

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Sanitaria



TESIS:

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS
GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES
EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN,
CAJAMARCA, 2024”**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO**

**PRESENTADA POR:
MEYLIN ARACELI COTRINA MUÑOZ**

**ASESOR:
Dr. Ing. AGUSTÍN EMERSON MEDINA CHÁVEZ**

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** Meylin Araceli Cotrina Muñoz
DNI: 73302257
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:**
"VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN, CAJAMARCA, 2024"
6. **Fecha de evaluación:** 16 de septiembre 2025
7. **Software antiplagio:** ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 09%
9. **Código Documento:** oid: 3117:499551827
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17 de septiembre 2025



Firmado digitalmente por:
MEDINA CHAVEZ AGUSTIN
EMERSON FIR 27040584 hard
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 09:17:01-0500

FIRMA DEL ASESOR



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 17/09/2025 09:35:01-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE 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° 0624-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 22 de setiembre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **treinta días del mes de agosto de 2025**, siendo las once horas (11:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A - Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Vocal : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario : M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.

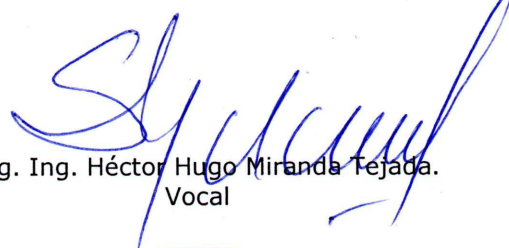
Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN, CAJAMARCA, 2024, presentado por la Bachiller en Ingeniería Sanitaria MEYLIN ARACELI COTRINA MUÑOZ, asesorado 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:

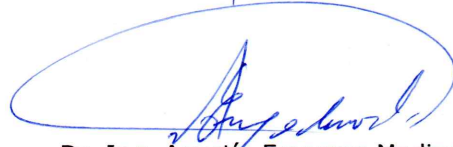
EVALUACIÓN PRIVADA : 06 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. DIECISIETE (En letras)

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


Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Presidente


Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Vocal


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


Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez.
Asesor

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los directores, docentes y padres de familia de las instituciones educativas de nivel primario de Celendín, quienes hicieron posible el desarrollo de esta investigación. Su disposición, apoyo y compromiso fueron fundamentales para llevar a cabo este trabajo.

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional de Cajamarca, especialmente a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Sanitaria por brindarme las herramientas académicas y formativas que han enriquecido mi formación profesional. A mi asesor de tesis, el Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez, por su orientación constante y valiosos aportes a lo largo de esta investigación.

Asimismo, expreso mi gratitud a los miembros del comité directivo, al Dr. Ing. Gilberto Cruzado Vásquez y la MSC. Ing. María Salomé De La Torre Ramírez, por brindarme sus enseñanzas y consejos, los cuales contribuyeron significativamente al desarrollo de esta tesis.

Finalmente, expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, desde el inicio, me brindaron su apoyo y aliento. De manera muy especial, a mi prima Guadalupe Barrantes, cuyas palabras de ánimo y gestos de ayuda fueron un pilar fundamental en este camino, contribuyendo de manera significativa a la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, Rey de Reyes y Creador de todas las cosas, por haber colmado mi vida de bendiciones y sabiduría a lo largo de esta etapa. Gracias por sostenerme en los momentos difíciles, por darme fuerza cuando sentí desfallecer y por guiar cada paso de mi vida. Le dedico a él con todo mi corazón este trabajo y todo mi camino profesional.

A mi madre, Marilú Muñoz, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y valentía. Gracias por creer en mí siempre, por apoyarme en cada meta y enseñarme que no hay nada imposible cuando se lucha con el corazón.

A mi padre, Lázaro Cotrina, por inculcarme valores que siempre llevo conmigo, sobre todo por ser mi inspiración para estudiar Ingeniería Sanitaria. Gracias por enseñarme desde pequeña a no tenerle miedo a aprender.

A mi hermano, Daniel Cotrina, por ser mi impulso para seguir creciendo. Cada paso que doy, lo hago con la ilusión de que te sientas orgulloso de mí.

A mi compañero de vida, Jhordan Vásquez, gracias por acompañarme en todo este proceso, siempre quedará en mi memoria tu nobleza y cada acto de amor que has hecho por mí.

¡Los amo con todo mi corazón, mil gracias por todo!

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación de la investigación	3
1.4. Delimitación de la investigación.....	4
1.5. Limitaciones.....	4
1.6. Objetivos	5
1.6.1. Objetivo general.....	5
1.6.2. Objetivos específicos	5
1.7. Hipótesis general.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes teóricos	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. Definición de residuos sólidos	9
2.2.2. Clasificación de residuos sólidos	9
2.2.3. Envases metálicos	11
2.2.4. Código de colores para la segregación de residuos sólidos	12
2.2.5. Valoración económica de residuos sólidos	13
2.3. Definición de términos básicos	17
2.3.1. Botadero	17
2.3.2. Disposición final	17
2.3.3. Economía circular	17
2.3.4. Gestión integral de residuos sólidos	17
2.3.5. Lixiviados	18
2.3.6. Manejo de residuos sólidos.....	18

2.3.7. Materia prima secundaria.....	18
2.3.8. Percolación.....	18
2.3.9. Planta de valoración de residuos.....	19
2.3.10. Qali Warma.....	19
2.3.11. Reciclaje.....	19
2.3.12. Relleno sanitario	19
2.3.13. Segregación.....	20
2.3.14. Tratamiento de residuos sólidos.....	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación geográfica	21
3.2. Metodología	23
3.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	23
3.2.2. Población de estudio	23
3.2.3. Muestra	23
3.2.4. Unidad de análisis	24
3.2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.3. Método de investigación	25
3.3.1. Etapa preliminar de gabinete	25
3.3.2. Etapa de planificación.....	25
3.3.3. Etapa de diseño	25
3.3.4. Etapa de trabajo de campo y operaciones	28
3.3.5. Etapa final de gabinete.....	33
3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....	34
3.4.1. Generación total promedio de residuos metálicos	34
3.4.2. Clasificación de los residuos sólidos metálicos	37
3.4.3. Valoración económica los residuos sólidos metálicos.....	43
3.4.4. Análisis de rentabilidad económica	43
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
4.1. Discusión del objetivo general.....	61
4.2. Discusión de objetivo específico 1	62
4.3. Discusión de objetivo específico 2	63
4.4. Discusión de objetivo específico 3	64
4.5. Discusión de objetivo específico 4	65
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66

5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	72
Anexo N° 01	72
Anexo N° 02	73
Anexo N° 03	74
Anexo N° 05	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Código de colores para residuos de ámbito municipal.	13
Tabla 2. Coordenadas UTM de las I.E que son parte del estudio.	21
Tabla 3. Registro y codificación de Instituciones Educativas.	29
Tabla 4. Cantidad total de envases metálicos generados por las Instituciones Educativas (Kg).	34
Tabla 5. Generación de residuos metálicos provenientes de conservas cárnicas.	37
Tabla 6. Generación de residuos metálicos provenientes de envases de leche.	39
Tabla 7. Costo de inversión.	44
Tabla 8. Presupuesto del proyecto.	45
Tabla 9. Análisis de precios unitarios (APU)	46
Tabla 10. Rentabilidad económica de los objetos de bisutería.	59
Tabla 11. Rentabilidad económica de la venta directa de los envases como chatarra.	59
Tabla 12. Comparación de la rentabilidad económica: Bisutería vs. venta directa como chatarra.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.	22
Figura 2. Sensibilización y capacitación a los participantes del estudio.	30
Figura 3. Generación porcentual de envases metálicos por institución educativa.	36
Figura 4. Generación de envases metálicos en las instituciones educativas por tipo de alimento que contienen.	41
Figura 5. Composición porcentual de envases metálicos según el tipo de alimento que contienen.	42
Figura 6. Invitación formal a las Instituciones Educativas de Nivel Primario para participar en la investigación.	72

Figura 7. Modelo de sticker utilizado para la identificación de las instituciones educativas participantes en el estudio.	73
Figura 8. Modelo de sticker utilizado para la identificación de las muestras de residuos sólidos.	73
Figura 9. Sensibilización y capacitación en el Centro de Aplicación “AMM”.	74
Figura 10. Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82402 “Bellavista”.....	75
Figura 11. Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82394 “San Cayetano”.	75
Figura 12. Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82391 “San Isidro”.	76
Figura 13. Recolección de los residuos sólidos metálicos en la I.E. N.º 82390 “PPAG”.	76
Figura 14. Recolección de residuos metálicos en la I.E. N.º 82401 “Virgen de la Candelaria”.....	77
Figura 15. Área de Almacenamiento, compactación y triturado.	77
Figura 16. Área de limpieza de los envases metálicos.....	78
Figura 17. Pesado de envases metálicos.	78
Figura 18. Compactación de los envases metálicos.....	79
Figura 19. Vertimiento de los envases metálicos triturados al horno de fundición.	79
Figura 20. Vertido de metal fundido en molde de arena.....	80
Figura 21. Pieza obtenida a través de la fundición.	81
Figura 22. Desmoldado.....	81
Figura 23. Desbaste de llaveros.	82
Figura 24. Pintado y decoración de llaveros.	82
Figura 25. Llaverito de Ingeniería Sanitaria.....	83
Figura 27. Rutas de recolección de los residuos sólidos metálicos.	84

RESUMEN

En las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín se identificó un problema de salud pública relacionado con la gestión inadecuada de los envases metálicos generados por el programa Qali Warma. Por ello, esta investigación tuvo como finalidad valorar económicamente dichos residuos. La muestra censal estuvo conformada por los envases metálicos producidos durante 72 días. La valoración se realizó siguiendo las etapas recomendadas por el MINAM: Se efectuó una revisión bibliográfica sobre la caracterización de envases metálicos, se establecieron los horarios y rutas de recolección, se diseñaron los instrumentos para la recolección de datos en campo y se implementó el etiquetado de bolsas para la recolección diaria. La recolección se llevó a cabo dos veces por semana (miércoles y viernes), representando el total de envases metálicos generados semanalmente. La valoración económica se realizó utilizando los precios actualizados del MINAM, tomando como referencia S/ 2.50 por kilogramo de chatarra, y dicho monto se comparó con el precio de productos de bisutería elaborados a partir de este material. La generación diaria de estos residuos en las instituciones educativas fue, en promedio, de 1 060 envases, equivalentes a 42.40 kg por día. Esta cantidad generó, por la venta de chatarra, una utilidad de S/ 10.90 diarios. En contraste, si el material se destinara a la elaboración de bisutería, se podrían producir 545 llaveros diarios, con un precio de venta de S/ 8.00 cada uno; considerando solo el 50% de las ventas, se obtendría una utilidad diaria aproximada de S/ 505.00. Esto permite concluir que el valor económico como chatarra es 46 veces inferior al valor que se obtendría si esta se transforma en otros objetos, como la bisutería.

Palabras claves: Chatarra, bisutería, rentabilidad, economía.

ABSTRACT

In the primary level educational institutions of the city of Celendín a public health problem was identified related to the inadequate management of the metallic containers generated by the Qali Warma program. For this reason, this research had as purpose to value economically said residues. The census sample was made up of the metallic containers produced during 72 days. The valuation was carried out following the stages recommended by the MINAM: a bibliographic review was carried out on the characterization of metallic containers, the schedules and collection routes were established, the instruments for field data collection were designed, and the labeling of bags for daily collection was implemented. The collection was carried out twice per week (Wednesday and Friday), representing the total of metallic containers generated weekly. The economic valuation was carried out using the updated prices of the MINAM, taking as reference S/ 2.50 per kilogram of scrap, and said amount was compared with the price of jewelry products made from this material. The daily generation of these residues in the educational institutions was, on average, 1 060 containers, equivalent to 42.40 kg per day. This quantity generated, by the sale of scrap, a profit of S/ 10.90 daily. In contrast, if the material were destined for the production of jewelry, 545 keychains could be produced daily, with a sale price of S/ 8.00 each; considering only 50% of the sales, a daily profit of approximately S/ 505.00 would be obtained. This allows concluding that the economic value as scrap is 46 times lower than the value that would be obtained if it is transformed into other objects, such as jewelry.

Keywords: Scrap metal, costume jewelry, profitability, economy.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, la generación de residuos sólidos ha aumentado en las últimas décadas. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2024), en el año 2000 se generaban aproximadamente 1 500 millones de toneladas de residuos sólidos, mientras que en 2024 esta cifra superó los 2 000 millones de toneladas, lo que representa un problema ambiental y sanitario grave. Dentro de este total, se estima que alrededor de 200 millones de toneladas, corresponden a residuos metálicos, incluyendo principalmente a envases, electrodomésticos y otros productos de metal.

En América Latina, la situación no es diferente. Segura et al. (2020) reportan que se enfrentan desafíos significativos en la gestión de residuos sólidos metálicos, debido a los bajos porcentajes de aprovechamiento frente a las altas tasas de disposición final en los botaderos. Mientras que en los países líderes solo el 0.9% de estos residuos llega a los rellenos sanitarios, en los países en vías de desarrollo la cifra asciende al 52%.

En el Perú, la falta de infraestructura y de recursos para la gestión de residuos sólidos metálicos constituye un problema crítico. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), se generan diariamente más de 23 000 toneladas de residuos sólidos, de las cuales el 61.7% se destinan a rellenos sanitarios y el 36.7% a botaderos, donde estos residuos no reciben ningún tipo de tratamiento. Además, añade que, en el país, el 78.4% de los residuos sólidos generados tiene potencial para ser valorizado; sin embargo, actualmente solo se logra valorizar el 1.8%. Esta situación resalta la magnitud del desafío que enfrenta el país en la gestión integral de residuos, evidenciando la necesidad urgente de implementar mejores prácticas para su gestión adecuada.

En la zona urbana de Celendín, las instituciones educativas de nivel primario que participan en el programa Qali Warma generan de manera continua residuos sólidos metálicos; sin embargo, estos no se administran ni se aprovechan mediante un proceso que les dé valor.

Si esta problemática persiste sin cambios, se continuará desperdiciando un recurso con potencial para generar beneficios económicos en la comunidad local. Los residuos metálicos, en lugar de ser valorizados mediante su transformación en productos de mayor valor agregado, seguirán siendo desechados, lo que implica una pérdida constante de oportunidades de ingreso y de fortalecimiento de la economía local. A ello se suman las consecuencias ambientales y sanitarias, ya que los residuos continuarán contaminando los suelos y el agua subterránea a través de lixiviados tóxicos, incrementando la acumulación de desechos en el botadero de Celendín y exponiendo a la población a riesgos que afectan directamente su salud.

Frente a esta situación, la investigación se centró en valorar económicamente a los residuos sólidos generados por el programa Qali Warma, que fueron transformados en objetos de bisutería (llaveros) mediante un proceso de recolección, acondicionamiento y fundición. Esta alternativa, permitió maximizar y determinar su valor monetario, al tiempo que creó una solución innovadora y efectiva para minimizar la contaminación y promover la economía circular. Se combinó la teoría y la práctica para generar un impacto positivo en la sociedad y en el medio ambiente, sirvió también de inspiración a otros para unirse a la lucha contra la contaminación y el desperdicio.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la valoración económica de los residuos sólidos metálicos generados por el programa Qali Warma en las Instituciones Educativas de Nivel Primario de la Ciudad de Celendín, Cajamarca, 2024?

1.3. Justificación de la investigación

La investigación se realizó porque se identificó un problema relacionado con la salud pública en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín, donde la generación y acumulación inadecuada de envases metálicos provenientes del programa Qali Warma se ha convertido en una preocupación creciente. En estas instituciones, dichos residuos son producidos de manera continua, pero carecen de un proceso de gestión y aprovechamiento que les otorgue un valor real. Esta situación no solo representa un riesgo para la salud de los estudiantes, al propiciar focos de contaminación y afectar la limpieza de los espacios escolares, sino que también refleja la pérdida de una oportunidad para transformar un problema en un recurso con impacto positivo tanto en lo ambiental como en lo social.

Frente a este escenario, la investigación tuvo como propósito determinar el valor económico de los envases metálicos generados por el programa Qali Warma, los cuales fueron transformados en objetos de bisutería (llaveros) mediante un proceso de recolección, acondicionamiento y fundición. Esta alternativa no solo permitió estimar con precisión su valor monetario, sino que también planteó una solución innovadora y eficaz para reducir la contaminación, al evitar que los envases terminen en el botadero de la ciudad de Celendín y fomentar la economía circular, al reintegrar los desechos en una nueva cadena productiva.

1.4. Delimitación de la investigación

La presente investigación se realizó en las instituciones educativas públicas de nivel primario de la zona urbana de la ciudad de Celendín:

- I.E. N.º 82402 “Bellavista”, ubicada en el barrio del mismo nombre.
- I.E. N.º 82394 “San Cayetano”, ubicada en el jirón san cayetano S/N.
- I.E. N.º 821534 “El Cumbe”, ubicada en el barrio del mismo nombre.
- I.E. N.º 82391 “San Isidro”, ubicada en el jirón Grau S/N.
- I.E. N.º 82390 “Pedro Paula Augusto Gil”, ubicada en el jirón Pardo 731.
- I.E. N.º 83009 “Sagrado Corazón de Jesús”, ubicada en el jirón Unión cuadra 3.
- I.E. N.º 82403 “Santa Rosa”, ubicada en el barrio del mismo nombre.
- C.A. EESPP “Aristides Merino Merino”, ubicada en el jirón dos de mayo 1504.
- I.E. N.º 82401 “Virgen de la Candelaria”, ubicada en el barrio Poyunte.
- I.E. N.º 82438 “Sagrada Familia”, Ubicada en el barrio Pallac.

El estudio se desarrolló desde octubre de 2024 hasta junio de 2025.

1.5. Limitaciones

La transformación de los residuos metálicos se enfocó únicamente en la elaboración de llaveros, lo que limitó el alcance de los resultados al no considerar otros productos que podrían generar un mayor valor agregado.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Valorar económicamente los residuos sólidos metálicos generados por el programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín, Cajamarca, 2024.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad diaria promedio de residuos sólidos metálicos generados por el Programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de Celendín.
- Clasificar los residuos sólidos metálicos según el tipo de alimento que contienen.
- Implementar la fabricación de objetos de bisutería (llaveros) a partir de chatarra, como alternativa de valoración económica de los residuos sólidos metálicos.
- Evaluar la rentabilidad económica de los objetos de bisutería (llaveros) frente a su venta como chatarra.

1.7. Hipótesis general

La valoración económica de los residuos sólidos metálicos generados por el programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín fue superior cuando se transformaron en objetos de bisutería, en comparación con su venta como chatarra.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Antecedentes internacionales

Riveros (2022) valorizó residuos sólidos domiciliarios urbanos en tres edificios habitacionales de altura en Ñuñoa, Chile. La muestra estuvo conformada por los edificios Vista Monseñor, Dublé Almeyda y Parque Infante. Este estudio no experimental y cuantitativo empleó encuestas como instrumento metodológico. El autor concluye que existe un gran beneficio al realizar la valoración de latas de aluminio, cartón y botellas plásticas, materiales que obtuvieron la mayor cantidad de ganancias. Las latas de aluminio destacan por ser un material de alto costo en el mercado, mientras que las botellas plásticas y el cartón alcanzan valores altos debido a su alta generación mensual. Dublé Almeyda proyecta una ganancia mensual de \$170.981 al valorizar todos los residuos del estudio, Vista Monseñor \$91.475, y Parque Infante registra el mayor beneficio con \$491.575.

Bahamondes (2018) recuperó y valorizó los residuos de envases metálicos y embalajes para el cumplimiento de la responsabilidad extendida del productor en CMPC TISSUE Chile. La muestra estuvo conformada por los envases y embalajes generados por la empresa en el periodo 2016. El diseño fue descriptivo. El instrumento fue una ficha de recolección de datos. En conclusión, determinó que con las cuatro estrategias se podrían recuperar más de un 40% de la cantidad de residuos de envases en un plazo de un año, mediante la participación de CMPC Tissue Chile en un sistema de gestión individual considerando gestores autorizados como SOREPA y municipalidades para la recolección, y a CMPC y CAMBIASO para la valoración de los residuos.

Solano y Amaya (2022) analizaron alternativas de aprovechamiento de los materiales que componen los contadores de energía eléctrica al culminar su ciclo de vida útil (Colombia). Su muestra lo conformaron los RAE generados por la empresa ENEL, prestadora de energía eléctrica en Ciudad de Bogotá y la mayor parte de Cundinamarca. La metodología planteada consta de 3 fases: Caracterización de los materiales, identificación de aspectos técnicos y jurídicos y finalmente, la identificación de alternativas de aprovechamiento. Utilizó el reconocimiento visual y teórico como instrumento. Concluyó que, los materiales que representan un mayor valor o interés de aprovechamiento son los metales como el acero, el aluminio y el cobre principalmente, presentes en los medidores de energía, por sus características fisicoquímicas y la simplicidad de los procesos de transformación y recuperación de estos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Anco (2019) valorizó in situ los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de Chorrillos. La muestra estuvo formada por todos los residuos sólidos metálicos generados de octubre a noviembre. Como instrumento se utilizó una ficha de recolección de datos. Concluyó mencionando que el impacto de la valoración de los residuos sólidos metálicos de la empresa es siempre positivo económicamente. Analizando tomó en cuenta principalmente la reutilización dejando en segundo plano el reciclaje, de esta manera se genera un ahorro de tiempo y dinero en la compra de materiales mientras que a su vez se obtiene un ingreso económico para la empresa y se reduce la producción de gases contaminantes por un proceso de valoración generando menos impacto al medio ambiente.

Paredes (2022) diseñó una propuesta de un plan de gestión ambiental para la caracterización y valoración ambiental de los residuos metálicos de la Municipalidad de la Provincia de Pisco, en el año 2021. Su muestra estuvo conformada por 6 empresas metal mecánica

del distrito. La metodología de investigación de tipo descriptivo de diseño no experimental. Como instrumento se utilizó fichas bibliográficas, formato de Checklist y un cuestionario. Como resultado obtuvo que la valoración de residuos generó ingresos económicos mensuales de S/. 32,390.00 (octubre), S/ 33,045.00 (noviembre) y S/ 32,491.00 (diciembre), sumando un total de S/. 98,926.00 durante el período analizado.

Bautista (2020), caracterizó y valorizó los residuos metálicos del botadero 28 en la Compañía Minera Antapaccay en el año 2019-2020. Su muestra lo conformaron los residuos metálicos del botadero, generados por las empresas contratistas. La investigación es cuantitativa de tipo descriptivo con diseño no experimental transversal. El instrumento fue una guía de observación. Como resultado obtuvo S/ 797,882.40 de la venta de billas de acero en desuso en un porcentaje de peso promedio de 57.45%, S/ 129,623.28 de la venta de chatarra de gran volumen en un porcentaje de peso promedio de 24.50%, S/ 159,701.40 de la venta de chatarra de hierro y aceros livianos en un porcentaje de peso promedio de 13.42%.

Suarez y Quispe (2024) valorizaron económicamente los residuos sólidos municipales en el Distrito de Wanchaq, provincia y departamento de Cusco. Como muestra se empleó un conjunto de 120 hogares. El diseño de la investigación fue descriptiva, analítica y explicativa. Como instrumento se utilizó una ficha de recolección de datos. Como resultado se determinó la proporción de los desechos sólidos municipales, donde se obtuvo lo siguiente: Papel 15.97%, vidrio 8.44 %, plástico 0.6%, metal 0.4%, obteniendo un total de 25.41%; del mismo modo, se determinaron las cualidades para la valoración monetaria de los residuos sólidos en el cual se mostró un total en soles de S/ 4,555,868.78 de una proyección de 8 años.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de residuos sólidos

Según la Ley N° 32212 (que modifica el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y la Ley N° 26793, Ley de Creación del Fondo Nacional del Ambiente), residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejado priorizando el aprovechamiento de los residuos y, en último caso, su disposición final (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2024, p. 9).

2.2.2. Clasificación de residuos sólidos

Existen diversas clasificaciones para los residuos sólidos; sin embargo, en esta investigación se adoptará la clasificación establecida por el MINAM (2016) en la “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, como se muestra a continuación:

A. De acuerdo al manejo que reciben

Peligrosos:

Los residuos sólidos peligrosos son aquellos que, debido a sus propiedades o al manejo al que son o serán sometidos, representan un riesgo significativo para la salud de los seres vivos y el medio ambiente. Ejemplos de estos son las baterías, pilas y residuos de laboratorios, entre otros.

No peligrosos:

Los residuos sólidos no peligrosos son aquellos que, por sus características o por el manejo al que son o serán sometidos, no representan riesgo para la salud de los seres vivos ni generan contaminación en el medio ambiente.

B. Según la autoridad pública competente para su gestión

Municipales: Los residuos municipales están conformados por residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos no domiciliarios y residuos sólidos especiales. Su gestión recae sobre las municipalidades de los gobiernos locales.

- **Residuos sólidos domiciliarios:** Son aquellos que se generan en las viviendas.
- **Residuos sólidos no domiciliarios:** Corresponden a los generados en establecimientos comerciales, hoteles, mercados, restaurantes, instituciones educativas, instituciones públicas o privadas y servicio de barrido y limpieza pública.
- **Residuos sólidos especiales:** Proviene de centros comerciales, veterinarias, eventos masivos, restos de demolición de edificaciones menores, laboratorios de ensayos ambientales y similares.

No municipales: Se originan en actividades extractivas, productivas y de servicios. En las extractivas destacan los residuos de la minería, el petróleo y el gas. En las productivas se incluyen los provenientes de la industria manufacturera, la agricultura y la silvicultura. En las de servicios se consideran los generados en oficinas, comercios y centros de salud. Su gestión corresponde a los propios generadores o a empresas operadoras de residuos sólidos.

C. De acuerdo a su aprovechamiento

Aprovechables:

- **Orgánicos:** Son residuos biodegradables, es decir, están sujetos a descomposición debido a que provienen de seres vivos. En esta clasificación se incluyen restos de alimentos como frutas, verduras, cáscaras y hojas secas. Pueden generarse tanto en el ámbito de gestión municipal como en el no municipal.

- **Inorgánicos:** Son residuos que no pueden degradarse de manera natural o, si lo hacen, presentan un proceso de descomposición muy lento. Proviene de minerales y productos sintéticos, como plásticos, vidrio y metales, así como de otros materiales, entre ellos neumáticos y aparatos electrónicos, los cuales requieren procesos específicos para su manejo.

No aprovechables:

Son aquellos desechos que, por su composición o estado, no se pueden reciclar, reutilizar ni transformar en otro producto útil. Son materiales que, una vez generados, deben ser eliminados de manera segura para no afectar la salud ni el medio ambiente. Por ejemplo, restos de comida muy descompuestos, pañales usados o ciertos plásticos sucios que no pueden reciclarse.

2.2.3. Envases metálicos

Muñoz et al. (2021) definen los envases metálicos como recipientes rígidos fabricados principalmente con acero y aluminio, lo que les proporciona resistencia y durabilidad. Están diseñados para almacenar líquidos y sólidos, y pueden cerrarse herméticamente. Debido a su composición, estos residuos pueden tardar hasta un siglo en degradarse.

Características:

- **Reciclabilidad:** El acero y el aluminio pueden reciclarse de manera infinita sin perder calidad, lo que permite que se mantengan en circulación y se reduzca la extracción de nuevas materias primas.
- **Larga vida útil:** Gracias a su durabilidad, los envases metálicos pueden utilizarse varias veces antes de desecharse, lo que ayuda a disminuir la generación de residuos y fomenta un consumo más responsable.

- **Resistencia a la corrosión:** Esta propiedad evita su deterioro prematuro, lo que prolonga su uso y facilita que se reciclen en buenas condiciones.
- **Ligereza:** Al ser más livianos que otros materiales, requieren menos energía en el transporte, lo que contribuye a reducir las emisiones de gases contaminantes.
- **Flexibilidad en el diseño:** Se pueden fabricar en distintos tamaños y formas, lo que amplía sus posibilidades de reutilización y adaptación a diferentes necesidades antes de convertirse en residuo.

Materiales:

Según Maldonado (2024) los envases metálicos pueden ser fabricados principalmente a partir de dos materiales:

- **Acero:** Es una aleación compuesta principalmente por hierro y carbono, y constituye el material más utilizado en la fabricación de envases metálicos debido a su bajo costo y alta durabilidad. Existen diferentes tipos, como la hojalata (acero recubierto con una capa de estaño), la chapa cromada (acero recubierto con cromo) y la chapa negra (acero laminado sin recubrimiento). Este material resulta especialmente adecuado para el envasado de alimentos, ya que contribuye a mantener su frescura y los protege del aire y la luz.
- **Aluminio:** El aluminio es un metal muy usado en envases porque es ligero y resistente. Su ligereza hace que transportarlo sea más fácil y económico, y además protege bien los alimentos y bebidas, ayudando a conservarlos por más tiempo.

2.2.4. Código de colores para la segregación de residuos sólidos

Según INACAL (2019), en la NTP 900.058:2019, el código de colores simplifica el proceso de segregación e identificación de los residuos sólidos. Para este fin, se recomienda utilizar

recipientes o bolsas de alta resistencia que correspondan al color específico según el tipo de residuo. En caso de no contar con los colores establecidos por la norma, es necesario colocar un adhesivo sticker que indique claramente a qué tipo de residuo pertenece cada contenedor.

Tabla 1

Código de colores para residuos de ámbito municipal.

Tipo de residuo	Color	Ejemplos
Aprovechables	Verde	Metales (Latas)
		Vidrio
		Papel y cartón
		Plásticos
No aprovechables	Negro	Residuos sanitarios
		Cerámicos
		Pañales
		Colillas de cigarrillo
Orgánicos	Marrón	Restos de comida
		Restos de plantas
Peligrosos	Rojo	Medicinas vencidas
		Pilas
		Envases de plaguicidas

Nota. Adaptado de la NTP 900.058:2019

2.2.5. Valoración económica de residuos sólidos

La valoración económica de residuos sólidos es el proceso de estimar el valor monetario de los residuos generados, considerando su potencial de aprovechamiento, reciclaje o transformación en energía, lo cual permite cuantificar los beneficios económicos derivados de su gestión adecuada y promueve prácticas sostenibles (Huamaní, et al., 2020, p. 45).

Además, menciona que la valoración económica de los residuos sólidos, mediante el reaprovechamiento y la obtención de materiales reciclables representa una oportunidad significativa para generar puestos de trabajo e ingresos monetarios para emprendimientos

empresariales, los cuales pueden ser altamente rentables y sostenibles al comercializarse como insumos para diversas actividades económicas.

A. Acondicionamiento de residuos sólidos

El MINAM (2016) menciona que el acondicionamiento de residuos sólidos consiste en la preparación de los residuos mediante transformaciones físicas, químicas o biológicas, con el fin de facilitar su aprovechamiento posterior. Este proceso se aplica tanto a residuos orgánicos como inorgánicos, y permite optimizar su manejo, incrementar su valor económico y garantizar su correcta gestión.

Según Rondón et al. (2016), existen los siguientes tipos principales de tecnologías utilizadas en el acondicionamiento:

- **Segregación:** Separación de residuos según tipo o interés económico.
- **Almacenamiento:** Conservación temporal en condiciones controladas para evitar deterioro o contaminación.
- **Limpieza:** Eliminación de impurezas que dificulten el aprovechamiento.
- **Trituración o molido:** Reducción de tamaño y volumen de los residuos, mezclándolos y homogenizándolos.
- **Compactación física:** Densificación de los residuos mediante reducción de espacios vacíos.
- **Empaque o embalaje:** Preparación de residuos para transporte o almacenamiento seguro.
- **Peletizado:** Transformación de los residuos en pellets o pequeñas unidades compactas, facilitando su manejo y reutilización.

B. Aprovechamiento de residuos sólidos

El MINAM (2016) señala que el aprovechamiento constituye una alternativa de gestión y manejo de residuos que debe priorizarse sobre la disposición final. Este enfoque se centra en aumentar el valor de los desechos mediante actividades como el aprovechamiento material y el energético, y se desarrolla en infraestructuras adecuadas para tal fin.

Aprovechamiento material: El MINAM (2016) establece que este tipo de aprovechamiento es esencial para disminuir el consumo de recursos naturales y reducir la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios. Dentro de esta categoría se incluyen diversas operaciones, en las cuales destacan la reutilización y el reciclaje.

- **Reutilización:** La reutilización de residuos sólidos consiste en aprovechar nuevamente materiales o productos, ya sea para el mismo fin para el que fueron creados o para uno diferente, evitando así que se conviertan en desechos. Por ejemplo, utilizar frascos de vidrio vacíos como recipientes para almacenar alimentos.
- **Reciclaje:** Consiste en transformar los residuos en nuevos productos o en materias primas secundarias, mediante procesos físicos o químicos. De esta manera se reduce la cantidad de desechos y se aprovechan mejor los recursos. Su importancia radica en el ahorro de energía y recursos naturales, además de la disminución de la contaminación. Por ejemplo, los envases metálicos pueden fundirse y convertirse en nuevos envases con un menor consumo de energía.

Aprovechamiento energético: El MINAM (2016) añade, que consiste en utilizar los residuos para aprovechar su potencial energético. Esta categoría incluye procesos como el coprocesamiento, la coincineración, la generación de energía a través de procesos de biodegradación, la producción de biochar, entre otros.

- **Coprocesamiento:** Consiste en incorporar los residuos en los procesos de producción con el fin de recuperar energía y recursos, reduciendo así el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución. A diferencia de la coincineración, no genera residuos adicionales, ya que las cenizas resultantes se integran al producto final. Por ejemplo, en la industria cementera se emplean neumáticos usados o residuos industriales como sustitutos parciales del carbón o del petróleo.
- **Coincineración:** Consiste en la combustión de residuos sólidos en instalaciones como hornos cementeros o plantas termoeléctricas, con el fin de recuperar energía y reducir el volumen de desechos. A diferencia del coprocesamiento, genera cenizas que deben ser gestionadas adecuadamente. Por ejemplo, algunos hornos de cemento utilizan plásticos o aceites industriales como combustible, aprovechando su contenido energético.
- **Producción de biochar:** Es el proceso mediante el cual los residuos vegetales o la biomasa se transforman en un tipo de carbón vegetal especial. Esto se logra calentando los residuos en ausencia de oxígeno, lo que genera un material poroso y estable, beneficioso para la agricultura, el medio ambiente y la gestión del agua.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Botadero

De acuerdo con el MINAM (2016), es un espacio donde se acumulan residuos sólidos de manera inadecuada y sin autorización. Esta práctica no solo incumple la normativa, sino que también afecta directamente la salud de las personas, contamina el ambiente y deteriora la calidad de vida de las comunidades cercanas.

2.3.2. Disposición final

En palabras del MINAM (2016), es la etapa final del manejo de residuos sólidos, que consiste en llevar a cabo distintos procesos orientados a tratarlos o disponerlos en un lugar específico en forma permanente; de tal manera que se garantice las condiciones adecuadas de salubridad y el cuidado del medio ambiente.

2.3.3. Economía circular

Según el MINAM (2023), es un modelo económico que busca reducir el desperdicio y el consumo de recursos naturales, dándoles una nueva vida útil a los residuos, en lugar de desecharlos después de un solo uso como ocurre en la economía lineal tradicional.

2.3.4. Gestión integral de residuos sólidos

El MINAM (2016) la define como el conjunto de acciones técnicas y administrativas destinadas a planificar, coordinar, diseñar, implementar y evaluar políticas, estrategias, planes y programas que aseguren un manejo adecuado de los residuos sólidos en todas sus etapas, desde su generación hasta la disposición final.

2.3.5. Lixiviados

Tal como lo explica el MINAM (2016), son líquidos que se forman cuando el agua, proveniente de la lluvia o de la humedad de los residuos, atraviesa la acumulación de desechos y arrastra sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas. Estos líquidos, al filtrarse en el suelo a través de un mecanismo conocido como percolación, representan un riesgo significativo para la salud de las personas y pueden contaminar el ambiente, afectando la calidad del agua, los suelos y los ecosistemas cercanos.

2.3.6. Manejo de residuos sólidos

Según el MINAM (2016), el manejo de residuos sólidos comprende las acciones concretas que se realizan diariamente para atender de manera adecuada los desechos. Estas tareas forman parte de la aplicación práctica del plan de gestión, ya que representan la fase operativa dentro de la gestión integral de residuos.

2.3.7. Materia prima secundaria

El MINAM (2009) establece que se denomina materia prima secundaria a los materiales recuperados de los residuos que, tras pasar por un proceso de tratamiento, pueden reincorporarse a los ciclos productivos como insumos para la fabricación de nuevos productos. De esta manera, se reduce la dependencia de materias primas vírgenes, se aprovechan mejor los recursos existentes y se contribuye a disminuir los impactos ambientales asociados a la extracción y transformación de recursos naturales.

2.3.8. Percolación

De acuerdo con el MINAM (2009), la percolación es el proceso mediante el cual un líquido se desplaza lentamente o gotea a través de un material que actúa como filtro. Durante este

recorrido, el líquido puede llenar o no los poros del medio filtrante, dependiendo de sus características y del propio medio.

2.3.9. Planta de valoración de residuos

Según el MINAM (2016), es una instalación utilizada para recuperar materiales o energía a partir de los residuos, luego de haber pasado por un proceso de acondicionamiento previo. Su objetivo es darles un nuevo uso, reduciendo así el impacto ambiental y promoviendo la economía circular.

2.3.10. Qali Warma

De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (2023), Qali Warma (que en quechua significa niño sano, fuerte o vigoroso) fue un programa nacional de alimentación escolar que brindaba comidas nutritivas y variadas a estudiantes de instituciones educativas públicas en todo el Perú. Durante su vigencia, atendía a más de 4 millones de escolares en 64 475 instituciones educativas, contribuyendo a mejorar su aprendizaje, concentración y bienestar a través de una adecuada alimentación.

2.3.11. Reciclaje

En concordancia con el MINAM (2016), el reciclaje es un conjunto de actividades orientadas a recuperar los residuos sólidos, transformándolos a través de diferentes procesos para que puedan cumplir nuevamente su función original o ser utilizados con un fin distinto.

2.3.12. Relleno sanitario

Tal como lo define el MINAM (2016), un relleno sanitario es una infraestructura diseñada para la disposición final de los residuos municipales, ya sea en la superficie o mediante su enterramiento. Su propósito es proteger la salud de la población y cuidar el entorno, reduciendo al

mínimo los impactos negativos que genera la acumulación de desechos en la vida diaria de las personas y en el ambiente.

2.3.13. Segregación

Según el MINAM (2016), la segregación es la acción de agrupar ciertos elementos específicos, con características similares, dentro de los residuos sólidos, con el fin de darles un tratamiento especial durante su manejo.

2.3.14. Tratamiento de residuos sólidos

Tal como lo señala el MINAM (2016), se refiere a cualquier técnica, proceso o método que modifique sus características físicas, químicas o biológicas, con el fin de minimizar o eliminar los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente. El tratamiento también prepara los residuos para su valoración o disposición final, e incluye prácticas como el reciclaje, el compostaje y la incineración, entre otras.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la zona urbana ciudad de Celendín, en las instituciones educativas públicas de nivel primario que reciben el programa Qali Warma:

Tabla 2

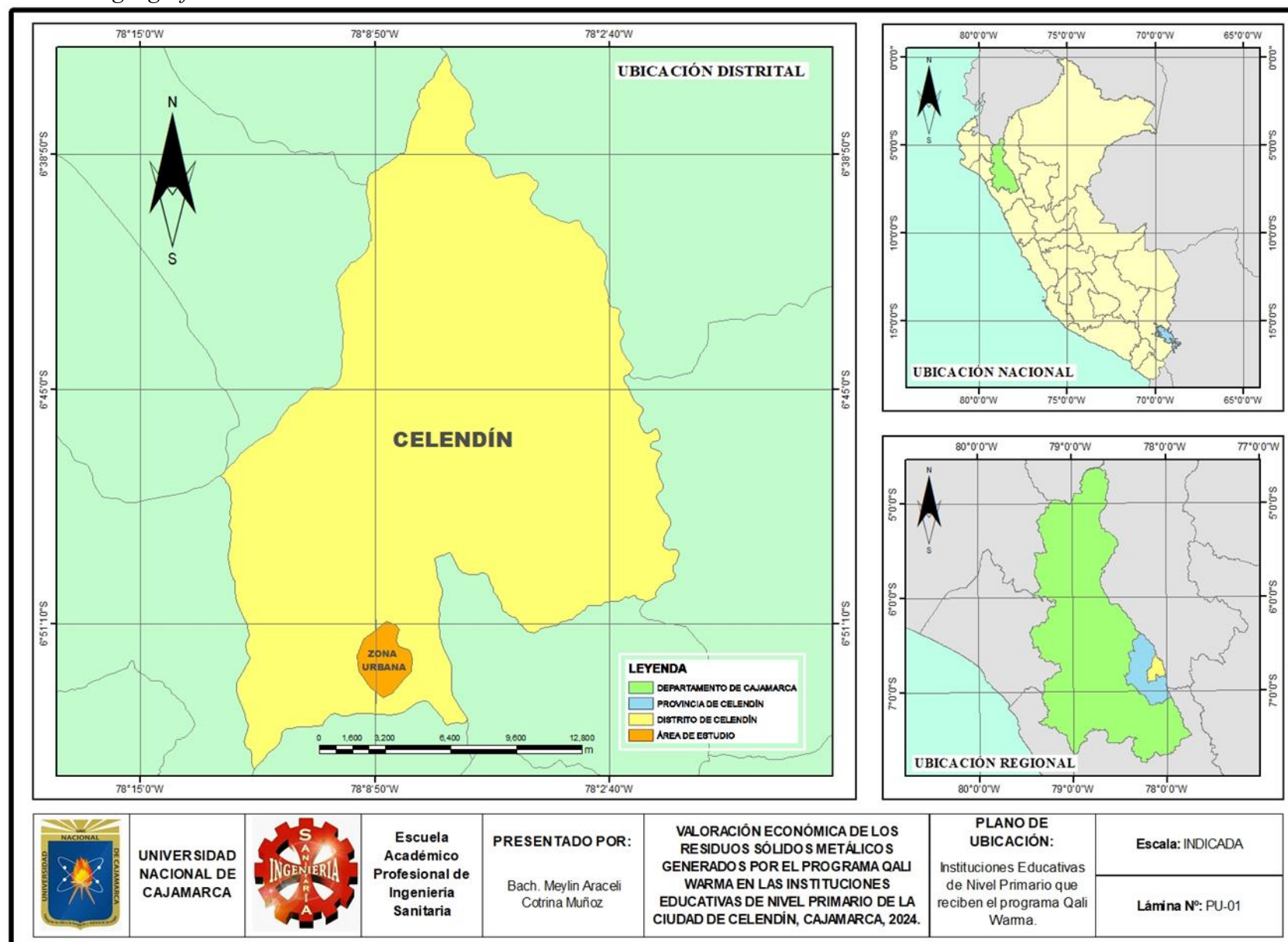
Coordenadas UTM de las I.E que son parte del estudio.

Nº	CÓDIGO	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	NÚMERO DE ALUMNOS	ESTE (UTM)	NORTE (UTM)	ALTITUD (m.s.n.m)
1	II - IE2 - 01	I.E. N.º 82402 “Bellavista”	189	815165.55	9237896.33	2728
2	II - IE2 - 02	I.E. N.º 82394 “San Cayetano”	117	815413.48	9239070.00	2658
3	II - IE2 - 03	I.E. N.º 821534 “El Cumbe”	105	814664.00	9239348.00	2707
4	II - IE2 - 04	I.E. N.º 82391 “San Isidro”	249	815084.31	9240076.47	2652
5	II - IE2 - 05	I.E. N.º 82390 “Pedro Paula Augusto Gil”	856	815779.92	9240146.11	2618
6	II - IE2 - 06	I.E. N.º 83009 “Sagrado Corazón de Jesús”	392	815438.21	9240255.69	2626
7	II - IE2 - 07	I.E. N.º 82403 “Santa Rosa”	59	817318.75	9238999.79	2677
8	II - IE2 - 08	C.A. EESPP “Aristides Merino Merino”	265	815526.58	9240980.46	2611
9	II - IE2 - 09	I.E. N.º 82401 “Virgen de la Candelaria”	99	815744.00	9242288.00	2624
10	II - IE2 - 10	I.E. N.º 82438 “Sagrada Familia”	63	815311.43	9242042.08	2613

Nota. Datos de la tesista recopilados en campo.

Figura 1

Ubicación geográfica de la zona de estudio.



Nota. Plano de ubicación elaborado a partir de datos de la tesista.

3.2. Metodología

3.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, pues este enfoque se centra en la aplicación práctica de los conocimientos para solucionar problemas relacionados con una disciplina científica.

El nivel de la investigación es descriptivo, cuyo objetivo principal es describir las características de un fenómeno, población o situación específica sin establecer relaciones de causa y efecto.

El diseño del estudio es no experimental, cuantitativo, prospectivo y transversal. Es no experimental porque no implica manipulación intencional y analiza los hechos y fenómenos tal como ocurren. Es cuantitativo porque mide la cantidad de residuos y su valoración económica. Es prospectivo porque la recolección y el análisis de los datos se realizan desde el inicio de la investigación hacia adelante, y es transversal porque la medición de las variables se efectúa en una sola etapa.

3.2.2. Población de estudio

La población estuvo constituida por todos los residuos sólidos metálicos (envases metálicos) generados por el Programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín durante el año 2024.

3.2.3. Muestra

La muestra estuvo conformada por la totalidad de los envases metálicos recolectados en las diez instituciones educativas de nivel primario de Celendín beneficiarias del programa Qali Warma, durante un periodo de 72 días.

Se trabajó con una muestra censal por conveniencia temporal:

- Censal, porque se consideró la totalidad de envases metálicos generados en las instituciones educativas durante los 72 días; es decir, no se eligió una parte, sino la totalidad de los residuos disponibles.
- Por conveniencia temporal, porque la recolección se limitó a un período operativo de 72 días, lo que permitió garantizar la viabilidad del trabajo de campo sin abarcar la totalidad del año 2024.

Este tipo de muestreo asegura que los resultados reflejen de manera fiel la generación de residuos metálicos en las instituciones beneficiarias, proporcionando una base confiable para la valoración económica planteada en la tesis.

3.2.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis correspondió a cada envase metálico generado por el consumo de alimentos del Programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de Celendín.

3.2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue la observación directa, aplicada de manera sistemática para identificar y cuantificar los residuos metálicos generados en las instituciones educativas beneficiarias del programa Qali Warma en Celendín. Esta técnica permitió obtener información objetiva sobre la cantidad y el peso de los envases recolectados, lo que garantizó datos confiables para el análisis.

El instrumento empleado fue una ficha de recolección de datos, en la cual se registraron de forma ordenada variables como el tipo de envase, su peso, la fecha y el lugar de recolección. Gracias a este registro, fue posible organizar la información de manera clara y precisa,

constituyendo la base para la valoración económica de los residuos metálicos planteada en la investigación.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Etapa preliminar de gabinete

Revisión bibliográfica

En esta etapa se recolectó toda la información necesaria para la investigación, incluyendo tesis, artículos, libros, normas, guías y otras fuentes relevantes. El objetivo fue identificar a los principales autores que han estudiado el tema en profundidad. Esta parte resultó crucial, ya que no era posible iniciar el estudio sin considerar el contexto y los hallazgos previos que han contribuido al conocimiento actual.

Se puso especial énfasis en la teoría sobre la caracterización de los envases metálicos, abarcando desde su segregación en la fuente hasta la evaluación de su potencial de aprovechamiento. Este análisis permitió reconocer su alto valor de recuperación, al evidenciar que podían reincorporarse en cadenas de reciclaje para la fabricación de nuevos insumos

3.3.2. Etapa de planificación

En esta etapa, se realizaron las coordinaciones generales y se elaboró un plan de trabajo para definir la forma de valoración que recibirán los envases metálicos, con el objetivo de garantizar el éxito de la investigación.

3.3.3. Etapa de diseño

Esta etapa se desarrolló tomando como referencia los lineamientos del Ministerio del Ambiente, específicamente la “Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y

recolección selectiva de residuos sólidos” (MINAM, 2021) y la “Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales” (MINAM, 2019).

- **Elaboración de documentos, formatos y stickers de identificación:** En esta fase se elaboró una carta de invitación dirigida a los directores de las escuelas, acompañada de un padrón de registro que contenía información clave como el código, dirección, número de estudiantes, nombre de la institución y zona. Asimismo, se diseñó una ficha de registro para el pesaje de los residuos sólidos. Finalmente, se confeccionaron stickers de identificación, con el propósito de localizar fácilmente las instituciones participantes en el estudio y facilitar la identificación de las muestras recolectadas.
- **Definición del área de valoración:** El área destinada a la valoración de los residuos fue seleccionada y diseñada siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Para ello, se realizó previamente una evaluación de la cantidad de envases metálicos que reciben mensualmente las instituciones educativas, garantizando así que el espacio definido resultara adecuado para el desarrollo del estudio.
- **Establecimiento rutas, horarios y frecuencias:** Se diseñaron las rutas de recolección (véase la Figura 27), considerando el punto de inicio, el punto final y las zonas específicas a intervenir. Esta planificación permitió optimizar el tiempo y las actividades de recolección y transporte. Asimismo, se evaluaron los horarios y frecuencias más adecuados para el recojo de las muestras, garantizando la eficiencia y continuidad del proceso.
- **Selección de la unidad vehicular:** Se optó por utilizar una unidad vehicular no convencional (moto furgón), cuya elección se basó en la cantidad de envases metálicos que reciben mensualmente las instituciones educativas y en la estimación del volumen diario que se generaría. Asimismo, se verificó que la unidad se encontrara en óptimas condiciones operativas,

garantizando la seguridad tanto de los trabajadores como de las muestras de residuos sólidos durante su transporte.

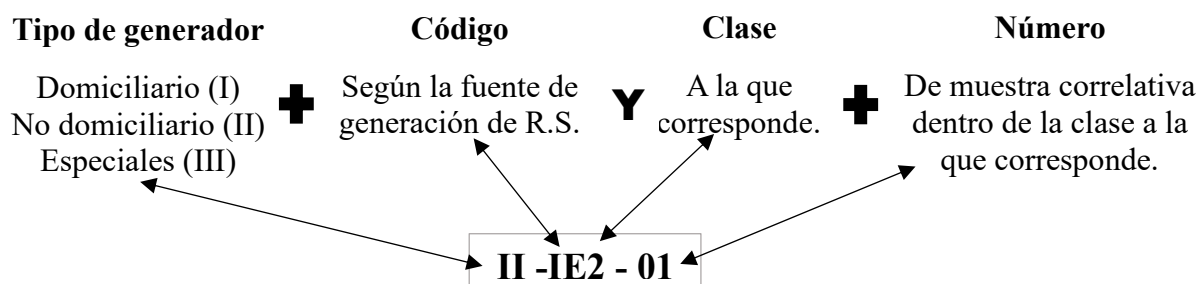
- **Preparación de equipos y materiales:** Se preparó los materiales de oficina, herramientas y equipos necesarios para el trabajo de campo, junto con los equipos de protección personal (EPP) requeridos para garantizar la seguridad del personal. Asimismo, se incluyeron los insumos esenciales y se acondicionó un ambiente adecuado para el desarrollo de la etapa de valoración.
- **Determinación de la mano de obra:** Para establecer la mano de obra requerida en la valoración de los envases metálicos, fue fundamental identificar cada etapa del proceso. Se calculó el tiempo promedio por cada kilogramo de envases procesados y, en función de ello, se estimaron los costos de mano de obra directa e indirecta, considerando los salarios y beneficios laborales correspondientes.
- **Determinación del tipo de objetos a fabricar:** Se definió la fabricación de llaveros a partir de envases metálicos fundidos, debido a que representan productos de fácil elaboración, con bajo costo de producción, alta demanda comercial y amplia posibilidad de personalización.
- **Estimación de los precios de venta:** Se llevó a cabo un análisis detallado de los precios de los residuos sólidos destinados a valoración. Como parte de este proceso, se realizó un estudio de mercado que permitió identificar la opción más favorable de comercialización, reconocer los puntos de venta disponibles y analizar las variaciones de precios según la temporada, garantizando así una proyección económica realista y sostenible para el aprovechamiento de los materiales.

3.3.4. Etapa de trabajo de campo y operaciones

- Invitación, empadronamiento e identificación de las instituciones educativas

participantes: Se realizó una invitación formal a las instituciones educativas para participar en la investigación, mediante una carta emitida por el director de la EAPISA. Posteriormente, se procedió al empadronamiento e identificación de cada institución, con el fin de asegurar su adecuada incorporación al estudio, garantizar un control ordenado y facilitar la selección de las muestras.

La identificación de cada institución se realizó considerando los siguientes aspectos:



Entonces:

II = Generador no domiciliario.

IE2 = Institución Educativa, correspondiente a la categoría 2 (Nivel primario).

01: Número de orden del generador no domiciliario.

Tabla 3
Registro y codificación de Instituciones Educativas.

N°	Código	Dirección	Nombre de la institución	Tipo	Zona
1	II-IE2-01	Bellavista	I.E. N.º 82402 “Bellavista”	Pública	Urbana
2	II-IE2-02	Calle San Cayetano S/N	I.E. N.º 82394 “San Cayetano”	Pública	Urbana
3	II-IE2-03	Barrio “El Cumbe”	I.E. N.º 821534 “El Cumbe”	Pública	Urbana
4	II-IE2-04	Jirón Grau S/N	I.E. N.º 82391 “San Isidro”	Pública	Urbana
5	II-IE2-05	Jirón Union Cuadra 3	I.E. N.º 82390 “Pedro Paula Augusto Gil”	Pública	Urbana
6	II-IE2-06	Jirón Pardo N° 731	I.E. N.º 83009 “Sagrado Corazón de Jesús”	Pública	Urbana
7	II-IE2-07	Barrio “Santa Rosa”	I.E. N.º 82403 “Santa Rosa”	Pública	Urbana
8	II-IE2-08	Jirón Dos de Mayo N° 1504	Centro de aplicación EESPP “Aristides Merino Merino”	Pública	Urbana
9	II-IE2-09	Barrio “Poyunte”	I.E. N.º 82401 “Virgen de la Candelaria”	Pública	Urbana
10	II-IE2-10	Barrio “Pallac”	I.E. N.º 82438 “Sagrada Familia”	Pública	Urbana

Nota. La tabla 3 fue adaptada de la “Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos”.

- **Sensibilización y capacitación:** Antes de iniciar la recolección de residuos sólidos, se desarrollaron actividades de sensibilización y capacitación dirigidas a los responsables de las cocinas en cada institución educativa. Esta capacitación no solo tuvo como objetivo informar sobre la importancia de una gestión adecuada de los residuos, sino también fomentar un compromiso activo en la segregación desde su fuente de generación.

A través de talleres interactivos, se explicaron las consecuencias ambientales y sanitarias de una inadecuada disposición de los residuos, lo que motivó a los participantes a adoptar prácticas más responsables. Asimismo, se entregaron equipos de protección personal (EPP) para

garantizar la seguridad de los trabajadores en la manipulación de los residuos, minimizando riesgos de contaminación y promoviendo un entorno laboral más seguro.

Este enfoque integral no solo contribuyó a mejorar la calidad del proceso de recolección, sino que también empoderó a los participantes, fortaleciendo su rol en la gestión ambiental escolar.

Figura 2

Sensibilización y capacitación a los participantes del estudio.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de sensibilización y capacitación.

- **Recolección:** Cada día de recolección se entregaban bolsas codificadas a las instituciones educativas, y estas eran devueltas con las muestras de residuos sólidos generados en sus cocinas. De esta manera, no solo fue posible identificar fácilmente las muestras, sino también dar seguimiento a los residuos de cada institución y analizarlos después con mayor precisión. Las bolsas se colocaban en un contenedor verde, tal como lo establece la normativa para residuos metálicos. Esta medida ayudó a mantener limpio y seguro el entorno, evitando que los

perros rompieran las bolsas o que los residuos quedaran expuestos en el suelo, lo que podría haber provocado malos olores o la aparición de roedores e insectos. Durante todo el proceso se mantuvieron los acuerdos definidos en el empadronamiento inicial, lo que permitió que la recolección se llevara a cabo de manera organizada, segura y responsable.

- **Traslado a la infraestructura de valoración:** Para el traslado de las muestras se empleó una unidad vehicular no convencional (moto furgón), la cual resultó adecuada para transportar los residuos recolectados desde cada institución educativa hasta la zona destinada a su valoración. Durante todo el proceso se cuidó que el traslado se realizara de forma ordenada y segura, protegiendo tanto al personal encargado como a las propias muestras. Asimismo, se adoptaron medidas específicas para prevenir derrames o situaciones de contaminación, lo que garantizó que los residuos llegaran en condiciones óptimas para su posterior análisis y valoración.
- **Infraestructura de valoración:** La infraestructura destinada a la valoración estuvo conformada por seis áreas específicas, diseñadas para los procesos de almacenamiento, limpieza, pesaje, compactación, trituración y fundición. La instalación fue ubicada estratégicamente en una zona alejada de los centros educativos y de salud, con el fin de reducir cualquier riesgo potencial para la población. Además, se implementaron sistemas de control de vectores y una adecuada ventilación, lo que permitió mantener un entorno limpio, seguro y saludable durante todas las etapas del proceso de valoración.

Almacenamiento:

Esta área se destinó al almacenamiento temporal de los residuos recolectados en las instituciones educativas. Es importante señalar que los envases aún no se encontraban limpios, por lo que permanecían en esta zona únicamente hasta ser sometidos a los procesos posteriores.

Limpieza:

La limpieza se efectuó con una solución de agua y detergente, seguida de un enjuague exhaustivo para eliminar restos de jabón o contaminantes. Posteriormente, los envases fueron secados con el fin de prevenir la corrosión y garantizar mejores condiciones para las etapas siguientes.

Pesaje:

El pesaje se realizó de manera diferenciada por institución educativa, considerando tanto el tipo de envase metálico como el código de las bolsas asignadas. Este procedimiento fue fundamental para obtener un registro preciso y trazable de los residuos generados por cada escuela.

Compactación:

El proceso de compactación tuvo como objetivo reducir el volumen de los envases metálicos, lo que facilitó su almacenamiento, empaquetado y transporte. Esta acción también permitió optimizar el espacio disponible, garantizando un manejo más eficiente de los residuos.

Trituración:

La trituración consistió en fragmentar los envases compactados en piezas más pequeñas, con el propósito de facilitar su manipulación y preparación para la etapa de fundición.

Fundición, moldeo, acabado y montaje:

Los fragmentos de envases fueron colocados en un crisol y calentados en el horno hasta alcanzar su punto de fusión (aproximadamente entre 1,300 y 1,450 °C). Se agregó bórax para purificar el metal fundido y, posteriormente, este fue vertido en moldes previamente preparados con los diseños seleccionados. En la etapa de acabado, los objetos resultantes fueron pulidos, pintados y decorados, para finalmente añadirles cadenas y ganchos, completando así la elaboración de los llaveros.

3.3.5. Etapa final de gabinete

Esta etapa consistió en el procesamiento de los datos recolectados en campo sobre los residuos sólidos metálicos generados por el programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín. Se inició con la organización y depuración de la información, asegurando su coherencia y precisión para garantizar su calidad. Posteriormente, los registros fueron ingresados en Excel, lo que permitió clasificar y cuantificar los distintos residuos metálicos, calcular sus volúmenes y pesos, estimar su valor económico y realizar el análisis de rentabilidad. Este trabajo de gabinete facilitó la estructuración clara de los resultados y sentó las bases para el análisis final e interpretación de los hallazgos de la investigación.

3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados

3.4.1. Generación total promedio de residuos metálicos

Tabla 4

Cantidad total de envases metálicos generados por las Instituciones Educativas (Kg).

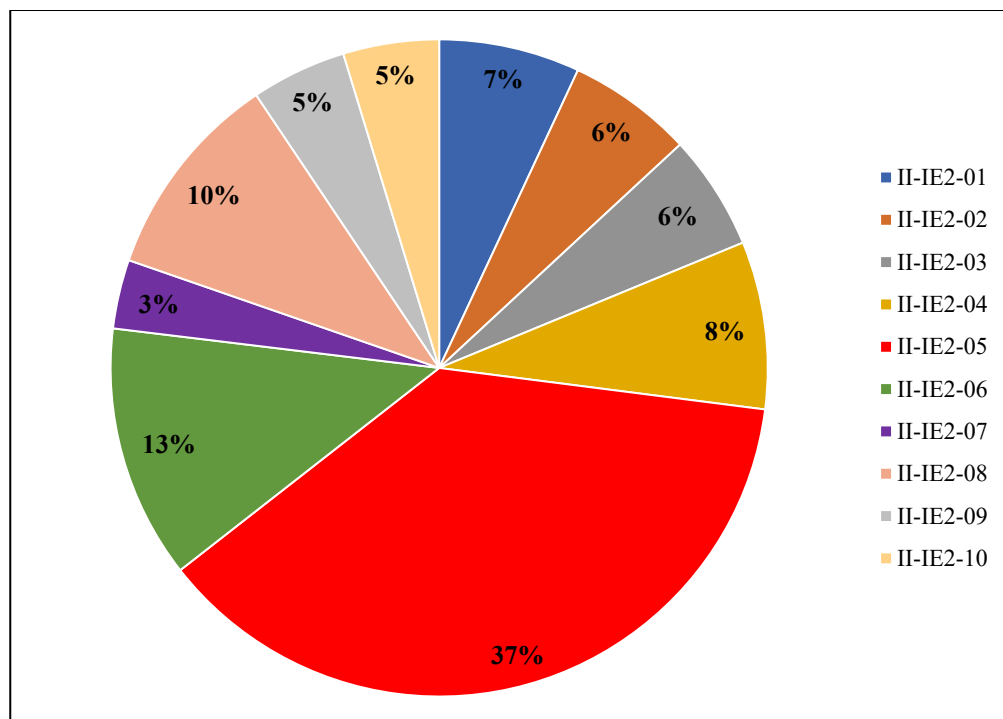
N.º	II- IE2- 01	II- IE2- 02	II- IE2- 03	II- IE2- 04	II- IE2- 05	II- IE2- 06	II- IE2- 07	II- IE2- 08	II- IE2- 09	II- IE2- 10	Total	Prom. diario
1	4.35	2.53	1.45	3.49	19.10	7.05	1.48	3.90	2.83	3.90	50.08	5.01
2	4.46	2.63	2.60	4.40	17.25	6.90	2.24	4.33	2.63	1.68	49.12	4.91
3	2.90	2.41	3.51	3.76	14.91	6.20	1.30	4.10	2.90	2.20	44.19	4.42
4	4.00	1.39	1.60	5.45	18.23	6.01	1.45	3.33	1.75	1.80	45.01	4.50
5	3.87	2.63	1.56	3.93	10.50	5.01	1.94	5.60	3.05	2.55	40.64	4.06
6	4.55	3.43	1.95	3.20	17.67	4.35	1.70	4.82	2.02	0.80	44.49	4.45
7	3.93	2.51	2.83	4.07	16.82	6.14	1.80	6.39	1.80	1.85	48.14	4.81
8	4.00	3.19	2.15	3.68	15.82	6.20	1.15	6.80	2.40	3.30	48.69	4.87
9	1.30	2.00	2.37	3.97	18.20	5.35	2.45	5.02	1.80	1.55	44.01	4.40
10	4.21	3.38	2.85	3.41	16.13	5.35	1.57	4.51	2.85	1.41	45.67	4.57
11	3.47	2.00	2.55	4.60	19.52	4.71	0.88	4.56	1.63	1.94	45.86	4.59
12	4.13	2.80	1.78	3.39	16.21	7.21	1.17	5.97	1.80	1.63	46.09	4.61
13	2.83	2.35	3.54	3.56	16.10	4.90	1.53	5.32	1.70	2.25	44.08	4.41
14	4.84	2.53	2.74	4.69	17.13	4.89	2.50	3.72	1.90	2.86	47.80	4.78
15	3.65	4.35	2.45	4.67	17.38	5.58	1.58	2.58	3.25	1.38	46.87	4.69
16	3.33	3.93	2.01	3.76	15.40	6.46	1.79	3.28	2.92	1.29	44.17	4.42
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	3.57	2.29	4.15	3.27	13.85	4.35	2.87	3.79	2.90	3.55	44.59	4.46
19	3.56	3.84	2.65	5.52	17.51	5.62	0.74	5.90	2.57	2.25	50.16	5.02
20	3.61	3.22	1.82	3.32	15.34	4.12	1.61	5.79	1.57	1.94	42.34	4.23
21	4.38	2.84	2.65	2.02	16.02	6.47	1.43	3.11	2.15	1.70	42.77	4.28
22	4.41	3.79	1.60	3.63	12.79	4.01	2.48	4.69	1.86	1.90	41.16	4.12
23	3.44	3.90	2.54	3.09	15.90	4.66	1.63	5.21	3.10	3.67	47.14	4.71
24	4.34	2.84	2.75	3.85	14.66	6.71	2.60	3.09	1.98	2.06	44.88	4.49
25	1.42	3.98	1.97	4.52	17.08	4.75	1.40	7.82	1.71	1.62	46.27	4.63
26	3.78	2.35	2.41	3.22	14.14	6.64	1.28	3.87	2.25	0.92	40.86	4.09
27	3.59	2.27	2.51	5.12	16.04	5.01	1.48	4.26	1.47	1.46	43.21	4.32
28	3.21	4.01	3.02	3.55	17.56	3.80	2.05	3.06	3.60	1.70	45.56	4.56
29	2.63	2.80	0.96	3.13	14.90	6.70	1.50	6.70	2.37	2.22	43.91	4.39
30	4.12	2.21	2.40	5.17	17.54	5.56	1.18	3.34	2.56	1.78	45.86	4.59
31	3.26	2.52	2.38	4.37	11.98	5.10	2.04	5.33	1.65	1.52	40.15	4.02
32	2.47	2.60	2.76	3.52	16.16	4.97	1.41	6.14	1.74	2.27	44.04	4.40
33	3.56	2.87	2.15	3.04	12.31	6.76	2.00	7.13	3.20	2.86	45.88	4.59
34	3.67	3.13	2.21	4.98	17.51	4.67	2.05	2.85	2.25	1.84	45.16	4.52
35	2.60	1.91	3.84	4.38	15.59	5.20	1.42	5.44	1.99	1.70	44.07	4.41

N.º	II- IE2- 01	II- IE2- 02	II- IE2- 03	II- IE2- 04	II- IE2- 05	II- IE2- 06	II- IE2- 07	II- IE2- 08	II- IE2- 09	II- IE2- 010	Total	Prom diario
36	3.61	2.52	1.78	3.67	19.55	6.44	0.95	4.03	0.96	1.85	45.36	4.54
37	3.56	2.33	1.80	2.80	15.50	5.51	1.83	5.48	1.91	1.48	42.20	4.22
38	3.40	3.00	3.25	3.40	17.56	3.96	1.73	3.05	3.59	1.25	44.19	4.42
39	3.08	3.01	1.55	3.04	15.46	6.34	1.65	6.10	1.70	1.95	43.88	4.39
40	3.30	2.55	2.68	4.59	15.46	6.04	2.12	5.09	2.01	4.05	47.89	4.79
41	3.43	2.74	2.67	3.81	16.78	6.26	1.61	5.54	2.07	1.80	46.71	4.67
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	2.42	2.94	3.53	4.86	21.25	5.98	1.61	6.04	2.36	1.67	52.66	5.27
45	2.84	2.90	2.43	2.16	13.68	4.28	1.00	3.96	3.18	1.20	37.63	3.76
46	2.25	1.86	2.06	3.13	13.25	4.41	1.96	4.61	1.59	1.96	37.08	3.71
47	3.72	1.88	2.88	2.55	14.95	5.80	2.75	3.09	2.43	2.48	42.53	4.25
48	2.33	3.35	2.54	4.25	14.42	7.10	1.59	3.77	2.39	2.81	44.55	4.46
49	2.35	2.85	2.52	3.37	15.73	4.43	1.20	5.97	3.22	1.95	43.59	4.36
50	1.96	3.19	2.52	2.64	14.69	4.95	2.18	3.09	1.80	1.80	38.82	3.88
51	2.13	1.80	2.67	3.79	12.75	2.95	1.58	3.53	2.09	1.28	34.57	3.46
52	4.00	1.93	2.61	3.12	11.97	5.10	1.82	4.67	1.90	2.38	39.50	3.95
53	3.56	2.61	1.56	4.56	17.68	5.11	1.77	3.90	3.03	3.76	47.54	4.75
54	5.27	2.69	3.50	3.52	15.97	5.45	2.08	7.30	3.22	1.49	50.49	5.05
55	1.58	2.72	2.51	2.64	15.78	5.71	2.05	3.26	2.04	1.66	39.95	4.00
56	3.32	3.44	3.04	4.07	14.30	6.22	1.92	3.84	1.95	2.99	45.09	4.51
57	3.30	2.76	3.77	3.58	15.74	6.92	2.03	6.50	2.37	3.49	50.46	5.05
58	3.84	3.51	2.83	4.60	16.00	5.60	1.78	6.08	3.25	1.33	48.82	4.88
59	3.00	2.48	2.75	3.89	14.91	4.79	1.67	3.80	2.70	1.80	41.79	4.18
60	2.39	1.87	3.17	1.96	14.87	4.39	2.24	4.19	2.64	3.39	41.11	4.11
61	2.74	2.03	2.15	2.65	16.33	5.57	1.91	5.71	2.07	3.17	44.33	4.43
62	4.57	3.25	2.70	2.62	15.07	5.24	1.68	4.70	1.45	1.45	42.73	4.27
63	3.43	2.10	2.26	4.15	14.07	7.03	1.83	5.77	3.01	2.05	45.70	4.57
64	3.35	2.19	2.83	2.90	15.00	5.29	1.80	5.67	1.56	2.67	43.26	4.33
65	2.30	3.55	2.60	3.26	15.16	5.20	1.60	3.57	1.88	1.93	41.05	4.11
66	2.55	2.62	1.94	2.30	15.47	3.25	1.27	5.13	2.06	1.45	38.04	3.80
67	3.77	3.57	1.97	4.62	14.88	5.16	1.80	3.60	2.81	2.05	44.23	4.42
68	4.96	1.87	3.00	2.65	16.76	5.91	2.25	5.92	2.46	3.80	49.58	4.96
69	2.57	3.28	1.67	3.59	10.25	4.45	1.99	3.81	1.88	1.85	35.34	3.53
70	3.00	3.22	2.44	3.32	14.64	5.08	1.69	2.85	2.20	1.75	40.19	4.02
71	2.19	1.97	3.36	2.43	13.57	5.36	1.82	5.74	1.79	1.60	39.83	3.98
72	4.36	3.04	1.68	4.36	16.37	6.70	1.38	7.32	1.91	1.81	48.93	4.89
Total	231.87	191.05	171.93	252.58	1079.07	375.39	119.84	328.43	157.63	144.75	3052.54	4.24
Prom. diario Alumno	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	

Nota. La Tabla 4 presenta los resultados de la cuantificación de residuos metálicos recolectados en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín. Durante el período evaluado se registró una generación total de 3,052.54 kg de envases metálicos, equivalente a 76,314 unidades. El promedio diario por institución educativa fue de 4.24 kg, equivalente a 106 envases, mientras que el promedio diario global alcanzó 42.40 kg, lo que corresponde a 1 060 envases metálicos. Asimismo, se determinó que, en promedio, cada estudiante genera 0.02 kg de envases metálicos por día equivalente a 0.5 envases.

Figura 3

Generación porcentual de envases metálicos por institución educativa.



Nota. La figura 3 muestra la generación porcentual de envases metálicos por institución educativa. Se observa la mayor concentración de los residuos en la II-IE2-05, que aporta el 37% del total recolectado, seguida por II-IE2-06 con el 13% y II-IE2-08 con el 10%. Estas tres instituciones suman el 60% de toda la producción de residuos metálicos.

3.4.2. Clasificación de los residuos sólidos metálicos

Tabla 5

Generación de residuos metálicos provenientes de conservas cárnicas.

N.º	II- IE2- 01	II- IE2- 02	II- IE2- 03	II- IE2- 04	II- IE2- 05	II- IE2- 06	II- IE2- 07	II- IE2- 08	II- IE2- 09	II- IE2- 10	Total	Promedio diario
1	2.55	1.56	1.45	2.50	13.10	5.50	0.78	2.80	1.88	3.25	35.37	3.54
2	2.34	1.78	2.20	2.92	11.80	3.80	1.24	3.10	1.48	1.10	31.76	3.18
3	2.90	1.23	2.36	2.55	10.60	3.40	0.50	2.60	1.80	1.70	29.64	2.96
4	2.00	0.63	1.00	4.30	12.10	4.50	0.70	2.20	0.80	0.95	29.18	2.92
5	1.98	1.85	1.56	2.30	10.50	3.90	0.99	4.60	1.85	1.55	31.08	3.11
6	2.65	2.50	1.20	1.70	12.40	3.55	0.80	2.66	0.92	0.80	29.18	2.92
7	1.80	1.70	1.93	2.55	12.15	5.21	1.25	2.50	0.95	1.20	31.24	3.12
8	2.05	2.40	1.15	2.15	10.00	3.70	0.50	4.50	2.40	2.60	31.45	3.15
9	0.70	1.25	1.50	2.70	18.20	3.65	1.35	3.20	0.85	1.15	34.55	3.46
10	2.48	2.40	2.40	2.00	10.90	3.82	0.72	2.38	1.75	0.85	29.70	2.97
11	2.60	1.25	1.90	3.30	13.50	3.48	0.88	3.51	0.75	1.10	32.27	3.23
12	1.80	1.80	1.40	2.50	11.50	4.32	0.62	4.00	0.80	0.78	29.52	2.95
13	2.05	1.60	2.34	2.23	10.21	2.98	0.68	3.20	0.95	1.25	27.49	2.75
14	2.63	1.45	1.89	3.15	13.00	3.56	1.18	2.60	0.80	2.36	32.62	3.26
15	1.50	2.40	1.95	3.81	11.33	3.15	0.84	1.60	2.40	1.00	29.98	3.00
16	2.20	3.10	1.33	2.50	12.11	3.85	1.10	2.18	1.92	0.84	31.13	3.11
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	2.52	1.45	2.15	2.15	10.51	3.12	1.62	2.34	2.15	2.70	30.71	3.07
19	1.89	2.67	1.55	3.67	12.29	4.67	0.74	3.78	1.70	1.60	34.56	3.46
20	2.63	2.10	1.30	1.85	10.67	2.45	0.63	2.92	0.88	0.96	26.39	2.64
21	2.49	1.89	2.00	2.02	11.13	4.02	0.68	2.12	0.95	0.85	28.15	2.82
22	2.31	2.34	1.10	2.78	12.79	2.99	0.98	2.67	0.96	0.95	29.87	2.99
23	1.99	3.05	1.84	2.11	10.45	2.78	0.78	3.45	2.15	2.52	31.12	3.11
24	2.45	1.78	1.63	1.91	12.67	4.56	1.65	1.75	0.88	1.21	30.49	3.05
25	1.42	2.95	1.12	3.25	11.23	3.21	0.56	4.03	0.86	1.12	29.75	2.98
26	1.91	1.56	1.63	2.34	10.89	4.88	0.63	2.89	1.15	0.92	28.80	2.88
27	1.76	1.22	1.96	3.49	12.02	3.90	0.88	3.21	0.89	0.81	30.14	3.01
28	2.27	2.88	1.82	2.56	11.78	2.98	1.10	1.61	1.95	0.85	29.80	2.98
29	1.58	2.01	0.96	1.15	10.34	4.34	0.75	4.59	1.52	1.22	28.46	2.85
30	2.34	1.35	1.55	4.25	13.55	3.67	0.56	2.15	1.21	1.12	31.75	3.18
31	1.25	1.47	1.63	3.02	11.98	4.11	0.94	3.88	0.85	0.94	30.07	3.01
32	1.13	1.75	2.11	1.91	11.15	3.54	0.89	2.47	0.88	1.87	27.70	2.77
33	1.45	1.45	1.20	1.99	12.31	4.75	1.12	4.23	2.25	2.11	32.86	3.29
34	2.12	2.37	1.63	3.58	11.46	3.33	1.10	2.85	1.12	0.99	30.55	3.06
35	1.67	1.10	2.72	2.47	11.76	4.29	0.86	3.56	0.85	1.15	30.43	3.04
36	1.85	1.34	1.26	2.11	14.88	3.86	0.55	2.88	0.96	0.85	30.54	3.05

N.º	II- IE2- 01	II- IE2- 02	II- IE2- 03	II- IE2- 04	II -IE2 -05	II- IE2- 06	II- IE2- 07	II- IE2- 08	II -IE2- 09	II- IE2- 10	Total	Promedio diario
37	2.34	1.56	1.18	1.73	11.05	4.03	0.96	4.01	0.95	1.08	28.89	2.89
38	1.50	2.12	2.60	2.45	12.22	3.11	0.48	1.72	2.34	0.85	29.39	2.94
39	2.01	1.78	1.55	1.92	11.34	4.42	0.69	3.34	0.85	1.20	29.10	2.91
40	1.88	1.65	1.32	3.12	10.58	3.99	1.27	2.74	0.96	3.10	30.61	3.06
41	2.45	1.99	1.92	2.78	12.79	4.99	0.86	4.45	1.12	1.15	34.50	3.45
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	1.58	1.87	2.38	3.28	16.58	4.22	0.65	2.99	0.80	0.79	35.14	3.51
45	1.79	2.05	1.78	1.25	10.55	2.98	0.52	1.68	1.86	0.85	25.31	2.53
46	1.31	0.66	1.54	1.78	10.20	3.52	0.96	3.25	0.84	1.22	25.28	2.53
47	1.62	1.13	1.78	1.80	9.80	3.65	1.25	1.77	1.58	1.52	25.90	2.59
48	1.58	2.55	1.88	3.30	10.20	4.65	0.74	2.62	1.54	2.21	31.27	3.13
49	2.35	1.75	1.67	2.52	11.88	3.12	0.65	3.42	2.26	1.10	30.72	3.07
50	1.31	2.35	1.52	1.86	13.54	2.75	0.96	1.87	0.80	1.15	28.11	2.81
51	1.13	0.85	1.47	1.79	9.50	2.95	0.92	1.95	0.84	1.28	22.68	2.27
52	1.50	1.18	1.98	2.58	10.12	2.58	0.84	2.36	1.10	1.38	25.62	2.56
53	2.62	1.45	1.56	3.14	12.11	3.56	1.12	2.75	1.85	3.12	33.28	3.33
54	2.22	1.85	2.32	2.14	12.52	4.55	0.95	3.65	2.25	0.89	33.34	3.33
55	1.58	1.96	1.89	1.89	11.23	3.51	1.15	3.26	0.84	1.21	28.52	2.85
56	1.85	2.31	1.92	3.10	11.32	4.58	1.25	2.32	1.13	1.84	31.62	3.16
57	2.56	1.11	2.25	2.58	13.52	4.52	0.85	3.68	1.52	2.54	35.13	3.51
58	2.58	2.15	1.85	2.88	11.65	4.25	0.83	4.13	1.75	0.75	32.82	3.28
59	1.35	1.89	1.98	3.15	12.35	3.25	1.12	2.85	1.85	1.15	30.94	3.09
60	1.25	1.14	1.56	1.96	11.12	3.54	0.78	3.35	1.14	2.26	28.10	2.81
61	1.89	1.35	1.61	1.45	11.21	4.32	0.96	2.50	0.95	2.62	28.86	2.89
62	2.33	2.11	1.95	1.65	10.89	2.56	0.76	2.56	0.75	0.85	26.41	2.64
63	1.69	1.25	1.12	2.25	10.33	4.52	1.17	3.65	1.21	1.30	28.49	2.85
64	2.14	1.56	2.10	2.24	10.85	3.56	0.85	3.25	1.56	1.82	29.93	2.99
65	1.45	2.14	2.14	2.16	11.21	4.35	0.95	2.25	1.05	1.23	28.93	2.89
66	1.32	1.88	0.98	1.35	11.23	3.25	0.77	2.63	0.83	0.88	25.12	2.51
67	1.89	2.36	1.13	3.22	10.56	4.21	0.65	2.65	1.45	1.65	29.77	2.98
68	2.75	1.87	2.12	2.65	13.21	3.25	0.60	3.36	1.21	3.05	34.07	3.41
69	1.32	2.16	1.14	2.25	10.25	3.56	1.15	1.95	1.21	1.25	26.24	2.62
70	2.25	2.11	1.21	2.38	11.20	3.65	0.94	2.85	0.75	1.25	28.59	2.86
71	1.54	1.12	2.25	1.85	11.11	3.58	1.14	3.61	0.85	0.75	27.80	2.78
72	2.11	2.13	1.17	2.36	10.85	4.25	0.60	4.32	1.21	0.89	29.89	2.99
Total	134.30	125.02	117.54	170.58	806.33	261.60	61.49	204.75	89.66	97.40	2068.67	2.87

Nota. La Tabla 5 evidencia la generación de envases de conservas cárnicas en las instituciones educativas de la ciudad de Celendín. En conjunto, se cuantificaron 2,068.67 kg, con un promedio

diario de 2.87 kg por institución. La II-IE2-05 constituyó el mayor punto de generación, acumulando 806.33 kg, posiciones posteriores se ubican la II-IE2-06, con 261.60 kg, y la II-IE2-08, con 204.75 kg, que también registran una participación significativa.

Tabla 6

Generación de residuos metálicos provenientes de envases de leche.

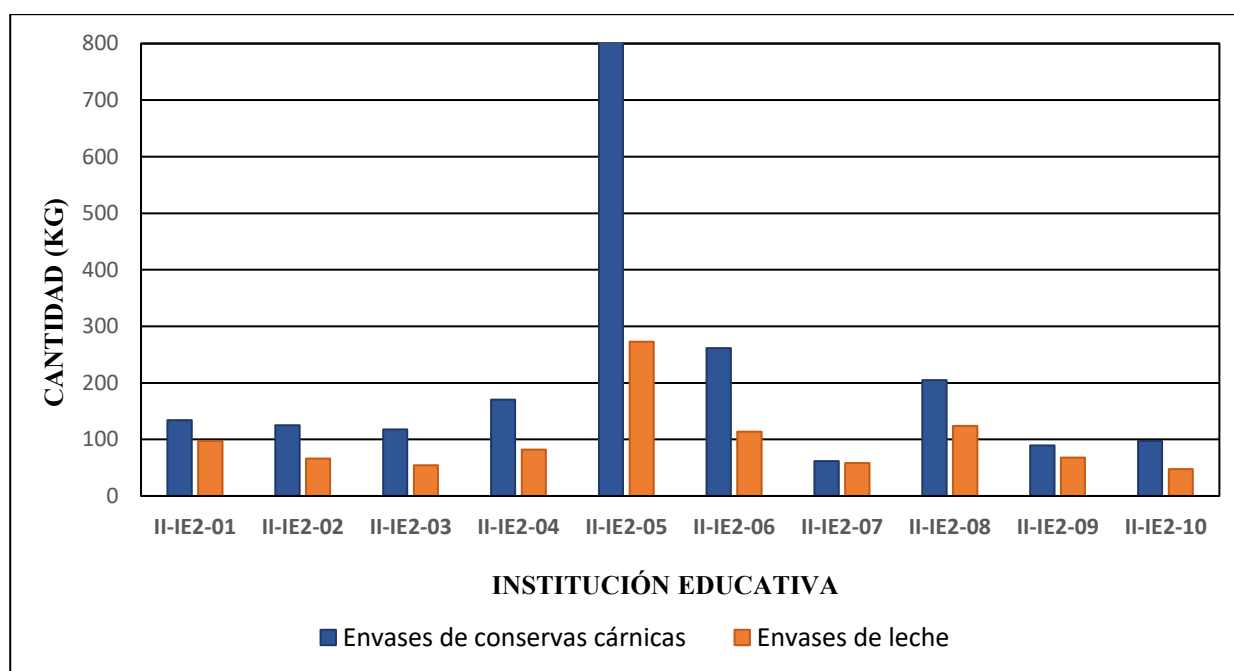
N.º	II-IE2-01	II-IE2-02	II-IE2-03	II-IE2-04	II-IE2-05	II-IE2-06	II-IE2-07	II-IE2-08	II-IE2-09	II-IE2-10	Total	Promedio diario
1	1.80	0.97	0.00	0.99	6.00	1.55	0.70	1.10	0.95	0.65	14.71	1.47
2	2.12	0.85	0.40	1.48	5.45	3.10	1.00	1.23	1.15	0.58	17.36	1.74
3	0.00	1.18	1.15	1.21	4.31	2.80	0.80	1.50	1.10	0.50	14.55	1.46
4	2.00	0.76	0.60	1.15	6.13	1.51	0.75	1.13	0.95	0.85	15.83	1.58
5	1.89	0.78	0.00	1.63	0.00	1.11	0.95	1.00	1.20	1.00	9.56	0.96
6	1.90	0.93	0.75	1.50	5.27	0.80	0.90	2.16	1.10	0.00	15.31	1.53
7	2.13	0.81	0.90	1.52	4.67	0.93	0.55	3.89	0.85	0.65	16.90	1.69
8	1.95	0.79	1.00	1.53	5.82	2.50	0.65	2.30	0.00	0.70	17.24	1.72
9	0.60	0.75	0.87	1.27	0.00	1.70	1.10	1.82	0.95	0.40	9.46	0.95
10	1.73	0.98	0.45	1.41	5.23	1.53	0.85	2.13	1.10	0.56	15.97	1.60
11	0.87	0.75	0.65	1.30	6.02	1.23	0.00	1.05	0.88	0.84	13.59	1.36
12	2.33	1.00	0.38	0.89	4.71	2.89	0.55	1.97	1.00	0.85	16.57	1.66
13	0.78	0.75	1.20	1.33	5.89	1.92	0.85	2.12	0.75	1.00	16.59	1.66
14	2.21	1.08	0.85	1.54	4.13	1.33	1.32	1.12	1.10	0.50	15.18	1.52
15	2.15	1.95	0.50	0.86	6.05	2.43	0.74	0.98	0.85	0.38	16.89	1.69
16	1.13	0.83	0.68	1.26	3.29	2.61	0.69	1.10	1.00	0.45	13.04	1.30
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1.05	0.84	2.00	1.12	3.34	1.23	1.25	1.45	0.75	0.85	13.88	1.39
19	1.67	1.17	1.10	1.85	5.22	0.95	0.00	2.12	0.87	0.65	15.60	1.56
20	0.98	1.12	0.52	1.47	4.67	1.67	0.98	2.87	0.69	0.98	15.95	1.60
21	1.89	0.95	0.65	0.00	4.89	2.45	0.75	0.99	1.20	0.85	14.62	1.46
22	2.10	1.45	0.50	0.85	0.00	1.02	1.50	2.02	0.90	0.95	11.29	1.13
23	1.45	0.85	0.70	0.98	5.45	1.88	0.85	1.76	0.95	1.15	16.02	1.60
24	1.89	1.06	1.12	1.94	1.99	2.15	0.95	1.34	1.10	0.85	14.39	1.44
25	0.00	1.03	0.85	1.27	5.85	1.54	0.84	3.79	0.85	0.50	16.52	1.65
26	1.87	0.79	0.78	0.88	3.25	1.76	0.65	0.98	1.10	0.00	12.06	1.21
27	1.83	1.05	0.55	1.63	4.02	1.11	0.60	1.05	0.58	0.65	13.07	1.31
28	0.94	1.13	1.20	0.99	5.78	0.82	0.95	1.45	1.65	0.85	15.76	1.58
29	1.05	0.79	0.00	1.98	4.56	2.36	0.75	2.11	0.85	1.00	15.45	1.55
30	1.78	0.86	0.85	0.92	3.99	1.89	0.62	1.19	1.35	0.66	14.11	1.41
31	2.01	1.05	0.75	1.35	0.00	0.99	1.10	1.45	0.80	0.58	10.08	1.01
32	1.34	0.85	0.65	1.61	5.01	1.43	0.52	3.67	0.86	0.40	16.34	1.63
33	2.11	1.42	0.95	1.05	0.00	2.01	0.88	2.90	0.95	0.75	13.02	1.30

N.º	II- IE2- 01	II- IE2- 02	II- IE2- 03	II- IE2- 04	II- IE2- 05	II- IE2- 06	II- IE2- 07	II- IE2- 08	II- IE2- 09	II- IE2- 10	Total	Promedio diario
34	1.55	0.76	0.58	1.40	6.05	1.34	0.95	0.00	1.13	0.85	14.61	1.46
35	0.93	0.81	1.12	1.91	3.83	0.91	0.56	1.88	1.14	0.55	13.64	1.36
36	1.76	1.18	0.52	1.56	4.67	2.58	0.40	1.15	0.00	1.00	14.82	1.48
37	1.22	0.77	0.62	1.07	4.45	1.48	0.87	1.47	0.96	0.40	13.31	1.33
38	1.90	0.88	0.65	0.95	5.34	0.85	1.25	1.33	1.25	0.40	14.80	1.48
39	1.07	1.23	0.00	1.12	4.12	1.92	0.96	2.76	0.85	0.75	14.78	1.48
40	1.42	0.90	1.36	1.47	4.88	2.05	0.85	2.35	1.05	0.95	17.28	1.73
41	0.98	0.75	0.75	1.03	3.99	1.27	0.75	1.09	0.95	0.65	12.21	1.22
42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.84	1.07	1.15	1.58	4.67	1.76	0.96	3.05	1.56	0.88	17.52	1.75
45	1.05	0.85	0.65	0.91	3.13	1.30	0.48	2.28	1.32	0.35	12.32	1.23
46	0.94	1.20	0.52	1.35	3.05	0.89	1.00	1.36	0.75	0.74	11.80	1.18
47	2.10	0.75	1.10	0.75	5.15	2.15	1.50	1.32	0.85	0.96	16.63	1.66
48	0.75	0.80	0.66	0.95	4.22	2.45	0.85	1.15	0.85	0.60	13.28	1.33
49	0.00	1.10	0.85	0.85	3.85	1.31	0.55	2.55	0.96	0.85	12.87	1.29
50	0.65	0.84	1.00	0.78	1.15	2.20	1.22	1.22	1.00	0.65	10.71	1.07
51	1.00	0.95	1.20	2.00	3.25	0.00	0.66	1.58	1.25	0.00	11.89	1.19
52	2.50	0.75	0.63	0.54	1.85	2.52	0.98	2.31	0.80	1.00	13.88	1.39
53	0.94	1.16	0.00	1.42	5.57	1.55	0.65	1.15	1.18	0.64	14.26	1.43
54	3.05	0.84	1.18	1.38	3.45	0.90	1.13	3.65	0.97	0.60	17.15	1.72
55	0.00	0.76	0.62	0.75	4.55	2.20	0.90	0.00	1.20	0.45	11.43	1.14
56	1.47	1.13	1.12	0.97	2.98	1.64	0.67	1.52	0.82	1.15	13.47	1.35
57	0.74	1.65	1.52	1.00	2.22	2.40	1.18	2.82	0.85	0.95	15.33	1.53
58	1.26	1.36	0.98	1.72	4.35	1.35	0.95	1.95	1.50	0.58	16.00	1.60
59	1.65	0.59	0.77	0.74	2.56	1.54	0.55	0.95	0.85	0.65	10.85	1.09
60	1.14	0.73	1.61	0.00	3.75	0.85	1.46	0.84	1.50	1.13	13.01	1.30
61	0.85	0.68	0.54	1.20	5.12	1.25	0.95	3.21	1.12	0.55	15.47	1.55
62	2.24	1.14	0.75	0.97	4.18	2.68	0.92	2.14	0.70	0.60	16.32	1.63
63	1.74	0.85	1.14	1.90	3.74	2.51	0.66	2.12	1.80	0.75	17.21	1.72
64	1.21	0.63	0.73	0.66	4.15	1.73	0.95	2.42	0.00	0.85	13.33	1.33
65	0.85	1.41	0.46	1.10	3.95	0.85	0.65	1.32	0.83	0.70	12.12	1.21
66	1.23	0.74	0.96	0.95	4.24	0.00	0.50	2.50	1.23	0.57	12.92	1.29
67	1.88	1.21	0.84	1.40	4.32	0.95	1.15	0.95	1.36	0.40	14.46	1.45
68	2.21	0.00	0.88	0.00	3.55	2.66	1.65	2.56	1.25	0.75	15.51	1.55
69	1.25	1.12	0.53	1.34	0.00	0.89	0.84	1.86	0.67	0.60	9.10	0.91
70	0.75	1.11	1.23	0.94	3.44	1.43	0.75	0.00	1.45	0.50	11.60	1.16
71	0.65	0.85	1.11	0.58	2.46	1.78	0.68	2.13	0.94	0.85	12.03	1.20
72	2.25	0.91	0.51	2.00	5.52	2.45	0.78	3.00	0.70	0.92	19.04	1.90
Total	97.57	66.03	54.39	82.00	272.74	113.79	58.35	123.68	67.97	47.35	983.87	1.37

Nota. La Tabla 6 presenta la generación de envases metálicos de leche en diez instituciones educativas de la ciudad de Celendín, con un total acumulado de 983.87 kg y un promedio diario por institución de 1.37 kg. La II-IE2-05 destaca ampliamente con 272.74 kg, lo que representa el 27.7% del total, evidenciando un mayor consumo respecto a las demás. También registran niveles elevados la II-IE2-08 con 123.68 kg y la II-IE2-06 con 113.79 kg, mientras que la II-IE2-03 y la II-IE2-10 muestran una menor generación.

Figura 4

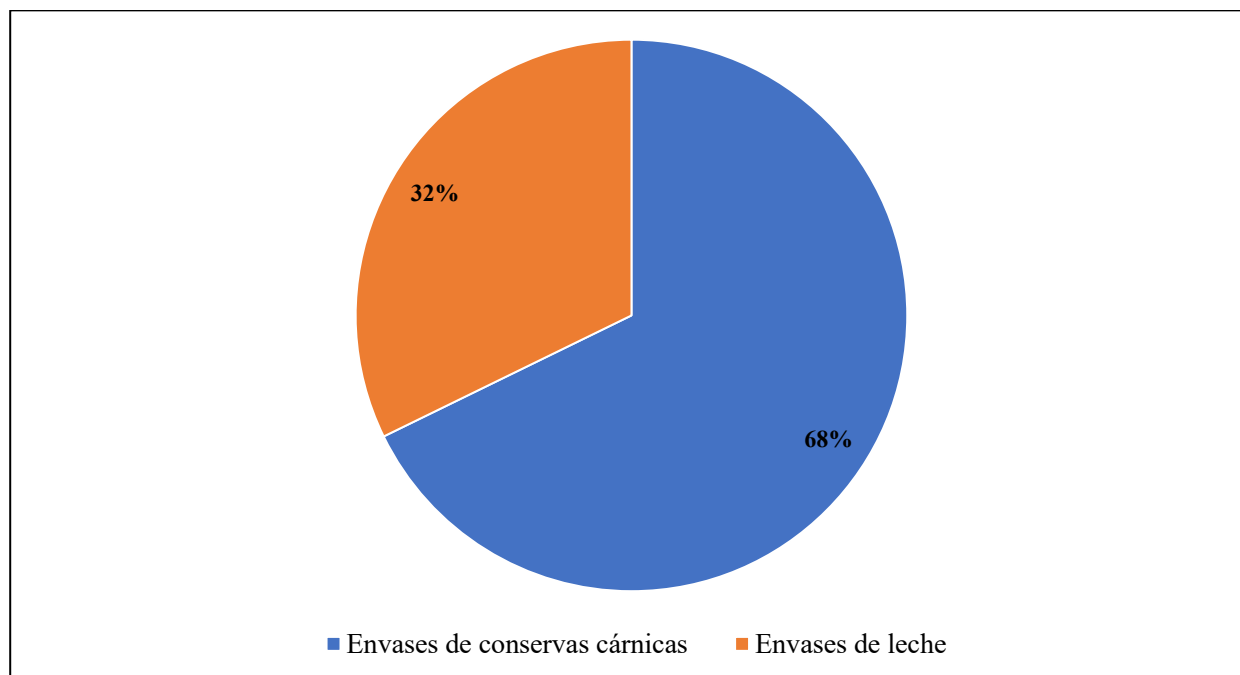
Generación de envases metálicos en las instituciones educativas por tipo de alimento que contienen.



Nota. La figura 4 muestra comparativamente la generación de envases metálicos por cada institución educativa, diferenciando entre envases de conservas cárnicas (color azul) y envases de leche (color naranja).

Figura 5

Composición porcentual de envases metálicos según el tipo de alimento que contienen.



Nota. La Figura 5 presenta un gráfico de pastel en el que se observa que la mayor cantidad de residuos metálicos generados en las instituciones educativas corresponde a envases de conservas cárnicas, que representan el 68% del total, mientras que los envases de leche constituyen el 32% restante. Esta diferencia significativa evidencia que el consumo de productos cárnicos procesados enlatados es mayor dentro del programa de alimentación escolar Qali Warma.

3.4.3. Valoración económica los residuos sólidos metálicos

La finalidad de realizar la valoración económica de los residuos sólidos metálicos fue transformar los residuos generados por el programa Qali Warma en las instituciones educativas en recursos aprovechables (llaveros), maximizando así su valor monetario y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, económica y social.

Para este análisis se consideraron tres escenarios: Base, optimista y pesimista, los cuales permitieron evaluar la viabilidad económica del proyecto en distintos contextos y determinar si realmente se generaban ganancias frente a otros tipos de valoración. El escenario base ofrece una estimación realista de costos y beneficios; el escenario optimista proyecta un incremento en la rentabilidad, mientras que el pesimista identifica los posibles riesgos. De este modo, se garantizó que la valoración resulte viable y rentable incluso en la situación más desfavorable, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

3.4.4. Análisis de rentabilidad económica

El proyecto se planteó bajo la modalidad de administración directa, en la cual la tesista asumió la gestión y administración de los recursos necesarios para su ejecución. Esto implicó la responsabilidad de contratar la mano de obra, adquirir los insumos, coordinar el uso de los equipos y organizar el proceso productivo. A diferencia de la ejecución por contrata, aquí no se consideró la utilidad de un tercero, lo que permitió reducir los costos totales y obtener un análisis de rentabilidad más ajustado a la realidad del emprendimiento propuesto.

Tabla 7
Costo de inversión.

Ítem	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
Balanza colgante esférica 25 kg	Und	1.00	65.00	65.00
Compactadora manual	Und	1.00	70.00	70.00
Tijeras para metal pack x3	Pack	1.00	89.00	89.00
Kit de horno de fundición	Kit	1.00	3600.00	3600.00
Balón de gas	Und	3.00	100.00	300.00
Sierra recta	Und	4.00	5.00	20.00
Amoladora	Und	1.00	458.90	458.90
Dremel	Und	1.00	639.90	639.90
Balanza gramera	Und	1.00	35.00	35.00
Taladro manual	Und	1.00	299.90	299.90
Pinzas de punta fina	Und	5.00	35.00	175.00
Mesa de 120*80	Und	3.00	150.00	450.00
Mesa de 180*100	Und	1.00	180.00	180.00
Tinas #60 con asa	Und	5.00	35.00	175.00
Sillas	Und	3.00	65.00	195.00
Casco de protección	Und	2.00	85.00	170.00
Chaleco	Und	2.00	45.00	90.00
Respirador antigás	Und	2.00	50.00	100.00
Delantal de cuero	Und	2.00	75.90	151.80
Guantes de cuero	Par	2.00	35.00	70.00
Instalaciones eléctricas	Glb	1.00	300.00	300.00
Impresora	Und	1.00	450.00	450.00
Laptop	Und	1.00	4000.00	4000.00
TOTAL				12,084.50

Nota. Los costos presentados en la tabla 7 corresponden a la inversión inicial del proyecto, elaborada bajo la modalidad de administración directa, en la cual la tesista asume la gestión de los recursos. Los precios han sido obtenidos de cotizaciones de mercado en el año 2024 y están expresados en soles (S/).

Tabla 8*Presupuesto del proyecto.*

PROYECTO	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN, CAJAMARCA 2024.					
TESISTA	Bach. MEYLIN ARACELI COTRINA MUÑOZ					
UBICACIÓN	CELENDÍN - CELENDÍN - CAJAMARCA.					
FECHA DE PROYECTO	OCTUBRE 2024 - JUNIO 2025.					
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Precio	Parcial	Sub total
1	OBRAS PRELIMINARES					
1.02	EDUCACIÓN SANITARIA					39.70
1.02.01	PREPARACIÓN Y CAPACITACIÓN	Glb	10.00	0.20	2.00	
1.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Glb	13.00	2.90	37.70	
2	ARQUITECTURA					
2.01	TABIQUES DE ALBAÑILERÍA					364.99
2.01.01	TABIQUES CON ELEMENTOS LEVES	m2	15.00	24.33	364.99	
3	TRABAJO DE CAMPO Y OPERACIONES					
3.01	RECOLECCIÓN SELECTIVA DE RESIDUOS					378.30
3.01.01	RECOLECCIÓN PUERTA A PUERTA DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Kg	42.40	2.60	110.18	
3.01.02	TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Kg	42.40	6.32	268.12	
3.02	ACONDICIONAMIENTO PARA LA VALORACIÓN					464.24
3.02.01	LIMPIEZA DE RESIDUOS METÁLICOS	Kg	42.40	6.09	258.10	
3.02.02	COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Kg	16.96	6.03	102.27	
3.02.03	TRITURACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Kg	25.44	4.08	103.88	
3.03	APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS					1,796.91
3.03.01	FUNDICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS	Kg	25.44	13.44	341.79	
3.03.02	MOLDEADO DE PIEZAS METÁLICAS	Und	545.00	1.15	626.58	
3.03.03	ACABADO Y PULIDO DE PIEZAS METÁLICAS	Und	545.00	0.31	167.03	
3.03.04	PINTADO, DECORACIÓN Y MONTAJE DE HERRAJES DE PIEZAS METÁLICAS	Und	545.00	0.58	318.69	
3.03.05	EMPAQUETADO DE PIEZAS METÁLICAS	Und	545.00	0.63	342.81	
Costo directo						3,044.14
Gastos Generales 10%						304.41
Total						3,348.56

Nota. La tabla 8 muestra el presupuesto elaborado para el proyecto.

Tabla 9*Análisis de precios unitarios (APU)*

Partida 1.02.01 PREPARACIÓN Y CAPACITACIÓN					Rendimiento: und/día	10.00
					Costo unitario por día	0.20
Ind	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						
30	Folletos informativos	Und	-	1.0000	0.20	0.20
Partida 1.02.01.01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					Rendimiento: kit/día	13.00
					Costo unitario por kit	2.90
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						
30	Guantes quirurgicos	Par		1.0000	0.30	0.30
30	Mascarillas descartables	Und	-	1.0000	0.30	0.30
30	Mandiles descartables	Und	-	1.0000	2.00	2.00
30	Cofias	Und	-	1.0000	0.30	0.30
Partida 2.01.01 TABIQUES CON ELEMENTOS LEVES					Rendimiento: m2/día	15.00
					Costo unitario por m2	24.33
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	Carpintero	hh	1.00	0.5333	12.38	6.60
MATERIALES						
43	Listones de madera de 3 m	Und	-	1.3333	10.00	13.33
30	Malla metálica 1/4 de PVC verde	m	-	0.4000	3.00	1.20
30	Bisagras	Und	-	0.4000	2.50	1.00
02	Tornillos	kg	-	0.1333	8.00	1.07
02	Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	-	0.1333	7.00	0.93
EQUIPOS						
37	Herramientas manuales (3%)	%MO	-	0.0300	6.60	0.20
Partida 3.01.01 RECOLECCIÓN PUERTA A PUERTA DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS					Rendimiento: kg/día	42.40
					Costo unitario por kg	2.60
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	Auxiliar de recolección	hh	1.00	0.1887	12.38	2.34
MATERIALES						
30	Bolsas PP verdes y negras 45x70"	Und	-	0.5896	0.37	0.22
30	Stickers de identificación	Und	-	0.5896	0.08	0.05

Partida	3.01.02	TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS METALICOS	Rendimiento: kg/día				42.40
			Costo unitario por kg				6.32
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA							
47	Conductor de moto furgón	hh	1.00	0.1887	13.63	2.57	
47	Ayudante	hh	1.00	0.1887	12.38	2.34	
EQUIPOS							
30	Moto furgón	hm	1.00	0.1887	7.50	1.42	

Partida	3.02.01	LIMPIEZA Y LAVADO DE RESIDUOS METÁLICOS	Rendimiento: kg/día				42.40
			Costo unitario por kg				6.09
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA							
47	Personal de limpieza	hh	1	0.1887	12.38	2.34	
MATERIALES							
39	Agua	m3	-	4.7049	0.70	3.28	
30	Detergente 730 g	bls	-	0.0471	10.00	0.47	
30	Escobilla	Und	-	0.0032	1.50	0.005	

Partida	3.02.02	COMPACTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Rendimiento: kg/día				16.96
			Costo unitario por kg				6.03
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA							
47	Operario	hh	1	0.4717	12.38	5.84	
MATERIALES							
30	Costales 80×120 cm	Und	-	0.06	2.00	0.12	
EQUIPOS							
37	Herramientas manueles (3%)	%MO	-	0.0300	2.34	0.07	

Partida	3.02.03	TRITURACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS	Rendimiento: und/día				25.44
			Costo unitario por und				4.08
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA							
47	Operario	hh	1	0.3145	12.38	3.89	
MATERIALES							
30	Costales 80×120 cm	Und	-	0.06	2.00	0.12	
EQUIPOS							
37	Herramientas manueles (3%)	%MO	-	0.0300	2.34	0.07	

Partida	3.03.01	FUNDICIÓN DE RESIDUOS METÁLICOS				
			Rendimiento: kg/día			
			Costo unitario por kg			
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	Operario	hh	1	0.3145	17.30	5.44
47	Peón	hh	1	0.3145	12.38	3.89
MATERIALES						
53	Gas propano	Und	-	0.0590	56.00	3.30
30	Bórax	kg	-	0.0393	20.00	0.79
30	Caja de fósforo	Und	-	0.0393	0.30	0.01

Partida	3.03.02	MOLDEADO DE PIEZAS METÁLICAS				
			Rendimiento: und/día			
			Costo unitario por und			
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	Peón	hh	1	0.0147	12.38	0.182
MATERIALES						
72	Patrón de llavero PVC	Und	-	0.0183	7.00	0.128
04	Arena sílica	kg	-	0.0258	6.00	0.155
30	Bentonita	kg	-	0.0458	1.00	0.046
72	Caja de tuvo PVC (20 moldes)	Und	-	0.0367	17.00	0.624
30	Talco	kg	-	0.0018	7.00	0.013
EQUIPOS						
37	Herramientas manuales (3%)	%MO	-	0.0300	0.10	0.003

Partida	3.03.03	ACABADO Y PULIDO DE PIEZAS METÁLICAS				
			Rendimiento: und/día			
			Costo unitario por und			
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						
47	Peón	hh	1	0.0147	12.38	0.18
MATERIALES						
39	Lijas (grano 80 a 1200)	Und	-	0.0055	2.50	0.01
30	Pasta para pulir (óxido de cromo)	kg	-	0.0037	30.00	0.11

Partida	3.03.04	PINTADO Y DECORACIÓN Y MONTAJE DE HERRAJES DE PIEZAS METÁLICAS	Rendimiento: und/día				545
			Costo unitario por und				0.58
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA							
47	Peón	hh	1	0.0147	12.38	0.18	
MATERIALES							
54	Pintura Acrilica 250 ml	Und	-	0.0037	8.00	0.03	
30	Jeringas descartable	Und	-	0.0183	0.80	0.01	
54	Barniz acrílico transparente	kg	-	0.0037	70.00	0.26	
30	Argollas metálicas	Und	-	1.0000	0.10	0.10	

Partida	3.03.05	EMPAQUETADO FINAL	Rendimiento: und/día				545
			Costo unitario por und				0.63
Ind	Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
MATERIALES							
30	Bolsas de pana	Und	-	1.0000	0.50	0.50	
30	Bolsas transparentes de polietileno	Und	-	1.0000	0.02	0.02	
30	Cajas pequeñas para exhibición	Und	-	0.0183	6.00	0.11	

Nota. El presente análisis de precios unitarios debe interpretarse en conjunto con el presupuesto general del proyecto.

a) Insumo bruto y cálculo del rendimiento

- Pesaje del material recolectado

Promedio diario recolectado: 42.40 kg = 1 060 envases metálicos.

Promedio diario fundido: 60% (42.40 kg) = 25.44 kg.

- Estimación de pérdidas

Porcentaje de pérdidas: 25%

- Rendimiento efectivo

$$\text{Re} = \text{Promedio diario fundido} \times (1 - \text{Porcentaje de perdidas})$$

$$\text{Re} = 25.44 \text{ kg} \times (1 - 0.25)$$

$$\text{Re} = 19.08 \text{ kg}$$

- Peso del llavero

Peso promedio: 35 g = 0,035 kg

- Número de unidades de llaveros

$$N = \frac{\text{Rendimiento efectivo}}{\text{Peso del llavero}}$$

$$N = \frac{19.08 \text{ kg}}{0.035 \text{ kg}}$$

$$N = 545 \text{ unidades}$$

- Porcentaje de ventas (%V)

Optimista: 50%

Base: 30%

Pesimista: 20%

- **Unidades de llaveros vendidos al mes (Um)**

$$U_m = N \times \% V \times 22$$

Optimista:

$$U_m = 545 \times 0.50 \times 22$$

$$U_m = 5,995 \text{ Unidades}$$

Base:

$$U_m = 545 \times 0.30 \times 22$$

$$U_m = 3,597 \text{ Unidades}$$

Pesimista:

$$U_m = 545 \times 0.20 \times 22$$

$$U_m = 2,398 \text{ Unidades}$$

b) Costos de producción

- **Costo total**

$$\text{Costo directo total} = S/ 3,348.56$$

- **Costo unitario (C unit)**

$$C \text{ unit} = \frac{\text{Costo total}}{\text{Número de llaveros}}$$

$$C_{\text{unit}} = \frac{3,348.56}{545.00}$$

$$C_{\text{unit}} = S/. 6.14$$

- **Precio de venta**

Precio de venta: S/ 8.00, el precio de venta se definió a partir del análisis del mercado, los canales de comercialización y el público objetivo. Se tomaron como referencia los precios observados en ferias, mercados locales y plataformas virtuales como Facebook Marketplace e Instagram. De esta comparación se identificó que el promedio oscila entre S/ 8.00 y S/ 16.00, lo que permitió establecer un precio estratégico para el llavero metálico reciclado.

- **Utilidad por unidad**

$$U_{\text{unit}} = \text{Precio de venta} - \text{Costo unitario}$$

$$U_{\text{unit}} = S/ 8.00 - S/ 6.14$$

$$U_{\text{unit}} = S/ 1.86$$

- **Utilidad mensual y anual**

$$U_{\text{total}} = U_{\text{unit}} \times \text{Número de unidades de llaveros}$$

Optimista:

$$U_{\text{total}} = S/ 1.86 \times 3,597.00$$

$$U_{\text{total}} = S/ 11,125.84 \text{ mensual}$$

$$U_{\text{total}} = S/ 100,132.56 \text{ anual}$$

Base:

$$U \text{ total} = S/ 1.86 \times 3,597.00$$

$$U \text{ total} = S/ 6,675.50 \text{ mensual}$$

$$U \text{ total} = S/ 60,079.54 \text{ anual}$$

Pesimista:

$$U \text{ total} = S/ 1.86 \times 2,398$$

$$U \text{ total} = S/ 4,450.34 \text{ mensual}$$

$$U \text{ total} = S/ 40,053.02 \text{ anual}$$

c) Indicadores financieros**- Valor Actual Neto (VAN)**

$$VAN = -I_0 + \frac{FNC_1}{(1+r)^1} + \frac{FNC_2}{(1+r)^2} + \frac{FNC_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+r)^n}$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1+r)^t}$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n FCN_t \left(\frac{1}{(1+r)^t} \right)$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial.

F= Flujo de caja neto.

r = Tasa de descuento (10% anual).

n = Horizonte (5 años).

$\frac{1}{(1+r)^t}$ = Factor simple de actualización.

Reemplazando en la fórmula:

Optimista (50%)

$$VAN = -12,084.50 + 100,132.56 \times (0.9091 + 0.8264 + 0.7513 + 0.6830 + 0.6209)$$

$$VAN = S/ 367,496.68$$

Base (30%)

$$VAN = -12,084.50 + 60,079.54 \times (0.9091 + 0.8264 + 0.7513 + 0.6830 + 0.6209)$$

$$VAN = S/ 215,664.21$$

Pesimista (20%)

$$VAN = -12,084.50 + 40,053.02 \times (0.9091 + 0.8264 + 0.7513 + 0.6830 + 0.6209)$$

$$VAN = S/ 139,748.23$$

El VAN salió positivo en los tres escenarios, con valores entre S/ 139 mil y S/ 367 mil, a una tasa de descuento del 10%. Esto significa que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que además genera un valor adicional significativo en dinero presente. Por lo tanto, se confirma que el proyecto es económicamente viable.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1 + TIR)^t}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial.

F = Flujo de caja neto

r = Tasa de descuento (10% anual).

n = Horizonte (5 años).

Reemplazando en la fórmula:

Optimista (50%)

$$TIR = 8.2859 * 100 = 828.59 \% \text{ anual}$$

Base (30%)

$$TIR = 4.9709 * 100 = 497.09 \% \text{ anual}$$

Pesimista (20%)

$$0 = TIR = 3.3121 * 100 = 331.21 \% \text{ anual}$$

La TIR varía entre 331.21% y 828.59%, valores muy superiores al 10% de costo de oportunidad. Esto indica que la rentabilidad interna del proyecto es mayor a la mínima exigida, lo que refleja que invertir en esta propuesta resulta altamente conveniente frente a otras alternativas.

- **Payback (tiempo de recuperación)**

$$\text{Payback} = t + \frac{I_0 - \sum_{i=1}^{t-1} \frac{FCN_i}{(1+r)^i}}{\frac{FCN_t}{(1+r)^t}}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial.

FCN_i, FCN_t = Flujo de caja neto (año i, t).

r = Tasa de descuento (10% anual).

t = Año anterior al que se recupera la inversión

$\frac{FCN_t}{(1+r)^t}$ = Flujo actualizado del año t

Optimista (50%)

$$\text{Payback} = 0 + \frac{12,084.50 - 0}{\frac{100,132.56}{(1 + 0.10)}}$$

Payback = 0.133 años $\Rightarrow$ 1.6 meses

Base (30%)

$$\text{Payback} = 0 + \frac{12,084.50 - 0}{\frac{60,079.54}{(1 + 0.10)}}$$

Payback = 0.221 años $\Rightarrow$ 2.7 meses

Pesimista (20%)

$$\text{Payback} = 0 + \frac{12,084.50 - 0}{\frac{40,053.02}{(1 + 0.10)}}$$

$$\text{Payback} = 0.332 \text{ años} \Rightarrow 4.0 \text{ meses}$$

El periodo de recuperación de la inversión inicial es de 1.6 meses en el escenario optimista, 2.7 meses en el base y 4.0 meses en el pesimista. Esto demuestra que el capital invertido se recupera rápidamente, minimizando el riesgo de pérdida y asegurando utilidades tempranas.

- Beneficio costo (B/C)

$$B/C = \frac{VAN \text{ DE LOS BENEFICIOS}}{VAN \text{ DE LOS COSTOS}}$$

$$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Reemplazamos en la fórmula:

Escenario optimista (50%)

$$B/C = \frac{379,581.18}{12,084.50}$$

$$B/C = 31.42$$

Escenario base (30%)

$$B/C = \frac{227,600.69}{12,084.50}$$

$$B/C = 18.84$$

Escenario pesimista (20%)

$$B/C = \frac{151,733.80}{12,084.50}$$

$$B/C = 12.59$$

La relación beneficio/costo se encuentra entre 12.59 y 31.42 en todos los escenarios, lo que significa que por cada sol invertido se generan entre S/ 12.59 y S/ 31.42 en beneficios en valor presente. Este resultado confirma la eficiencia económica y la sostenibilidad del proyecto.

Tabla 10*Rentabilidad económica de los objetos de bisutería.*

Escenario	% de ventas	Und de llaveros producidos (Mes)	Und de llaveros vendidos (Mes)	Costo total (S/)	Costo unitario (S/)	Precio de venta (S/)	Utilidad por unidad (S/)	Utilidad mensual (S/)	Utilidad anual (S/)	VAN (10%)	TIR	Payback (meses)	B/C
Optimista	50%	11,990.00	5,995.00	S/3,348.56	S/6.14	S/8.00	S/1.86	S/11,125.84	S/100,132.56	S/ 367,497	829%	1.60	31.42
Base	30%	11,990.00	3,597.00	S/3,348.56	S/6.14	S/8.00	S/1.86	S/6,675.50	S/60,079.54	S/ 215,664	497%	2.70	18.84
Pesimista	20%	11,990.00	2,398.00	S/3,348.56	S/6.14	S/8.00	S/1.86	S/4,450.34	S/40,053.02	S/ 139,748	331%	4.00	12.59

Nota. Los resultados mostrados en la tabla 10 confirman que el proyecto es económicamente rentable, ya que presenta VAN positivo, TIR superior al 10%, periodos de recuperación cortos y una relación beneficio/costo mayor a uno en todos los escenarios analizados.

Tabla 11*Rentabilidad económica de la venta directa de los envases como chatarra.*

Prom diario recolectado (kg)	Promedio mensual (Kg)	Costo mensual (S/)	Costo unitario (S/)	Precio de venta (S/)	Utilidad por Kg (S/)	Utilidad mensual (S/)	Utilidad anual (S/)	VAN 10%	TIR	Payback (meses)	B/C
42.40	932.80	2,092.33	2.24	2.50	0.257	239.67	2,157.01	S/. 3,656.77	38.28%	18.86	1.048

Nota. La tabla muestra que la venta directa de los envases metálicos como chatarra presenta un VAN positivo, una TIR superior al 10% y una relación beneficio/costo ligeramente mayor a uno, por lo que resulta económicamente viable. Sin embargo, la utilidad anual es baja y el periodo de recuperación es prolongado (más de 18 meses), lo que refleja que su rentabilidad es considerablemente menor en comparación con la transformación de los residuos en objetos de bisutería.

d) Contrastación de hipótesis general

Tabla 12

Comparación de la rentabilidad económica: Bisutería vs. venta directa como chatarra.

Escenario	Utilidad anual	VAN 10%	TIR	Payback	B/C
Optimista (Bisutería 50%)	S/100,132.56	S/ 367,497	829%	1.60	31.42
Base (Bisutería 30%)	S/60,079.54	S/ 215,664	497%	2.70	18.84
Pesimista (Bisutería 20%)	S/40,053.02	S/ 139,748	331%	4.00	12.59
Venta directa como chatarra	S/ 2,157.01	S/. 3,656.77	38%	18.86	1.048

Nota. La tabla muestra que la rentabilidad económica es muy superior cuando los residuos metálicos se transforman en objetos de bisutería. Todos los escenarios presentan un VAN positivo, una TIR muy por encima del 10% y un periodo de recuperación corto, con relaciones beneficio/costo de 12.59 a 31.42. En contraste, la venta como chatarra muestra un VAN reducido, una TIR menor y un Payback prolongado, confirmando la hipótesis planteada en la investigación.

Además, al comparar ambas alternativas, se observa que la bisutería genera entre 19 y 46 veces más utilidad anual que la chatarra, según el escenario evaluado. Esto significa que, por cada sol obtenido en la venta directa de chatarra, se pueden generar decenas de soles adicionales al transformar los residuos en bisutería, lo que evidencia su alto potencial económico y agrega un fuerte sustento a la aceptación de la hipótesis general.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Discusión del objetivo general

A diferencia de otras investigaciones centradas en la venta directa de chatarra metálica, esta propuesta apostó por el procesamiento artesanal de los residuos, demostrando que la transformación creativa puede generar una rentabilidad significativamente mayor al convertir materiales que, de otro modo, habrían sido desechados, en productos con alto valor agregado.

La valoración económica de los residuos sólidos metálicos generados por el programa Qali Warma en las instituciones educativas, mediante su transformación en objetos de bisutería, alcanzó un valor mensual que oscila entre S/ 4,450.34 y S/ 11,125.84, y un valor anual entre S/ 40,053.02 y S/ 100,132.56.

En comparación con estudios previos a nivel nacional, Suárez y Quispe (2024), en la ciudad de Wánchaq, demostraron que la valoración de residuos metálicos representa la mayor rentabilidad dentro de todos los tipos de residuos recolectados. En su investigación obtuvieron una valoración económica de S/103,170.61 en el periodo de un año. Asimismo, Bautista (2020), en el botadero 28 de la compañía minera Antapaccay (Espinar – Cuzco), reportó en un periodo de tres meses una valoración económica de S/ 797,882.40 por la venta de billas de acero en desuso, S/ 129,623.28 por la venta de chatarra y S/ 159,701.40 por la venta de chatarra de hierro y aceros livianos.

Por otro lado, en el contexto internacional, Riveros (2022), en un estudio realizado en la comuna de Ñuñoa (Chile), obtuvo una valoración mensual de \$754,031 por todos los residuos recolectados, siendo los envases metálicos los de mayor aporte, con un 54.70% (\$412.45) del total.

4.2. Discusión de objetivo específico 1

La cantidad diaria promedio de residuos sólidos metálicos que generó el programa Qali Warma en las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín es de 42.40 kg por día. Este total se descompone en 28.83 kg diarios provenientes de envases de conservas cárnicas y 13.57 kg diarios correspondientes a envases metálicos de leche, lo que evidencia que los productos de origen animal constituyen la mayor proporción de este tipo de residuos.

De manera similar, Suárez y Quispe (2024) estudiaron la generación de residuos sólidos municipales en el distrito de Wánchaq. Determinaron que cada vivienda produce, en promedio, 4.29 kg de residuos al día, lo que equivale a un total aproximado de 514.8 kg diarios. De esa cantidad, 205.92 kg correspondían a residuos metálicos, lo que demuestra la relevancia de este tipo de desechos dentro del volumen total generado y su potencial de aprovechamiento o reciclaje.

Por su parte, Riveros (2022) identificó que, en tres edificios residenciales de la comuna de Ñuñoa (Chile), se generan 186.07 kg de residuos sólidos cada día, de los cuales 14.61 kg correspondían a envases metálicos. Aunque no se detalla cuánto aporta cada departamento individualmente, estos datos reflejan una cantidad significativa de residuos metálicos en dicho entorno.

4.3. Discusión de objetivo específico 2

Se clasificaron los residuos sólidos metálicos en dos categorías: envases metálicos de conservas cárnicas, que representaron el 68% del total de residuos generados, y envases metálicos de leche, que constituyeron el 32% restante. La clasificación se realizó de acuerdo con el tipo de alimento contenido, dado que ambos envases están elaborados de hojalata (estaño más acero), diferenciándose únicamente por el tamaño y la concentración de acero utilizada en su fabricación.

De manera similar, Anco (2019) clasificó los residuos generados en la empresa Metal Mecánica Iomem Group S.A.C., ubicada en el distrito de Chorrillos. En su estudio, el acero inoxidable fue el residuo reciclable predominante, con un 44% del total, seguido por el fierro (34%), la viruta metálica (12%) y el aluminio (10%). Esta caracterización permitió identificar las fracciones con mayor potencial de aprovechamiento en el contexto industrial.

Asimismo, Paredes (2022) clasificó los residuos metálicos generados en la Municipalidad Provincial de Pisco, identificando como fracción más abundante las billas de acero en desuso (45%), seguido por chatarra de gran volumen y/o peso (30%), chatarra de hierro y acero liviano (18%), aluminio (3%) y cobre (4%). Estos resultados evidencian la importancia de una clasificación adecuada como paso previo esencial para el diseño de estrategias efectivas de valoración de residuos metálicos.

Por otro lado, Suárez y Quispe (2024) clasificaron los residuos en aprovechables y no aprovechables. Determinaron que, en Cusco, el residuo aprovechable más abundante fue el papel (15.97%), seguido del vidrio (8.44%), el plástico (0.6%) y, en menor proporción, los metales (0.4%). Aunque estos últimos resultaron menos prevalentes, se consideraron una categoría relevante debido a su alto valor de venta en comparación con otros residuos.

4.4. Discusión de objetivo específico 3

Se logró implementar con éxito la fabricación de llaveros a partir de residuos sólidos metálicos, demostrando que esta alternativa es viable tanto técnica como económicamente para la valoración de dichos residuos. Durante el proceso, se determinó que diariamente se recuperaban 42.40 kg de residuos metálicos, los cuales fueron transformados en llaveros con diseños variados. Mensualmente, se estimó una producción de 11 990 unidades de llaveros, lo que evidencia un aprovechamiento significativo de un material que, de otro modo, habría sido descartado.

La fabricación de bisutería a partir de residuos metálicos no solo contribuye a la reducción del volumen de desechos, sino que también otorga un valor económico agregado a un material que normalmente sería considerado basura. Este resultado coincide con los estudios de Riveros (2022), Bahamondes (2018) y Suárez y Quispe (2024), quienes señalaron que la valoración de residuos metálicos fomenta la economía circular y reduce la presión sobre los recursos naturales. Asimismo, coincidieron en ubicarlos entre los cinco tipos de residuos más abundantes y destacarlos como una de las fracciones con mayor valor económico.

4.5. Discusión de objetivo específico 4

La evaluación de la rentabilidad económica demostró que la transformación de los residuos metálicos en objetos de bisutería (llaveros) es más rentable que su venta directa como chatarra. En todos los escenarios analizados (optimista, base y pesimista), la producción de bisutería presentó utilidades anuales que oscilaron entre S/ 40,053.02 y S/ 100,132.56, mientras que la venta como chatarra apenas generó S/ 2,157.01 al año.

Asimismo, los indicadores financieros refuerzan esta diferencia: el VAN de los llaveros varió entre S/ 139,748.00 y S/ 367,497.00, siendo hasta 100 veces mayor que el obtenido con la chatarra (S/ 3,656.77). De manera similar, la TIR de la bisutería (331% – 829%) superó con amplitud la tasa mínima aceptable (10%), mientras que en la chatarra solo alcanzó un 38.28%.

Otro aspecto clave es el periodo de recuperación (payback), que en bisutería fue menor o igual a cuatro meses en todos los escenarios, mientras que en la venta de chatarra se prolonga hasta 18.86 meses, lo que refleja una recuperación lenta y menos atractiva para los inversionistas. Finalmente, la relación beneficio/costo (B/C) también evidencia la ventaja de la bisutería (12.59–31.42) frente a la chatarra (1.048), confirmando que la primera alternativa genera más valor por cada sol invertido.

Estos resultados concuerdan con estudios previos de valoración de residuos sólidos, donde se observa que la transformación en productos con valor agregado incrementa significativamente la rentabilidad frente a la comercialización como materia prima sin procesar. Además, el ahorro en materia prima al utilizar residuos metálicos disponibles refuerza la competitividad del proyecto de bisutería.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se valorizó económicamente a los residuos sólidos metálicos transformados en objetos de bisutería, alcanzándose utilidades mensuales que varían entre S/ 4,450.34 y S/ 11,125.84, y utilidades anuales entre S/ 40,053.02 y S/ 100,132.56, de acuerdo con los escenarios evaluados. Estos resultados evidencian que la fabricación de llaveros a partir de residuos metálicos genera ingresos sostenidos y con un margen de utilidad considerablemente mayor frente a su venta directa como chatarra.

Se determinó que las instituciones educativas de nivel primario de la ciudad de Celendín, que forman parte del programa Qali Warma, generan en conjunto un promedio de 42.40 kg diarios de residuos metálicos, equivalente a 1 060 envases metálicos. Este volumen representa una fuente constante de materia prima secundaria, cuya adecuada gestión permite plantear alternativas de valoración económica.

Se clasificó a los residuos sólidos metálicos recolectados en dos tipos principales: envases de conservas cárnicas (68%) y envases de leche (32%). Ambos presentan características físicas que los hacen aptos para procesos de fundición, lo cual garantiza su viabilidad como insumo en la elaboración de productos de bisutería.

Se implementó la fabricación de objetos de bisutería (llaveros) a través de la fundición de chatarra, como alternativa de valoración económica.

Se evaluó la rentabilidad económica y se evidenció que la transformación de los residuos metálicos en objetos de bisutería resulta significativamente más rentable que su venta directa como chatarra. Mientras la comercialización de chatarra genera una utilidad anual aproximada de S/

2,157.00 y presenta un periodo de recuperación de 18,86 meses, la producción de bisutería alcanza utilidades anuales superiores a S/ 40,000.00 incluso en el escenario más pesimista, con periodos de recuperación que oscilan entre 1 y 4 meses, valores actuales netos (VAN) positivos en todos los casos y relaciones beneficio-costos mayores a 1. Estos indicadores confirman que la valoración de los residuos metálicos mediante su transformación en bisutería constituye una alternativa económica considerablemente más rentable y sostenible que su comercialización como chatarra.

5.2. Recomendaciones

A futuros investigadores se les recomienda profundizar en el aspecto ambiental, evaluando con rigor el impacto que tiene la transformación de los residuos metálicos en la reducción de la huella de carbono y en el ciclo de vida de los materiales. En este marco, resulta clave comparar el potencial de aprovechamiento de distintos tipos de residuos (metálicos, plásticos, vidrio o cartón) con el fin de identificar cuáles generan mayores beneficios ambientales y sociales, aportando evidencia sólida para la toma de decisiones en políticas de sostenibilidad.

Por otra parte, es necesario estudiar procesos que fortalezcan la calidad del material reciclado, considerando su durabilidad y capacidad de resistencia. La evaluación de estas propiedades permitirá determinar con precisión qué tipos de objetos pueden fabricarse con seguridad, funcionalidad y un uso prolongado. Este tipo de análisis técnico resulta fundamental para garantizar productos competitivos y confiables.

En relación con lo económico, conviene investigar la aceptación de los productos reciclados en diferentes segmentos de consumidores, analizando tanto la disposición de pago como el nivel real de interés en el mercado.

Finalmente, se recomienda ampliar el horizonte hacia la creación de productos con mayor valor agregado, superando la elaboración de piezas pequeñas como llaveros o artesanías. Futuras investigaciones podrían centrarse en la viabilidad de fabricar bienes más complejos y de mayor demanda, tales como utensilios de uso doméstico, componentes para talleres, accesorios decorativos o incluso prototipos tecnológicos a pequeña escala. Explorar estas posibilidades no solo diversificaría la oferta de productos reciclados, sino que además abriría nuevas oportunidades de innovación, emprendimiento y desarrollo sostenible en las comunidades locales.

BIBLIOGRAFÍA

- Anco, G. (2019). *Valorización in situ de los residuos sólidos metálicos de la empresa metalmecánica IOMEM GROUP S.A.C. en el distrito de chorrillo*. Tesis de grado en ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Tecnológica Lima Sur.
- Bahamondes, G. (2018). *Propuesta de plan de gestión para la recuperación y valorización de residuos de envases y embalajes para el cumplimiento de la responsabilidad extendida del productor en CMPC TISSUE Chile*. Tesis de grado en química ambiental de la Universidad de Chile.
- Bautista, A. (2020). *Caracterización y valorización de residuos metálicos en el botadero 28 de la compañía Minera Antapaccay Espinar - Cuzco, durante el año 2019-2020*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana del Norte.
- Huamaní C., Tudela J., y Huamaní A. (2020). *Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca-Puno-Perú*. Revista de Investigaciones Altoandinas, 22(1), 106-115.
- INACAL. (2019). Norma Técnica Peruana 900.058:2019. *Gestión de residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos* [PDF].
<https://www.servilex.pe/documents/ambiente/rd003-2019-inacal.pdf>
- Maldonado, D. (15 de mayo del 2024). *Todo sobre envases de metal: Beneficios, aplicaciones y tendencias. El empaque*. <https://www.elempaque.com/es/noticias/todo-sobre-envases-de-metal-beneficios-aplicaciones-y-tendencias>
- MINAM. (2009). *Decreto Supremo N° 2009- MINAM: Aprueba los límites máximos permisibles (LMP) de efluentes de infraestructuras de residuos sólidos*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311078/lmp_de_efluentes_de_residuos.pdf

- MINAM. (2009). *Norma técnica Instalaciones Sanitarias 020 tanques sépticos*. https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/I_S.020.pdf
- MINAM. (2016). *Decreto Legislativo N.º 1278: Aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Dec>
- MINAM. (2021). *Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos (RM N.º 138-2021-MINAM)*. Lima, Perú.
- MINAM. (2023). *Directiva sobre acuerdos de producción limpia (N.º001-2023-MINAM-DM)*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4703202/DIRECTIVA%20N%C2%B0%20001-2023-MINAM-DM.pdf>
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2023). *Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma*. <https://www.gob.pe/591-programa-de-alimentacion-escolar-qali-warma>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2024). *Ley N° 32212: Ley que modifica el Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y la Ley N° 26793, Ley de Creación del Fondo Nacional del Ambiente, para fortalecer la gestión y el manejo de residuos sólidos (p. 9)*. *Diario Oficial El Peruano*. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2356497-1>
- MINSa. (2021). *Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos*. Lima, Perú: MINAM. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2045811-138-2021-minam>
- Muñoz, M., Fuentes, K., Hernández, R., Pineda, G., Concepción, L., Rodríguez, N., y Duarte, V. (2021). *Los envases de hojalata (metal)*. *Semilla científica: Revista de investigación formativa*, 119-128.

- Organización de las Naciones Unidas. (28 de febrero del 2024). *Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos 2024*. <https://www.unep.org/es/resources/perspectiva-mundial-de-la-gestion-de-residuos-2024>
- Paredes, B. (2022). *Propuesta de un plan de gestión ambiental para la caracterización y valoración ambiental de los residuos metálicos de la Municipalidad de la Provincia de Pisco, Año 2021*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
- Riveros, I. (2022). *Estudio costo-beneficio en la valorización de residuos sólidos domiciliarios urbanos en 3 edificios habitacionales en la Comuna de Ñuñoa, Chile*. Tesis de grado en Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Metropolitana.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Segura, A, Rojas, L y Pulido, Y. (2020). *Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos*. Revista Espacios. <http://es.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
- Solano, D. y Amaya J. (2022). *Análisis de alternativas de aprovechamiento para materiales que componen a los medidores de energía eléctrica*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de la Salle, Bogotá - Colombia.
- Suarez, Y. y Quispe, N. (2024). *Valoración económica de residuos sólidos municipales de la Municipalidad Distrital de Wanchaq, provincia y departamento de Cusco, 2022*. Tesis de grado en ingeniería ambiental de la Universidad Continental.

ANEXOS

Anexo N° 01

Figura 6

Invitación formal a las Instituciones Educativas de Nivel Primario para participar en la investigación.

**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia,
y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

IE. N° 82390 - "PPAG"

CELENDÍN

RECIBIDO

Exp: 544

Fecha: 04/10/24

Folios: 01 Hora:

Firma: 

Celendín 04 de octubre de 2024

CARTA N° 25-2024-EAPISA-FI-UNC

**: DIRECTORES DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS
DE NIVEL PRIMARIO-CELENDÍN**

DEL : Dr. Ing. EMERSON AGUSTÍN MEDINA CHÁVEZ
DIRECTOR DE LA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA SANITARIA - CELENDÍN

**ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS CON LOS
ENVASES METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA
QALI WARMA.**

De mi especial consideración:

Me es grato dirigirme a Ud. Para hacerle llegar un cordial saludo a nombre de la escuela académico profesional de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Celendín, en tal sentido concurro a su despacho para mencionar lo siguiente:

Que la Bach. **Meylin Araceli Cotrina Muñoz** con DNI N.° **73302257** elaborará su tesis tomando como muestra a los envases metálicos generados en las Instituciones Educativas de nivel primario la ciudad de Celendín, por lo tanto, pido su autorización y colaboración para que dicha alumna realice su tesis en la institución a su cargo.

Atentamente:



Firmado digitalmente por:
MEDINA CHAVEZ Agustin
Emerson FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 04/10/2024 12:51:13-0500

Nota. Elaborado por el director de la EAPISA.

Anexo N° 02

Figura 7

Modelo de sticker utilizado para la identificación de las instituciones educativas participantes en el estudio.

	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN, CAJAMARCA, 2024.		
	CÓDIGO	II - IE2 - 01	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA:	N°82402 "BELLAVISTA"	
	TIPO DE RRSS:	NO DOMICILIARIOS	
	DÍA:	JUEVES	
SEMANA N°:	01	FECHA:	10/10/2024

Nota. Stickers elaborados por la tesista.

Figura 8

Modelo de sticker utilizado para la identificación de las muestras de residuos sólidos.

	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS METÁLICOS GENERADOS POR EL PROGRAMA QALI WARMA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN, CAJAMARCA, 2024.		
	CÓDIGO: II - IE2 - 01		
	I.E. N°82402 BELLAVISTA		
F. INICIO:		F. FIN:	

Nota. Stickers elaborados por la tesista.

Anexo N° 03

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 9

Sensibilización y capacitación en el Centro de Aplicación “AMM”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de sensibilización y capacitación.

Figura 10

Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82402 “Bellavista”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de recolección.

Figura 11

Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82394 “San Cayetano”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de recolección.

Figura 12

Recolección de envases metálicos en la I.E. N.º 82391 “San Isidro”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de recolección.

Figura 13

Recolección de los residuos sólidos metálicos en la I.E. N.º 82390 “PPAG”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de recolección.

Figura 14

Recolección de residuos metálicos en la I.E. N.º 82401 “Virgen de la Candelaria”.



Nota. Imagen capturada por la tesista durante el proceso de recolección.

Figura 15

Área de Almacenamiento, compactación y triturado.



Nota. Se observa el área de valoración donde se acondicionaron a los residuos.

Figura 16
Área de limpieza de los envases metálicos.



Nota. Limpieza de envases metálicos con agua y detergente.

Figura 17
Pesado de envases metálicos.



Nota. Pesado de envases metálicos haciendo uso de una balanza colgante.

Figura 18

Compactación de los envases metálicos.



Nota. Se compactó con la finalidad de disminuir su volumen de los envases.

Figura 19

Vertimiento de los envases metálicos triturados al horno de fundición.



Nota. Consistió en la incorporación de los envases triturados al horno para su fundición.

Figura 21
Moldeado y acabado de llaveros.



Nota. Moldes de PVC que en su interior contiene una mezcla de arena, bentonita y agua para el moldeado de llaveros.

Figura 20
Vertido de metal fundido en molde de arena.



Nota. Vertido del metal fundido dentro del molde de los llaveros.

Figura 21

Pieza obtenida a través de la fundición.



Nota. Pieza obtenida a partir de la fundición de envases metálicos reciclados.

Figura 22

Desmoldado.



Nota. Consistió en sacar la pieza del molde haciendo uso de una pinza.

Figura 23
Desbaste de llaveros.



Nota. Tuvo la finalidad de dar acabado y eliminar imperfecciones en los llaveros.

Figura 24
Pintado y decoración de llaveros.



Nota. Se realizó haciendo uso de pinturas acrílicas, pinceles y jeringas.

Figura 25
Llavero de Ingeniería Sanitaria.

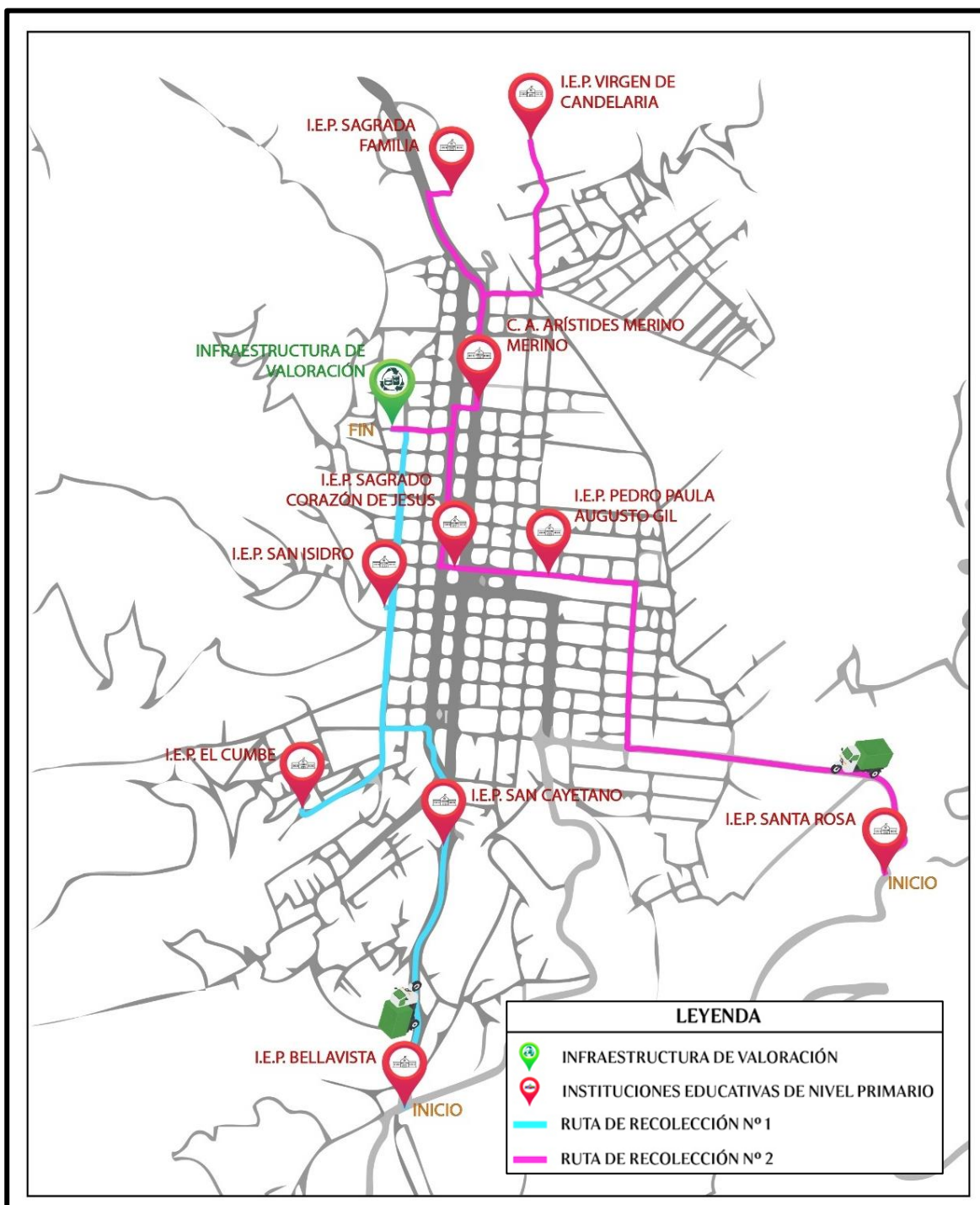


Nota. Modelo de llaveros elaborados artesanalmente mediante la fundición de envases metálicos reciclados.

Anexo N° 05

Figura 26

Rutas de recolección de los residuos sólidos metálicos.



Nota. Días de recolección: miércoles y viernes. Ruta N° 1, de 8:30 am – 10.00 am y Ruta N° 2, de 10:30 am – 12.00 m.

Meylin Araceli Cotrina Muñoz

Tesista

Dr. Ing. Agustín Emerson Medina Chávez

Asesor