente a las etapas de barrido, recolección, valorización y disposición final. Este valor constituye una referencia esencial para la formulación de la propuesta tarifaria, pues define la magnitud real de los recursos necesarios para el manejo de residuos sólidos.

Los resultados muestran que los costos directos representan la mayor parte del gasto total, con un 89.15 %, predominando el componente de mano de obra. Esto evidencia la fuerte

dependencia del servicio respecto al recurso humano, característica común en la mayoría de municipios del país. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Puma Estrada y La Torre Sihua (2024), quienes identificaron una estructura de costos similar en la provincia de Anta, y con Elizabeth (2019), quien determinó que el personal operativo constituye el principal gasto en el servicio de limpieza pública.

En cuanto a los costos indirectos y administrativos, estos alcanzan un 10.85 % del total, siendo la mano de obra indirecta el componente más relevante. Esta proporción confirma que, aunque menor, la gestión administrativa también incide de forma significativa en el costo global. Esto coincide con las observaciones de Díaz Hurtado (2018), quien destacó que las deficiencias en la planificación administrativa incrementan los costos operativos y afectan la eficiencia del servicio.

En síntesis, la estimación económica demuestra que el sistema de limpieza pública en Celendín mantiene una estructura de costos coherente con la realidad de otros municipios, aunque dependiente de la mano de obra. Este diagnóstico permitió sustentar técnicamente la propuesta de banda tarifaria, basada en criterios de proporcionalidad y recuperación de costos, en línea con los enfoques de Chu et al. (2017) y Abu-Qdais et al. (2023), quienes demostraron que los esquemas tarifarios escalonados promueven la sostenibilidad financiera y la equidad en la prestación del servicio.

4.4.2 Discusión de resultados de objetivo específico 1

El análisis del desglose de los costos económicos evidenció que los costos directos concentran la mayor proporción del gasto total (89 %), mientras que los indirectos representan un porcentaje reducido. Dentro de los costos directos, la mano de obra constituye el principal componente, seguida de los materiales y gastos variables. Este comportamiento confirma que

el servicio de limpieza pública es intensivo en trabajo y depende en gran medida de los recursos humanos para su funcionamiento.

Resultados similares fueron observados por Elizabeth (2019), quien, al estudiar el servicio de recolección y disposición final en San Martín, concluyó que los gastos operativos absorbían más del 90 % del presupuesto. Del mismo modo, Puma Estrada y La Torre Sihua (2024) señalaron que la falta de una adecuada distribución de recursos entre los rubros de mantenimiento, equipamiento y personal limita la eficiencia del servicio municipal.

En este contexto, la incorporación de estrategias de reciclaje y valorización de residuos se presenta como una alternativa viable para reducir los costos asociados a la disposición final. Así lo demostró Jiang et al. (2024), quien evidenció que la aplicación de medidas de valorización puede disminuir significativamente los costos económicos y ambientales de la gestión de residuos. De esta manera, los resultados de Celendín refuerzan la necesidad de optimizar los recursos operativos y fortalecer los programas de aprovechamiento de residuos para avanzar hacia un sistema más eficiente y sostenible

4.4.3 Discusión de resultados de objetivo específico 2

En relación con el volumen de residuos sólidos generados, los resultados muestran una marcada variabilidad entre las distintas fuentes, destacando los mercados y restaurantes como los principales generadores. Estos sectores presentan una carga significativa dentro del sistema de manejo de residuos, lo que evidencia la necesidad de estrategias diferenciadas para su atención.

Este patrón coincide con lo encontrado por Yrigoin Vásquez (2022), quien señaló que los sectores con mayor generación de residuos presentan también una mayor disposición a pagar por mejoras en el servicio, siempre que perciban beneficios tangibles en la calidad de la recolección. Bajo esta perspectiva, el caso de Celendín refuerza la conveniencia de establecer

tarifas diferenciadas según el volumen de residuos generados y la capacidad económica de los usuarios.

Asimismo, la concentración de residuos en los sectores de comercio y abastos se relaciona con lo planteado por Romano y Masserini (2023), quienes demostraron que los sistemas de pago por generación (PAYT) aplicados en municipios italianos incrementan la separación en la fuente y reducen la cantidad de residuos no aprovechables. Estos resultados sugieren que la adopción de esquemas tarifarios proporcionales al nivel de generación puede incentivar buenas prácticas y contribuir a mejorar la eficiencia del servicio.

4.4.4 Discusión de resultados de objetivo específico 3

La formulación de la banda tarifaria basada en el volumen y tipo de residuos generados constituye una herramienta clave para lograr un sistema financiero equilibrado y ambientalmente sostenible. La propuesta desarrollada diferencia las tarifas para usuarios domiciliarios, no domiciliarios, mercados y generadores especiales, considerando tanto la cantidad de residuos como las características operativas de cada grupo.

Este enfoque es coherente con las recomendaciones de Chu et al. (2017), quienes demostraron que los modelos tarifarios escalonados permiten una distribución más justa de los costos del servicio, y con los resultados de Abu-Qdais et al. (2023), quienes evidenciaron que las tarifas basadas en generación pueden elevar la recuperación de costos hasta en un 80 % y mejorar el desempeño ambiental.

Asimismo, el diseño propuesto guarda relación con las conclusiones de Romano y Masserini (2023), quienes evaluaron los beneficios de los sistemas PAYT en Europa y constataron su eficacia para incentivar la separación y reducción de residuos. En el caso de Celendín, la implementación de la banda tarifaria permitiría una mayor equidad entre los usuarios y contribuiría a la sostenibilidad financiera del servicio municipal. No obstante, su

efectividad dependerá de la capacidad de la administración local para aplicar mecanismos de monitoreo, fiscalización y control del pago, así como de campañas de educación ambiental que promuevan la participación ciudadana.

En conjunto, los resultados confirman que una estructura tarifaria basada en la generación de residuos es una alternativa viable y técnicamente fundamentada para mejorar el manejo de residuos sólidos en el distrito.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se logró estimar el costo económico total del manejo de residuos sólidos en Celendín, correspondiente al año 2024, alcanzando un monto de S/ 1,493,254.86. Este valor comprende los costos directos e indirectos de todas las fases del servicio: barrido, recolección, valorización y disposición final. El resultado constituye una base técnica para la propuesta tarifaria del servicio de limpieza pública, pues permite conocer la magnitud real de los recursos que el municipio requiere para sostener su operación.
- El análisis de los componentes económicos del servicio permitió identificar que la estructura de costos del manejo de residuos sólidos en Celendín está fuertemente dominada por los costos directos, los cuales representan el 89.15 % del gasto total anual, mientras que los costos indirectos alcanzan el 10.73 % y los costos fijos apenas el 0.12 %. Dentro de los costos directos, el recurso humano constituye el elemento más significativo, representando el 68 % del total, seguido por los materiales y suministros con un 27 %, y los otros gastos operativos con un 5 %. Asimismo, los componentes de recolección (37.9 %) y barrido (31.9 %) concentran más de dos tercios del presupuesto total del servicio, mientras que la valorización (13.2 %) y la disposición final (17.1 %) presentan una menor incidencia económica. Esta distribución refleja que el sistema de limpieza pública municipal depende en gran medida del trabajo operativo y manual, lo que eleva los costos de funcionamiento y limita la eficiencia financiera del servicio.
- El estudio permitió determinar el volumen total de residuos sólidos generados en Celendín, diariamente se producen aproximadamente 1,407.58 m³ de residuos. De este total, los residuos domiciliarios representan 16.62 m³/día, mientras que los establecimientos comerciales de la Clase 1 (bodegas y panaderías) aportan 414.40 m³/día, seguidos por los de Clase 2 (librerías y bazares) con 118.17 m³/día, y Clase 4

(farmacias y boticas) con 131.69 m³/día. Los restaurantes generan 183.43 m³/día, las instituciones educativas 317.24 m³/día, y los mercados municipales alrededor de 13.01 m³/día. Estos valores reflejan que los sectores comerciales y de abasto concentran los mayores volúmenes de residuos no domiciliarios, lo que exige estrategias diferenciadas de gestión y recolección, especialmente en las zonas con mayor densidad de actividades económicas.

- Con base en la información técnica obtenida, se planteó una banda tarifaria técnica y diferenciada para el servicio de limpieza pública, siguiendo los lineamientos establecidos en la Guía Técnica del MINAM sobre estructuras de costos. La propuesta se basa en criterios de equidad, proporcionalidad y sostenibilidad financiera, buscando que cada usuario contribuya de acuerdo con la cantidad y el tipo de residuos que genera. Para los usuarios domiciliarios, las tarifas mensuales varían entre S/ 8.6 y S/ 47.5, con un incremento adicional de S/ 4.00 por cada habitante que exceda los doce por vivienda. En los usuarios no domiciliarios, los valores oscilan entre S/ 4.3 (clase 4) y S/ 93.6 (restaurantes), mientras que en los mercados municipales se propusieron tarifas de S/ 16.1 por puesto en el Mercado AAA y S/ 50.3 en el Mercado Eliazar Velásquez. Por último, los residuos especiales como los generados por centros veterinarios y lubricentros presentan tarifas de S/ 7.4 y S/ 7.1 respectivamente. Esta estructura tarifaria refleja la realidad operativa del distrito y promueve una distribución justa y transparente de los costos, favoreciendo la sostenibilidad económica del servicio municipal.

6.2 Recomendaciones

- Se sugiere ampliar el enfoque de estudio incorporando la evaluación de los impactos ambientales y sociales del servicio de limpieza pública, considerando aspectos como la huella de carbono, los riesgos sanitarios y la calidad de vida de la población. De esta manera, las futuras investigaciones podrían avanzar hacia una valoración más integral y sostenible del manejo de residuos sólidos.
- Sería importante que futuras investigaciones incluyan encuestas de percepción ciudadana sobre la calidad del servicio y la disposición de los usuarios a pagar por su mejora. Este componente social aportaría una visión más completa del sistema tarifario y de su aceptación por parte de la comunidad.
- Se sugiere explorar mecanismos de financiamiento innovadores, tales como alianzas público-privadas, incentivos tributarios o programas de reciclaje con valor agregado. Estos enfoques permitirían reducir la dependencia del presupuesto municipal y fortalecer un sistema de gestión ambientalmente responsable y económicamente autosostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca-Guerrero, L., Maas, G., & Hogland, W. (2015). *Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo* | Revista Tecnología en Marcha. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n2/0379-3982-tem-28-02-00141.pdf>
- Abu-Qdais, H. A., Shatnawi, N., & Al-Shahrabi, R. (2023). *Modeling the Impact of Fees and Circular Economy Options on the Financial Sustainability of the Solid Waste Management System in Jordan. Resources*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/resources12030032>
- Álvarez Tapia, M., Santander Moreno, J. , & Rosero Moran, C. (2022). Necesidad de una ordenanza para la reducción de la propiedad urbana impuesto en Tulcán-Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 14(6), 414-420. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3390>
- Belmonte-Martin, I., Ortiz, L., & Polo, C. (2021). Local tax management in Spain: A study of the conditional efficiency of provincial tax agencies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 78, 101057. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101057>
- Bonopaladino Obando, N. E., García Calderón, T. R., & Zegarra Llerena, J. A. (2022). *Propuesta de mejora de la tasa de cobertura de costos del servicio de limpieza pública en municipalidades distritales del Perú a partir de un análisis regresional y la economía del comportamiento* [Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico de magíster en Gestión de la Inversión Social, Universidad del Pacífico]. Repositorio Digital de Tesis UP. <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/4022>
- Cheela Venkata, R. S., Ranjan, V. P., Goel, S., John, M., & Dubey, B. (2021). Pathways to sustainable waste management in Indian Smart Cities. *Journal of Urban Management*, 10(4), 419-429. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.05.002>
- Chu, Z., Wu, Y., & Zhuang, J. (2017). *Municipal household solid waste fee based on an increasing block pricing model in Beijing, China. Waste Management & Research*, 35(3), 228-235. <https://doi.org/10.1177/0734242X16681462>

- Cointreau, S., & Hornig, C. (2003). *Global Review of Economic Instruments for Solid Waste Management in Latin America*. Inter-American Development Bank.
<https://doi.org/10.18235/0006681>
- Contreras, E., Gálvez, A., Pacheco, J. F., Rondón Toro, E., & Szantó Narea, M. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
<https://repositorio.cepal.org/entities/publication/e2967856-0743-4099-a92a-6a4d8b93807a>
- Decreto Legislativo N° 1278, *Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. (23 de diciembre de 2016). <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decretolegislativo-n-1278-1466666-4>
- Díaz Hurtado, D. Y. (2018). *Evaluación de los costos de limpieza pública para mejorar el servicio de la Municipalidad Provincial de Jaén, 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional – USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5159>
- Elizabeth, V. A. P. (2019, 2 diciembre). *Determinación De Costos para Calcular el Costo Del Servicio De Limpieza Pública De la Municipalidad Provincial De San Martin, 2018*.
<https://repositorio.upeu.edu.pe/items/79045fad-3efb-4bfe-bac8-818ec601c8d7>
- Goodwin, G., O'Hare, P., Sheild Johansson, M., & Alderman, J. (2022). The politics of coproduction during Latin America's 'Pink Tide': Water, housing, and waste in comparative perspective. *World Development*, 157, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105930>
- Hernández, A., Ramos, M., Bárbara, P., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Área de innovación y desarrollo S.L.
doi:<http://dx.doi.org/10.17993/CcyLl.2018.15>
- Hernández, A., Ramos, M., Bárbara, P., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Área de innovación y desarrollo S.L.
doi:<http://dx.doi.org/10.17993/CcyLl.2018.15>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta Edic)*. Mc Graw Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2022)-b. *Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingreso por Departamento 2007 - 2021*. INEI. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3656065-peru-evolucion-de-los-indicadores-de-empleo-e-ingresos-por-departamento-2007-2021>
- Jiang, Y., Leng, B., & Xi, J. (2024). Assessing the social cost of municipal solid waste management in Beijing: A systematic life cycle analysis. *Waste Management*, 173, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.11.004>
- Lima Cano, N. S. de S., Iacovidou, E., & Rutkowski, E. W. (2022). Typology of municipal solid waste recycling value chains: A global perspective. *Journal of Cleaner Production*, 336, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130386>
- Liu, Z., Schraven, D., de Jong, M. , & Hertogh, M. (2023). Unlocking system transitions for municipal solid waste infrastructure: A model for mapping interdependencies in a local context. *Resources, Conservation and Recycling*, 198 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107180>
- lo Storto, C. (2021). Effectiveness-efficiency nexus in municipal solid waste management: A non-parametric evidence-based study. *Ecological Indicators*, 131, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108185>
- Marques, R. C., Simões, P., & Pinto, F. S. (2018). *Tariff regulation in the waste sector: An unavoidable future*. *Waste Management*, 78, 292-300. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.028>
- MINAM. (2018). *Resolución Ministerial N° 434-2018-MINAM*. [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/Resolucion-Ministerial-N° C2%B0-434-2018-MINAM.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/Resolucion-Ministerial-N%C2%B0-434-2018-MINAM.pdf)

Ministerio de Ambiente. (2009). *Guía de la Estructura de Costos del Servicio de Limpieza Pública*.

<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/Guía-de-la-Estructura-de-Costos.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2008). *Guía para la elaboración de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel de perfil*.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/Guia_residuos_solidos_completo.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Ficha técnica 3.2: Porcentaje de residuos sólidos orgánicos municipales valorizados* [Documento técnico].

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/pi/FT_3_2.pdf

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2009). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios*. Programa de Gestión de Residuos Sólidos. Lima, Perú. Recuperado de

<https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. Lima, Perú.

<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2018). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales* [Guía].

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020__1_.pdf

Municipalidad Provincial de Ilo. (2023). *Uso de criterios válidos para la distribución de costos de los servicios públicos: Limpieza pública, entre otros*. Ilo, Perú:

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5611063/4976685-distribucion-de-costos-con-](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5611063/4976685-distribucion-de-costos-con-anexos.pdf#:~:text=caracterizaci%C3%B3n%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%202022%E2%80%9D,CUADRO%20N%C2%BA9)

[anexos.pdf#:~:text=caracterizaci%C3%B3n%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%202022%E2%80%9D,CUADRO%20N%C2%BA9](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5611063/4976685-distribucion-de-costos-con-anexos.pdf#:~:text=caracterizaci%C3%B3n%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%202022%E2%80%9D,CUADRO%20N%C2%BA9)

Ordenanza Municipal N° 027, Régimen Tributario de los Arbitrios de Limpieza Pública, Parques y Jardines y Serenazgo para el Ejercicio 2020 en el Cercado del Callao Concejo Municipal Provincial del Callao. (2019). Concejo Municipal Provincial del Callao. *Diario Oficial El Peruano*, 28 de diciembre.

Palella, S., & Martins, F. (2012). *metodología de la investigación cuantitativa*. FEDUPEL. Obtenido de <https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-lainvestigac3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martinspestana.pdf>

Pereira, T. de S., & Fernandino, G. (2019). *Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil*. *Ocean & Coastal Management*, 179, 104839.

Perú. (2003, 27 de mayo). *Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades*. Diario Oficial *El Peruano*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5478501/4886882-ley-organica-de-municipalidades.pdf>

Puma Estrada, N. E., & La Torre Sihua, Z. (2024). *Administración de costos para la estimación del monto del arbitrio de servicio de limpieza pública de la municipalidad provincial de Anta, región Cusco, periodo 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/9923>

Ramos-Galarza, C. (2021). *Diseños de investigación experimental*. *CienciAmérica*, 10(1). doi:<https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

Resolución Ministerial N° 091-2020-MINAM, aprueban la “*Guía para la Gestión Operativa del Servicio de Limpieza Pública*”. (29 de abril de 2020). <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-la-guia-para-la-gestion-operativa-del-serviciode-resolucion-ministerial-no-091-2020-minam-1865865-1>

Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM, *aprueban el “Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos - PLANRES 2016 – 2024”*. (27 de julio de 2016).

<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-el-plan-nacional-de-gestionintegral-de-residuos-s-resolucion-ministerial-no-191-2016-minam-1409551-2>

Romano, G., & Masserini, L. (2023). *Pay-as-you-throw tariff and sustainable urban waste management: An empirical analysis of relevant effects*. *Journal of Environmental Management*, 347, 119211. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119211>

thecircularcampus. (2024, enero 3). *Los costes de la gestión de residuos*. *Ecoembes TheCircularCampus*. <https://www.ecoembesthecircularcampus.com/los-costes-de-la-gestion-de-residuos/>

Voss, R., Lee, R. P., Seidl, L., Keller, F., & Fröhling, M. (2021). Global warming potential and economic performance of gasification-based chemical recycling and incineration pathways for residual municipal solid waste treatment in Germany. *Waste Management*, 134, 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.040>

World Bank. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development Series. Washington, DC. Recuperado de <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/734021468158354557>

Yrigoin Vasquez, H. S. (2022). *Disposición a pagar por la mejora del servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Chota, Cajamarca -2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional UNACH. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/424>

Zhou, C., Huang, N., Yang, G., & Ma, S. (2022). Assessing the sustainability of municipal solid waste management in China 1980 - 2019. *Sustainable Horizons*, 2(6), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2022.100020>

Anexo 1: solicitud de información del manejo de residuos sólidos y estructura tarifaria del servicio de limpieza pública.

93

Anexo 2: Documento de invitación a participar del estudio.

CARTA MÚLTIPLE N°001-2024-UNC

CELENDÍN, setiembre del 2024

Estimado (a)

Director (a):

De la: _____

Asunto: Invitación a ser parte del
Estudio de Caracterización de Residuos
Sólidos Municipales

De mi consideración:

Me dirijo a usted con el propósito de saludarle cordialmente e informarle sobre la ejecución de un *Estudio Representativo de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios* en Celendín. Dicho estudio tiene como objetivo identificar las características físicas de los residuos sólidos generados (cantidad y tipos) dentro de nuestra jurisdicción, con el fin de obtener información actualizada sobre la generación per cápita. Estos datos serán fundamentales para el desarrollo de mi tesis de pregrado.

En ese sentido, solicito su valiosa colaboración para formar parte de este estudio, que incluye las siguientes actividades:

1. Registro de su Institución como participante del estudio.
2. Recepción de bolsas diferenciadas para la recolección de los residuos sólidos generados en el domicilio, sin variar el comportamiento habitual.
3. Entrega de bolsas con residuos (de 24 horas de generación) al personal autorizado por mí, durante los 8 días siguientes que le indique el/la promotor/a ambiental.

Agradezco de antemano su disposición para contribuir a este estudio temporal sobre los residuos sólidos municipales. Para consultas o aclaraciones, puede comunicarse al **994653100**.

Sin otro particular, quedo a su disposición.

Atentamente

Ariadna Willemine Marín Aguilar
Tesisista
Bach. En ingeniería Sanitaria.
DNI: 72230946

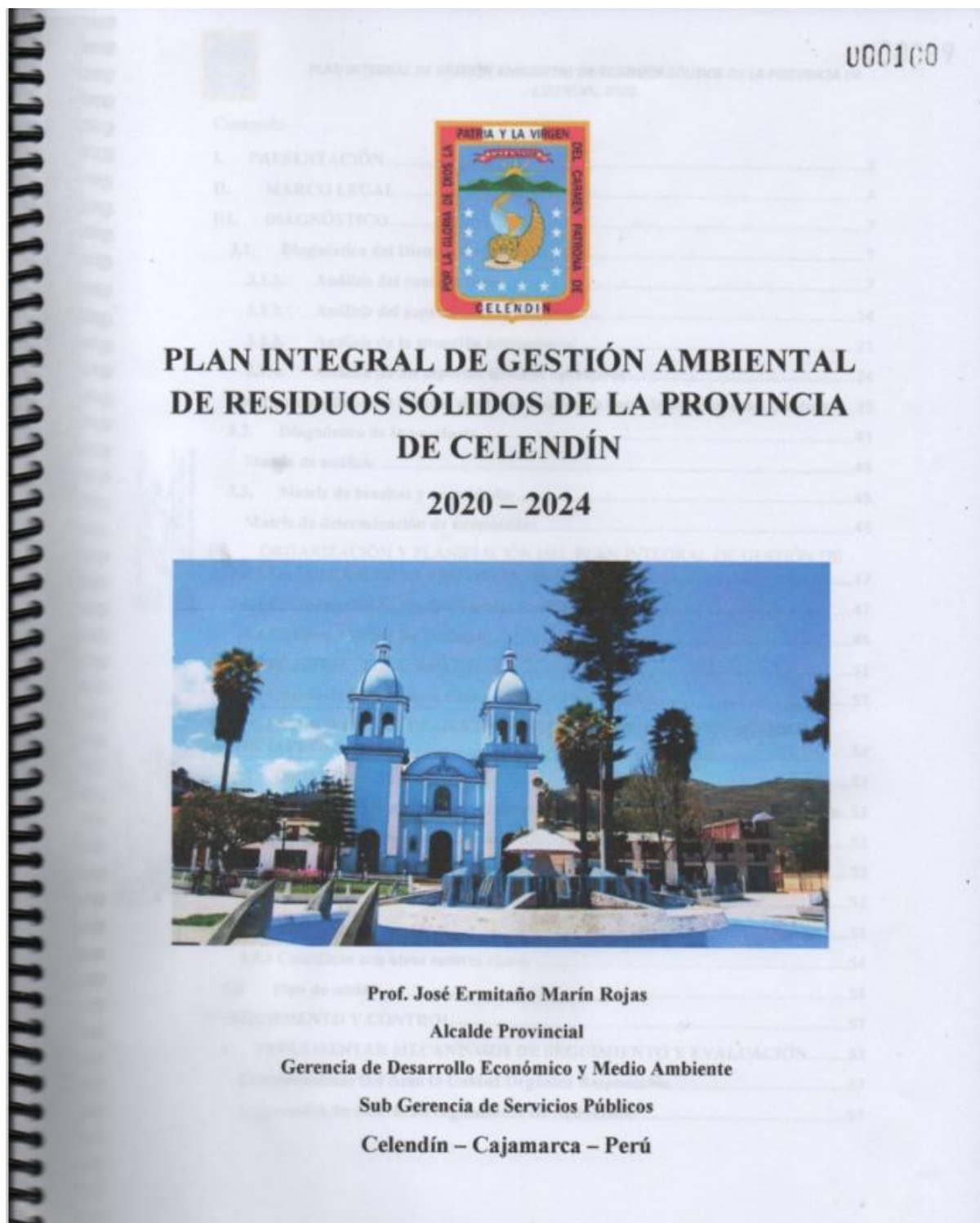
Anexo 3: Registro de participantes.

N°	Código	Dirección	Urb/C.P/AAHH	Nombre y apellido	DNI	N° Habitantes por vivienda	Preguntas				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
1											
2											
3											
4											
5											
n...											

Nota: Adaptado para generadores domiciliarios, no domiciliarios y especiales de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales. Fuente MINAM 2018.

Anexo 4: Plano de Ubicación.

Anexo 5: Plan Integral de Gestión ambiental de Residuos Sólidos.



Anexo 6: Ficha de Análisis de documentos.

FICHA DE ANALISIS DE DOCUMENTOS		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		
TITULO:	PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA PROVINCIA DE CELENDÍN 2020-2024	
Autor:	GERENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE	
Tipo de documento	A principio/teorias	
	B Normativos	Normativo
	C instructivos	
Edición (virtual o impresa)	Virtual	
Lugar:	Celendín	
Fecha de publicación	Marzo 2020	
N° de paginas	188 pag	
	Descripción /síntesis de documento Diagnostica deficiencias en la gestión de residuos, como baja cobertura de recolección, falta de infraestructura adecuada y limitaciones financieras. Plantea acciones para mejorar la eficiencia del servicio mediante la modernización del sistema, la valorización de residuos y la implementación de un relleno sanitario. Además, propone actualizar la estructura de costos y establecer tarifas sostenibles que aseguren la autosuficiencia económica del servicio. Su objetivo central es consolidar una gestión integral, técnica y ambientalmente responsable en el distrito de celendín.	

Nota: Adaptado de tesis Evaluación de los costos de, limpieza pública para mejorar el servicio de la municipalidad de jaén, 2017. Fuente: Díaz Hurtado (2018)

Anexo 7: Guía de entrevista

Entrevista a la Subgerencia de Limpieza Pública y Ornato Ambiental

1. ¿Cuál es su opinión con relación a la forma de aplicar los costos de los procedimientos que señala el TUPA en su Subgerencia?
2. ¿Cómo se determinan los costos de los procedimientos administrativos que su Subgerencia realiza?
3. ¿El personal bajo su responsabilidad tiene conocimiento sobre los costos del servicio que brindan a la población?
4. ¿Qué sistema o estructura de costos usan en su Subgerencia?
5. ¿Considera que la estructura de costos que utiliza es la más idónea para el servicio que brinda? ¿Por qué?
6. ¿Cuáles son los beneficios y limitaciones que han tenido para usar esta estructura de costos que aplican?
7. ¿Considera que los procedimientos usados son los más correctos para determinar los costos del servicio que brindan?
8. ¿Considera que la población está satisfecha con el precio que cobran por el servicio que brindan? ¿Por qué?
9. ¿Considera usted que debe haber cambios en el sistema o estructura de costos que utilizan para mejorar el servicio?
10. ¿Qué recomendaciones daría para que los usuarios se sientan satisfechos con el servicio que brindan?

Nota: Adaptado de tesis Evaluación de los costos de, limpieza pública para mejorar el servicio de la municipalidad de jaén, 2017. Fuente: Díaz Hurtado (2018)

Anexo 8: Ubicación de Muestras Domiciliarias.

Anexo 9: Ubicación de Muestras No Domiciliarias.

Anexo 10: Rutas y Horarios de Recolección.

Anexo 11: Costo anual del manejo de residuos sólidos municipales 2024

Anexo 12: costos de barrido y limpieza

Anexo 13: costos de recolección

Anexo 14: costos de valorización de residuos

Anexo 15: costos de disposición final

Anexo 16: Empadronamiento a participantes del estudio de caracterización de residuos
sólidos



Anexo 17: Entrega de bolsas a generadores de establecimientos comerciales (bodegas).



Anexo 18: Entrega de bolsas a generadores de establecimientos comerciales (librerías).



Anexo 19: Entrega de bolsas a generadores de establecimientos comerciales (ferreterías).



Anexo 20: recolección de residuos sólidos de generadores instituciones educativas.



Anexo 21: recolección de residuos sólidos de generadores comerciales (mini market)



Anexo 22: recolección de residuos sólidos de generadores librerías



Anexo 23: recolección de residuos sólidos de generadores instituciones educativas



Anexo 24: transporte de residuos sólidos para caracterización



Anexo 25: recolección de residuos sólidos de generadores hoteles



Anexo 26: recolección de residuos sólidos de generadores instituciones públicas y privadas



Anexo 27: recolección de residuos sólidos de generadores de establecimientos comerciales
(bodegas)



Anexo 28: recolección de residuos sólidos de generadores de establecimientos comerciales
(librerías)



Anexo 29: recolección de residuos sólidos de generadores de establecimientos comerciales
(botica)



Anexo 30: recolección de residuos sólidos de generadores domiciliarios



Anexo 31: Actividad de segregación de residuos sólidos para el estudio de caracterización



Anexo 32: Residuos sólidos segregados por tipo de material como parte del estudio de caracterización física, etapa previa a la estimación de volúmenes y densidades.



Anexo 33: Pesaje de los residuos sólidos por generador para determinar la generación per cápita.



Anexo 34: Determinación de la densidad aparente mediante la compactación del cilindro con residuos sólidos previamente segregados.



Anexo 35: Entrevista técnica con el subgerente de Limpieza Pública y Ornato ambiental de la
Municipalidad Provincial de Celendín, para la obtención de información sobre costos y
operatividad del servicio de limpieza pública en Celendín.



Anexo 36: Visita técnica al botadero municipal de Celendín junto a personal especializado,
durante la verificación de las condiciones de disposición final de residuos sólidos.



Anexo 37: Inspección visual del botadero del Guayao, realizada como parte del diagnóstico del sistema de disposición final de residuos sólidos



Anexo 38: Disposición final de residuos sólidos municipales en el botadero del Guayao, observándose las prácticas operativas del personal encargado del manejo del sitio.



Anexo 39: Verificación técnica del proceso de disposición final de residuos sólidos en el botadero del Guayao, realizada como parte del diagnóstico operativo del sistema de limpieza pública en Celendín.



Anexo 40: Camión compactador verde de la Municipalidad Provincial de Celendín utilizado en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos.



Anexo 41: Camión compactador azul de la Municipalidad Provincial de Celendín utilizado en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos.

