UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

"Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Chambo"

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:
Ogoña Romero, Jefferson Andrés

Tutor:
Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc.

Riobamba, Ecuador. ***2025***

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Jefferson Andrés Ogoña Romero** con cédula de ciudadanía 1106038571, autor del trabajo de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE CHAMBO**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 04 de Julio del 2025.

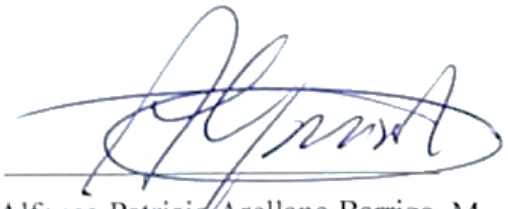
Jefferson Andrés Ogoña Romero

C.I: 11006038571

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE CHAMBO**", bajo la autoría de, Jefferson Andrés Ogoña Romero; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 04 días del mes de Julio de 2025



Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs

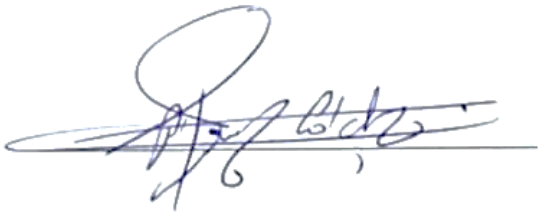
C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE CHAMBO**", presentado por **Jefferson Andrés Ogoña Romero** con cédula de ciudadanía 1106038571, bajo la tutoría de Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 04 de Julio de 2025.

Ing. Alfredo Rodrigo Colcha Ortiz, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Víctor Hugo Valverde Orozco, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICACIÓN

Que, **OGOÑA ROMERO JEFFERSON ANDRÉS** con CC: **110603857-1**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE CHAMBO**", cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 21 de junio de 2025

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga MsC.
TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a quienes, con su amor, paciencia y fe en mí, han sido parte esencial de este logro. A mis padres, por ser mi sostén en cada paso, por sus sacrificios silenciosos y por confiar en mis capacidades aun cuando yo dudaba. Su fortaleza me inspira cada día.

A mis hermanos, por su apoyo constante, sus palabras de ánimo y su manera única de estar presentes cuando más los necesitaba. A mi familia y amigos, que, con gestos sinceros, consejos sabios y momentos compartidos, han hecho más llevadero este camino. Cada página de este trabajo lleva un pedacito de lo que me han dado. Gracias por ser parte de mi historia.

Jefferson Andrés Ogoña Romero

AGRADECIMIENTO

Llegar hasta aquí ha sido un viaje lleno de desafíos, aprendizajes y momentos inolvidables. Por ello, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible este logro. A Dios, por iluminar mi camino, brindarme fuerza en la adversidad y recordarme que cada esfuerzo tiene su recompensa.

A mi familia, especialmente a mis padres, por su dedicación, por enseñarme con el ejemplo el valor del compromiso, la humildad y la perseverancia. Gracias por ser mi refugio, por confiar en mí y por no soltar mi mano cuando más lo necesitaba. A mis hermanos, por estar presentes de distintas formas, alentándome en silencio y celebrando conmigo cada pequeño avance.

A mis docentes de la Universidad Nacional de Chimborazo, quienes no solo compartieron conocimientos, sino también su vocación y entrega. Su enseñanza ha dejado una huella profunda en mi formación.

En especial, al Ing. Alfonso Arellano, por su guía constante, sus observaciones acertadas y su compromiso durante la elaboración de este trabajo. Su acompañamiento fue fundamental en este proceso.

Y a todas aquellas personas que, con un gesto amable, una palabra de aliento o una muestra de apoyo, aportaron de forma significativa a esta etapa de mi vida. Gracias por estar, por creer, y por acompañarme hasta el final.

Jefferson Andrés Ogoña Romero

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR
CERTFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TIRBUNAL
CERTFICADO ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
RESUMEN
ABSTRACT
CAPÍTULO I. INTRODUCCION 14
1.1 Antecedentes 14
1.2 Planteamiento del problema 16
1.3 Justificación 17
1.4 Objetivos 18
1.4.1 Objetivo General 18
1.4.2 Objetivos Específicos 18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 19
2.1 Definiciones 19
2.2 Estado del Arte 20
CAPÍTULO III. METODOLOGIA 24
3.1 Métodos y técnicas de recolección de datos 25
3.2 Población de estudio y tamaño de la muestra 25
3.2.1 Población 25
3.2.2 Tamaño de la muestra 25
3.3 Procesamiento y Análisis de datos 26
3.3.1 Procesamiento y análisis de datos para la Caracterización Urbanística 26
3.3.2 Procesamiento y análisis de datos para la caracterización Socioeconómica 26
3.3.3 Procesamiento y análisis de datos para la Producción Per Cápita de RSU 26
3.3.4 Procesamiento y análisis de datos para los componentes de RSU 27

3.3.5 Procesamiento y análisis de datos para la densidad suelta 27
3.3.6 Diagrama de Cajas y Bigotes, Anova- Prueba Tukey para la PPC y Densidades 28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1 Caracterización Urbanística de la ciudad Chambo 29
4.2 Caracterización Socioeconómica de la ciudad Chambo 33
4.3 PPC de RSU de la ciudad Chambo con valores atípicos 36
4.4 PPC de RSU de la ciudad Chambo sin valores atípicos.....39
4.5 Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para la Producción Per Cápita 42
4.5 Densidad Suelta de RSU de la ciudad de Chambo 47
4.6 Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para las Densidades.....48
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 59
5.1. CONCLUSIONES 59
5.2. RECOMENDACIONES 60
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRÁFIA 61
CAPITULO VII. ANEXOS 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratificación urbanística.....29
Tabla 2. Estratificación socioeconómica.....33
Tabla 3. Peso diario y producción per cápita estrato B.....36
Tabla 4. Peso diario y producción per cápita estrato C.....36
Tabla 5. Peso diario y producción per cápita estrato D.....38
Tabla 6. Producción Per Cápita estrato B 39
Tabla 7. Producción Per Cápita estrato C 40
Tabla 8. Producción Per Cápita estrato D 42
Tabla 9. Prueba Tukey de las PPC de los estratos B, C y D 42
Tabla 10. Densidades sueltas de los estratos B, C y D 47
Tabla 11. Prueba Tukey de las densidades de los estratos B, C y D 48
Tabla 12. Composición física de los RSU del estrato B 50
Tabla 13. Composición física de los RSU del estrato C 51
Tabla 14. Composición física de los RSU del estrato D.....52
Tabla 15. Resumen de los componentes físicos y promedio ponderado de los estratos B, C y D.....53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación territorial del Cantón Chambo 14
Figura 2. Variación de los estratos socioeconómicos en diferentes ciudades del Ecuador 22
Figura 3. Variación de la PPC y Densidades en diferentes ciudades del Ecuador 23
Figura 4. Esquema Metodológico 24
Figura 5. Porcentajes de manzanas estratificadas 30
Figura 6. Estratos por manzanas en la zona urbana de Chambo 31
Figura 7. Caracterización urbanística de varias ciudades del Ecuador 32
Figura 8. Promedio de habitantes por estrato 34
Figura 9. Promedio de habitantes por estrato 35
Figura 10. Peso total diario de RSU 39
Figura 11. Comparación en Tukey de los estratos B, C y D en PPC 43
Figura 12. Valores de la PPC con y sin valores atípicos 43
Figura 13. PPC por manzanas muestreadas 45
Figura 14. PPC según varios autores en Chambo 46
Figura 15. Densidad Suelta de los estratos B, C y D, y Ponderada de Chambo 47
Figura 16. Densidad Suelta Ponderada según varios autores 48
Figura 17. Comparación en Tukey de los estratos B, C y D en Densidades 49
Figura 18. Orgánicos promedios de los estratos B, C y D y ponderado 54
Figura 19. Residuos sólidos potencialmente reciclables 56
Figura 20. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro 57
Figura 21. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro 58

RESUMEN

La investigación se centra en la caracterización de los residuos sólidos urbanos del cantón Chambo. Se basa en el libro "Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador" publicado por Arellano et al., (2024), muestra las diferentes técnicas y metodologías para determinar las características urbanísticas y socioeconómicas, producciones per cápita, composición física y densidades de los residuos sólidos. En el sector urbano de la ciudad de Chambo se cuantificaron 133 manzanas residenciales distribuidas en 3 estratos socioeconómicas B, C y D. El estrato B con 15.04% representando el nivel con ingresos mayores que el promedio, C 80.45% con ingresos menores que el promedio y D con 4.51% de ingresos bajos. El proceso de muestreo se realizó a 81 viviendas seleccionadas de manera aleatoria en 7 días consecutivos. Se obtuvo una producción per cápita de 0.30 kg/hab/día para el estrato B, 0.44 kg/hab/día para el C y 0.54 kg/hab/día para el D, determinando una PPC ponderara de 0.42 kg/hab/día. En cuanto la densidad se obtuvo para el estrato B 184.49 kg/m³, estrato C 204.06 kg/m³ y del estrato D 200.69 kg/m³, resultando una densidad ponderada de 200.96 kg/m³. En la composición física se obtuvo 68.40% para los componentes orgánicos, 20.61% para los componentes potencialmente reciclables, 0.5% para los residuos potencialmente reciclables a futuro y 10.49% para los residuos desechables. Esta información es indispensable para poder crear planes de gestión de residuos sólidos en la ciudad de Chambo.

Palabras claves: Residuos sólidos urbanos, producción per cápita, densidad suelta, composición física.

Abstract

The research focuses on characterizing municipal solid waste in the Chambo Canton. It is based on the book "Interdisciplinary Approach for the Sustainable Management of Drinking Water and Solid Waste in Ecuador" published by Arellano et al. 2024, which outlines various techniques and methodologies for determining urban and socioeconomic characteristics, per capita waste generation, physical composition, and waste density. In the urban area of *Chambo*, 133 residential blocks were quantified and categorized into three socioeconomic strata: B, C, and D. Stratum B accounts for 15.04% of the population and represents households with above-average income; Stratum C, with 80.45%, includes households with below-average income; and stratum D, with 4.51%, includes low-income households. The sampling process was conducted in 81 randomly selected households over a period of seven consecutive days. The per capita waste generation was found to be 0.30 kg/person/day for Stratum B, 0.44 kg/person/day for stratum C, and 0.54 kg/person/day for stratum D, resulting in a weighted average of 0.42 kg/person/day. Regarding waste density, values obtained were 184.49 kg/m³ for stratum B, 204.06 kg/m³ for stratum C, and 200.69 kg/m³ for stratum D, resulting in a weighted average density of 200.96 kg/m³. In terms of physical composition, 68.40% corresponded to organic components, 20.61% to potentially recyclable materials, 0.5% to materials with future recycling potential, and 10.49% to non-recoverable waste. This information is essential for developing solid waste management plans in *Chambo* Canton.

***Keywords*:** Urban solid waste, per capita production, loose density, physical composition.

Firmado electrónicamente por:
JENNY ALEXANDRA FREIRE RIVERA
Validar únicamente con FirmaEC

Reviewed by:
Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.
ENGLISH PROFESSOR
ID No.: 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El cantón Chambo se encuentra localizado a 8 km de la ciudad de Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo. Posee una superficie de 164 km² representando el 2.5% de la provincia, situada en las faldas de los Montes Quilimás y Cubillínes en la Cordillera Oriental a una altitud que va desde los 2400 a 4730 msnm. Limita al norte con la quebrada de Puchulcahuán, al sur con el río Daldal, al este la Provincia de Morona Santiago y oeste el río Chambo (GADM-Chambo, 2019b).

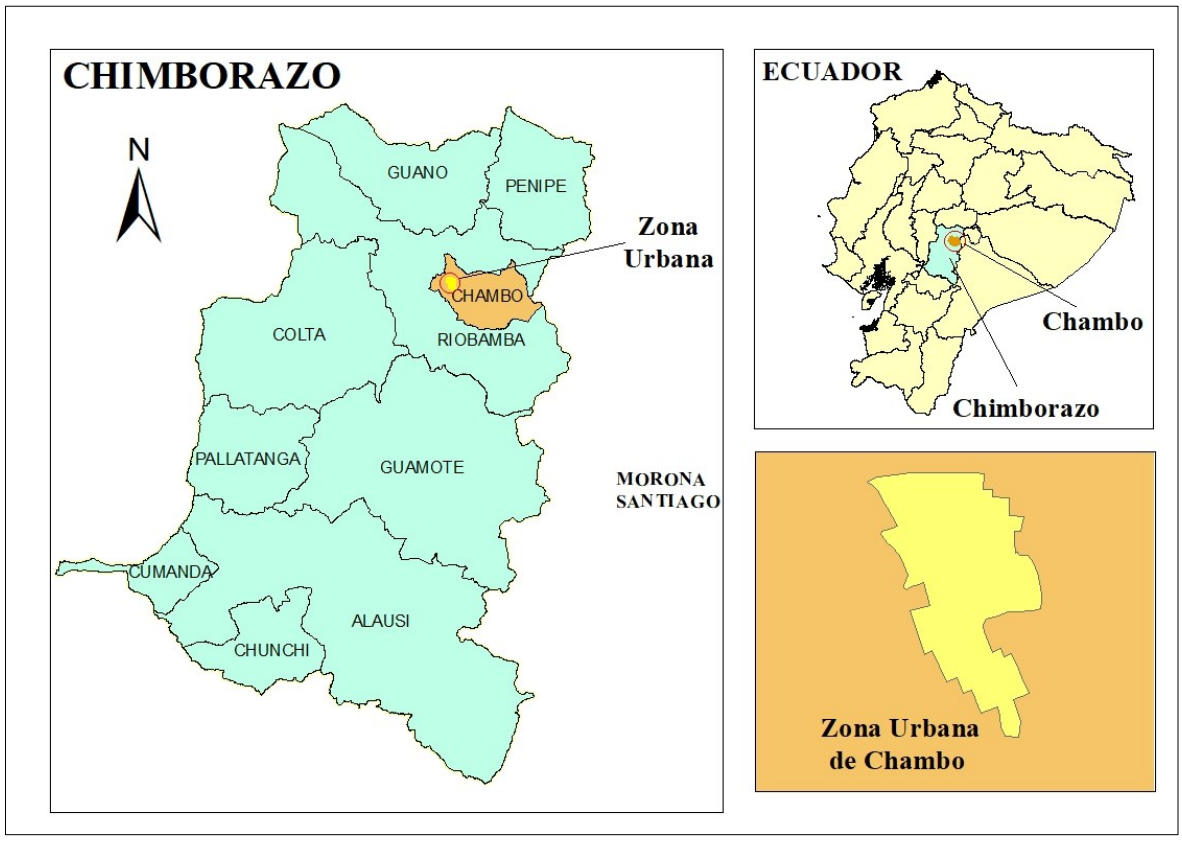


Figura 1. Ubicación territorial del Cantón Chambo
Fuente: (Ogoña, 2025)

Según el censo realizado en el 2022 Chambo tiene un total de 13,431 habitantes distribuidos en el sector urbano con 5,462 y rural 7,969 habitantes (INEC, 2022). La economía se encuentra dividida en tres grupos principales, sector primario considerado agrícola-ganadero siendo la principal actividad de la población, sector secundario denominado industrial (procesamiento de productos agrícolas, ganaderos, fabricación de adoquines e industrias manufactureras, etc.) y sector terciario o de servicios (electricidad, agua potable, construcción, etc.) (GADM-Chambo, 2019a).

El manejo de los residuos sólidos genera un problema a escala mundial el cual involucra a todos los habitantes del planeta, ya que más del 90% de desechos son vertidos o quemados a cielo abierto (Banco Mundial, 2018). Según Kaza et al. (2018), en su informe denominado "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.", la producción anual de desechos sólidos municipales a nivel mundial asciende a 2010 millones de toneladas, del cual el 33 % de estos desechos no son gestionados de manera adecuada y segura para el medio ambiente.

Los países del mundo han propuesto varios mecanismos para poder llevar un manejo adecuado de los residuos llegando al 2030 con una reducción considerable, sin embargo, en Ecuador no se ha evidenciado progresos tangibles ni metas claras. Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos la cantidad de basura que produce cada ecuatoriano ha aumentado de 0.58 kg en el 2016 a 0.9 kg en el 2021 llegando a enterrar 12.000 toneladas de desperdicios al año. El 96% del total de los residuos son enterrados y solo el 4% es reciclado, del valor enterrado el 66.5% es orgánico y el 33.5% es inorgánico, valor que puede ser reciclado de manera correcta pero lamentablemente no se lleva a cabo (Morán, 2020).

En Chimborazo según la estadística ambiental económica de los GAD municipales proporcionada por el INEC, la producción promedio de residuos sólidos en el sector urbano es de 0.58 kg por habitante por día. Se observó un aumento del 0.5% en la separación de la fuente respecto al año 2015. Sin embargo, solo el 31.1% de todos los niveles de gobierno cantonal llevan a cabo esta separación en sitios específicos, barrios pilotos o en toda la ciudad. Además, a diario se recolectan alrededor de 12.897,98 toneladas, de las cuales un 90.3% (11.641,94 toneladas) fueron recolectadas de manera no diferenciada y el restante 9.7% (1.256,04 toneladas) de manera diferenciada (GAD Chimborazo, 2016).

En el Cantón Chambo, la recolección de los residuos sólidos en el área urbana se realiza mediante el método de acera, con un camión recolector de carga posterior marca Hino de 10 toneladas siendo su depósito de carga de 16 m^3. El servicio se lleva a cabo 7 días a la semana, donde los desechos se depositan en el vertedero de "Porlón", a cielo abierto ubicado en el cantón Riobamba representando el 81.15 %. El 2.74% de los habitantes arrojan sus desperdicios en terrenos baldíos o quebradas, mientras que el 14.08% opta por quemarlos. El 1.34% entierra los desechos, el 0.29% los arroja a ríos, acequias o canales, y el 0.39% utiliza otras prácticas de eliminación (GADM-Chambo, 2019a).

El último estudio en la ciudad de Chambo sobre caracterización de residuos sólidos fue en el año 2019 por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Chambo, obteniendo una producción per cápita de 0.88 kg/hab/día (Amangandi & Rivera, 2022).

Autoridades de los diferentes cantones (Guano, Chambo, Penipe, Mocha, Quero y Tisaleo), han mantenido reuniones para la implementación de una planta industrial la cual permitirá una gestión integral de desechos sólidos, mediante este se obtendrán diferentes productos a través de reciclaje, lombricultora, fertilizantes y compost. Sin embargo, en la ciudad de Chambo la gestión de residuos es deficiente debido a una serie de factores. Entre ellos se destacan el diseño inadecuado de rutas de recolección o a su vez la inexistencia de estas y la ausencia de contenedores en puntos estratégicos. Esta situación facilita que los animales que habitan en las diferentes zonas dispersen las fundas de basura, causando olores desagradables y mal aspecto a la ciudad (Espín, 2018).

En la presente investigación se llevará a cabo la caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Chambo, mediante la aplicación de las diferentes técnicas y metodologías mostradas en el libro "Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable de agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador" publicadas por (Arellano et al., 2024), con la finalidad de abordar la problemática y generar información actualizada que permita a las autoridades crear estrategias para una buena gestión de residuos sólidos.

1.2 Planteamiento del problema

Los efectos negativos del manejo inadecuado de los desechos sólidos se han convertido en un problema que viven algunas provincias en Ecuador, siendo Chimborazo una de ellas. En el cantón Chambo la situación socioeconómica de la población y las características de los residuos sólidos generados son desconocidos, por tal motivo el manejo de residuos en calles y espacios públicos es ineficiente.

La mala gestión de los residuos sólidos representa un desafío significativo para muchos municipios y comunidades. La falta de comprensión sobre la composición y la cantidad de residuos generados dificulta la implementación de estrategias efectivas para su manejo adecuado.

El GADM de Chambo no dispone de datos actualizados sobre los estratos socioeconómicos y la cantidad de residuos sólidos generados por persona. Esta falta de información impide el diseño de un plan de gestión, lo que dificulta la planificación de infraestructuras la asignación de recursos y la implementación de programas de reciclaje y disposición final. Como consecuencia pueden aumentar los niveles de contaminación ambiental, los costos operativos, la pérdida de oportunidades para el reciclaje, reutilización de materiales valiosos, pero, sobre todo, los problemas de salud en los habitantes del sector.

1.3 Justificación

Es importante mantener los datos actualizados debido a que la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) recomienda una caracterización cada 2 años para los residuos sólidos urbanos (RSU). Además, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sugiere que los GADM actualicen la Producción Per Cápita (PPC) cada 5 años y de ser posible, anualmente (Gonzáles & Gavilanes, 2014).

Esta investigación implica la recopilación y el análisis de datos sobre la cantidad, composición y origen de los residuos generados en la zona urbana de la ciudad de Chambo.

La información obtenida a través de la caracterización de residuos permitiría a las autoridades locales y a los planificadores urbanos tomar decisiones informadas sobre la gestión de residuos. Con los datos precisos, se pueden diseñar e implementar políticas y programas adaptados a las necesidades específicas de la ciudad, incluyendo la ubicación de puntos de recolección, la implementación de programas de separación en la fuente, la identificación de oportunidades para el reciclaje y la valorización de residuos. Por lo tanto, la caracterización de residuos sólidos proporcionaría una base sólida para una gestión eficiente y sostenible de los desechos, lo cual trae beneficios tanto ambientales como económicos para la ciudad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Realizar la caracterización de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Chambo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características urbanísticas y socioeconómicas de la zona urbana del cantón Chambo para agruparlos por estratos.
- Cuantificar la producción per cápita de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Chambo.
- Identificar la composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos del cantón Chambo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones

Residuos Sólidos

Los residuos sólidos son materiales generados de procesos de producción y consumo por parte de las personas, los cuales mismos pierden valor económico y se consideran inservibles debido a su deterioro (Hoyas, 2022).

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Materiales desechados específicamente de los hogares, como papel, plásticos, restos de comida, textiles, materiales de embalaje, residuos de jardín y residuos domésticos peligrosos como baterías o productos de limpieza (DeVroom, 2023).

Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos es una técnica empleada para identificar los tipos y las proporciones de materiales presentes en una cantidad de desechos. Este proceso es importante, ya que genera información útil para las autoridades responsables de la gestión en el sector urbano (Baldé et al., 2015).

Producción Per Cápita de residuos sólidos

Cantidad de residuos sólidos generado por habitante , expresado en unidad de masa en el transcurso de un día (Kg/habitante*día), este indicador es necesario para el manejo integral de residuos de una población (Ibikunle et al., 2019).

Composición de residuos sólidos

Clasificación de los residuos sólidos urbanos en categorías predefinidas y ponderadas, como residuos alimentarios, plástico, papel, metal y vidrio (Brahme et al., 2023).

Densidad de residuos solidos

Es la relación que existe entre la masa de los residuos y el volumen del recipiente (kg/m^3).Este indicador es importante para el diseño de un plan de residuos sólidos, y su valor varía según el tipo de residuos en análisis (Haseeb, 2020).

2.2 Estado del Arte

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son aquellos desechos producidos en hogares, que incluyen cualquier objeto, material o sustancia que, como resultado de actividades humanas de consumo y desarrollo, es descartado o abandonado. Estos residuos son comparables a los residuos domiciliarios y pueden tener origen en entornos residenciales, urbanos, comerciales, de atención médica, sanitarios, industriales o institucionales, exceptuando aquellos regulados por normativas particulares (Niezwida et al., 2023).

Según Sameh Wahba, director del Banco Mundial en el área de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resiliencia, la mala administración de los residuos está provocando la contaminación de los océanos. Esta problemática también provoca la obstrucción de los sistemas de drenaje, lo que a su vez desencadena inundaciones, además de la propagación de enfermedades. Asimismo, se observa un aumento en los problemas respiratorios debido a la quema de desechos. Los efectos negativos también se extienden a los animales que ingieren estos desperdicios, y se perciben impactos en el desarrollo económico, como la disminución del turismo (Banco Mundial, 2018).

Aunque la conciencia sobre este tema es alta, la cantidad de desechos generados aumenta de manera preocupante. Los países en desarrollo están experimentando un rápido crecimiento sin contar con sistemas adecuados para manejar la diversidad de desechos producidos por sus ciudadanos. Las áreas urbanas, donde reside más del 50% de la población mundial y donde se genera más del 80% del producto interno bruto global, están liderando los esfuerzos para abordar el desafío de los desechos a nivel mundial (Banco Mundial, 2018).

En las ciudades de América Latina, se observa un crecimiento poblacional e infraestructural desorganizado y rápido en sus áreas periféricas, impulsado por políticas complejas y programas que perturban el equilibrio y la sostenibilidad del territorio. El aumento de la población y la degradación del medio ambiente debido a la expansión urbana destacan la necesidad de incorporar el desarrollo sostenible como una solución a estos problemas (Rodríguez & Baca, 2022).

En Ecuador, no existe una certificación que promueva prácticas ambientales responsables tanto en el sector público como en el privado, lo que dificulta garantizar la sostenibilidad y protección del medio ambiente. Esta situación, junto con la falta de información oficial y recursos disponibles en el sector, complica aún más la gestión de residuos sólidos en el país (Hoyas, 2022).

En el estudio realizado por Gonzáles & Gavilanes (2014) sobre la caracterización de residuos sólidos de Chambo, se determinó cuatro estratos socioeconómicos siendo A de mayor capacidad económica y D menor capacidad económica, con dicha información el PPC promedio que obtuvieron es 0.32 kg/hab/día. Esta investigación fue desarrollada bajo la metodología de Arellano et al. (2013), que considera la caracterización urbanística, socioeconómica y las técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos urbanos (RSU).

El presente proyecto aplicará la misma metodología mencionada anteriormente pero actualizada con el nombre "Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en el Ecuador" publicado por Arellano et al. (2024), con el propósito de generar una actualización de la producción per cápita (PPC) acorde al desarrollo urbanístico del sector, y realizar un análisis comparativo con los resultados obtenidos en el 2014.

La aplicación de estas técnicas y metodologías están bien fundamentadas, ya que han proporcionado una base de datos indispensables que pueden servir como punto de partida para la elaboración de planes de gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Las **Figuras 2** y **3** muestran algunos de los estudios realizados en varias ciudades del país sobre la caracterización de residuos sólidos urbanos.

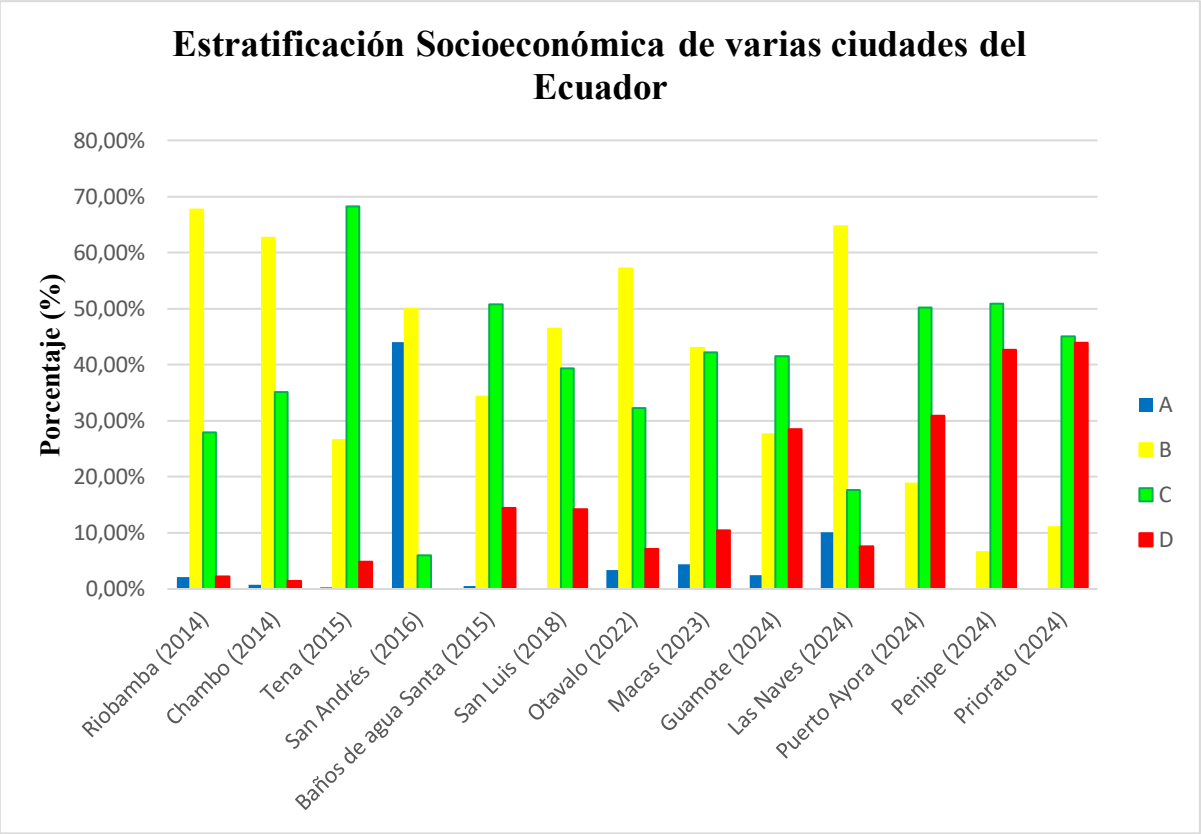


Figura 2. Variación de los estratos socioeconómicos en diferentes ciudades del Ecuador
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 2** se evidencia la estratificación socioeconómica, donde se refleja que los estratos predominantes son el B y C indicando que una gran parte de la población pertenece a clases sociales medias y bajas. Por otro lado, el estrato D, correspondiente a la clase social baja, varía según las características y el desarrollo de cada localidad. Finalmente, el estrato A, que representa la clase social alta, es significativamente bajo en todas las ciudades.

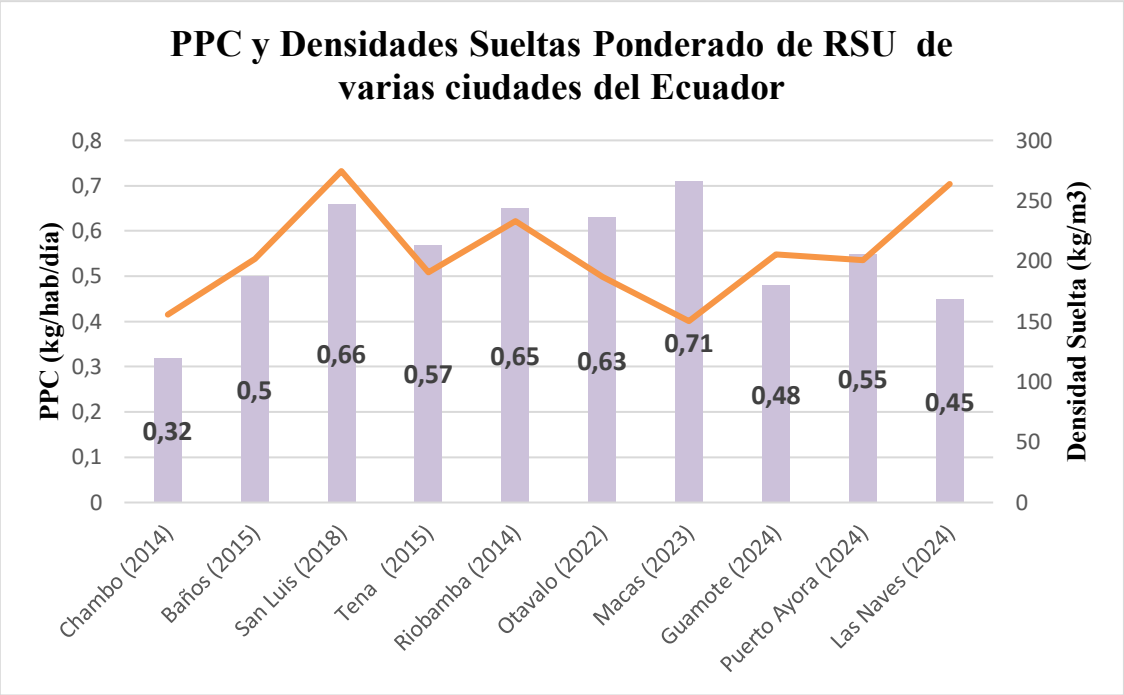


Figura 3. Variación de la PPC y Densidades en diferentes ciudades del Ecuador
Fuente: (Ogoña, 2025)

La Figura 3 representa la producción per cápita (PPC) y las densidades ponderadas de los residuos sólidos urbanos, los cuales varían según las características poblaciones y económicas de las ciudades analizadas. Se observa que la ciudad de Macas lidera los estudios con una PPC de 0.71 (kg/hab/día), lo cual está relacionado a un mayor consumo y crecimiento demográfico significativo. En cambio, la ciudad de Chambo presenta la PPC más baja con 0.32 kg/hab/día en 2014, lo que puede explicarse por su menor densidad poblacional y limitada actividad económica en ese año. Por otro lado, las mayores densidades se observan en las ciudades de San Luis y las Naves, lo que indica que los residuos en esas ciudades son más compactos, probablemente debido a una alta generación de residuos orgánicos o a una menor proporción de materiales ligeros, en comparación con Macas, que muestra una densidad más baja.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

El nivel de investigación utilizado en este proyecto es descriptivo, centrándose en recopilar información sobre las características poblacionales y socioeconómicas de la ciudad. Los datos serán recolectados en el campo mediante el muestreo y la manipulación de residuos sólidos urbanos (RSU). El diseño de la investigación es cuasi experimental, dado que la población en estudio es de aproximadamente 5,462 habitantes. El enfoque utilizado en la presente investigación es el cuantitativo, permitiendo determinar con precisión la producción per cápita ponderada, la composición física y la densidad de los residuos sólidos urbanos. En la **Figura 4** se muestra los pasos para llevar a cabo la investigación.

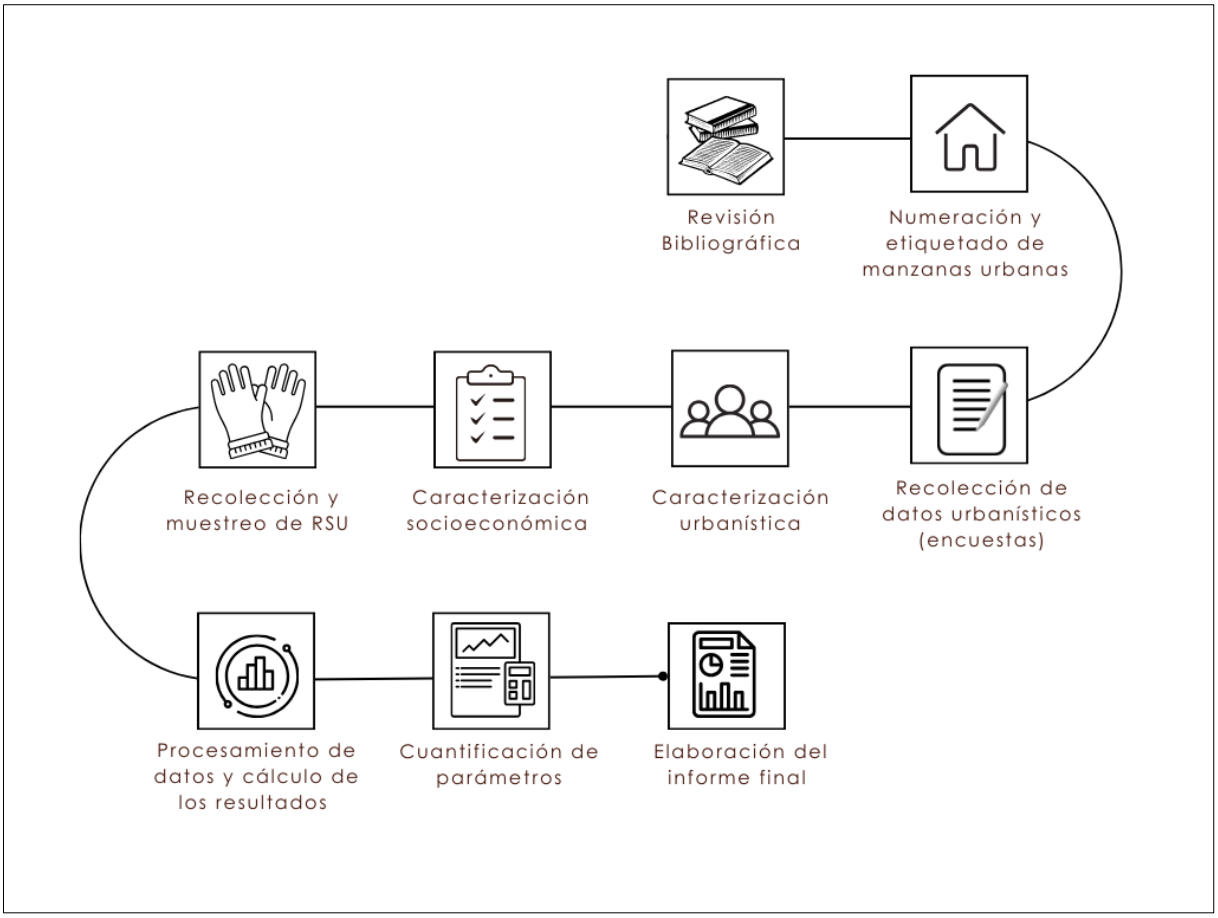


Figura 4. Esquema Metodológico
Fuente: (Ogoña, 2025)

3.1 Métodos y técnicas de recolección de datos

En este proyecto de investigación se implementará los métodos y técnicas descritos en el libro "Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en el Ecuador" publicado por (Arellano et al., 2024).

3.2 Población de estudio y tamaño de la muestra

3.2.1 Población

Según INEC (2022) la población en el sector urbano de la ciudad de Chambo es de 5462 habitantes. La zona urbana comprende un total de 155 manzanas de las cuales 133 son de uso residencial.

3.2.2 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determina a partir de la ecuación **Ec.1** propuesta por (Arellano et al., 2024). Que relaciona el tamaño de las ciudades en miles de habitantes con el numero mínimos de viviendas muestreadas.

$$\mathbf{Y} = 0.001\mathrm{X} + 56.634 \qquad \textbf{Ec.1}$$

Donde:

Y: Número mínimo de muestras para el estudio

X: Población del sector urbano

Cálculo

$$\mathbf{Y} = 0.001(5462) + 56.634$$

Y (mínimo) = 62 muestras

Se determina 62 muestra mínimas, es recomendable aumentar al número de viviendas un 30% para prevenir la deserción o la falta de colaboración de algunas familias, por lo tanto:

Y (mínimo +30%) = 81 muestras

Una vez obtenido el número de muestras para el estudio incluido el 30%, es necesario aplicar la **Ec. 2** para determinar el porcentaje por estrato, mismo que se requiere para el cálculo del número de muestras aplicando la **Ec.3.**

$$\%\,\mathbf{Mz_i} = \frac{\text{Número de muestra}_{\,i}}{Número\ de\ manzanas\ resdenciales} \qquad \textbf{Ec.2}$$

$$\textbf{Nímero de muestras i} = \%Mz_i * Y(min + 30\%) \qquad \textbf{Ec.3}$$

Donde:

i = Estrato socioeconómico

% Mz_i = Porcentaje de manzanas del estrato i respecto al total

3.3 Procesamiento y Análisis de datos

3.3.1 Procesamiento y análisis de datos para la Caracterización Urbanística

Este tipo de caracterización determina las características socioeconómicas de la ciudad en análisis, permitiendo encontrar los diferentes estratos que se encuentran en la misma, se considera como unidad de medida la manzana. En el **Anexo 1** se puede observar la ficha de caracterización urbanística, así mismo Arellano et al., (2024) muestra la Tabla de los criterios de categorización de una manzana la cual permite puntuar cada uno de los indicadores que toma en cuenta este método ver **Anexo 2**.

3.3.2 Procesamiento y análisis de datos para la caracterización Socioeconómica

Esta categorización permite determinar los estratos socio económicos de las viviendas escogidas de manera aleatoria en la ciudad de análisis, existen cuatro categorías como se muestra en el **Anexo 3**, se realiza encuestas a los moradores de preferencia al jefe de hogar, la encuesta que se muestra en el **Anexo 4**, reúne preguntas que relacionan la economía de dicha familia sin embargo algunas no, pero proporcionan información sobre sus tradiciones y costumbres. La categoría que se le da a la familia depende de los puntajes asignados a cada una de las preguntas realizadas.

3.3.3 Procesamiento y análisis de datos para la Producción Per Cápita de RSU

Para calcular la producción Per Cápita de Residuos sólidos de cada vivienda se empleó la **Ec.4** la cual utiliza los pesos registrados y el número de habitantes de la vivienda muestreada en los 7 días consecutivos, esta se expresa en kg/hab/día.

$$\textbf{PPC (Vivienda)} = \frac{\text{Promedio de pesos de RS (Kg)}}{\text{Número de personas}} \qquad \textbf{Ec.4}$$

A continuación, se calcula el promedio ponderado de la producción per cápita esta muestra la distribución socioeconómica **Ec. 5**.

$$\textbf{PPC (Ponderado)} = \frac{\%A}{100} + PPC_A + \frac{\%B}{100} + PPC_B + \frac{\%C}{100} + PPC_C + \frac{\%D}{100} + PPC_D \qquad \textbf{Ec. 5}$$

Donde:

PPC (Ponderado) = Producción per cápita final

PPC_i = Producción per cápita promedio de los días muestreados correspondientes al estrato i.

i= Estratos socioeconómicos (A, B, C, D).
%A, %B, %C, %D = Relación entre el número de manzanas del estrato i respecto al total de manzanas expresado en porcentaje.

3.3.4 Procesamiento y análisis de datos para los componentes de RSU

La técnica mostrada por Arellano et al., (2024) determina las fracciones de los componentes de residuos sólidos por cada estrato socioeconómico, esta técnica se aplica previo al cuarteo y homogenización en donde se selecciona uno de los cuadrantes para poder pesar de 5 a 7 kg. Se registra el peso en la ficha ver **Anexo 5**. Se clasifica de forma manual cada uno de los subproductos descritos en las fichas de registro que establece Arellano et al., (2024), y se procede a pesar cada uno de ellos.

Una vez terminado el pesaje de cada uno, se suma todos los subproductos y este resultado debe ser igual al peso inicial de la muestra, se debe considerar un error máximo del 2% indicado en la **Ec. 6** caso contrario se repite el procedimiento.

$$\textbf{Error}\ (\%) = \left|\frac{Peso\ incial\ (kg) - Peso\ final\ (kg)}{Peso\ inicial\ (kg)}\right| x\ 100 \qquad \textbf{Ec.6}$$

Donde:

Peso inicial: Peso de los RS antes de clasificarlos (kg).

Peso final: Peso de los RS clasificados manualmente (kg).

3.3.5 Procesamiento y análisis de datos para la densidad suelta

La densidad suelta se obtiene a partir de la relación entre el peso solo de los RSU y el volumen del balde usado **Ec. 7.**

$$\boldsymbol{\rho}\left(\frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m^3}}\right) = \frac{\text{Peso solamente de RS (kg)}}{\text{Volumen del balde (m}^3\text{)}} \qquad \textbf{Ec.7}$$

Para determinar la densidad suelta asociada a la distribución socioeconómica se utiliza el promedio ponderado descrito en la **Ec. 8**.

$$\boldsymbol{\rho\ pondera}\left(\frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m^3}}\right) = \frac{\%A}{100} + \rho_A + \frac{\%B}{100} + \rho_B + \frac{\%C}{100} + \rho_C + \frac{\%D}{100} + \rho_D \qquad \textbf{Ec.8}$$

Donde:

Pp= Densidad suelta para cada estrato socioeconómico.

P ponderado = Densidad suelta final de toda la muestra de estudio.

%A, %B, %C, %D = Porcentaje total de manzanas presentes en cada estrato.

3.3.6 Diagrama de Cajas y Bigotes, Anova- Prueba Tukey para la PPC y Densidades

Según Arellano et al., (2024) los datos obtenidos se consideran “primarios” debido a que pueden existir datos que afecten los resultados reales, por tal motivo son sometidos al test de cajas y bigotes que tiene el software MINITAB con esta herramienta se puede detectar y excluir datos atípicos tanto en los resultados de las producciones per cápita como en las densidades, de tal manera que se garantice una mayor precisión y confiabilidad en los resultados obtenidos, así mismo se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) complementado con la prueba de Tukey, con la finalidad de evaluar si existen diferencias significativas entre las medias de los grupos analizados.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización Urbanística de la ciudad Chambo

Previo a le recolección y tabulación mediante la ficha urbanística, se identificó un total de 155 manzanas en el área urbana de la ciudad. Estas manzanas se encuentran destinadas a diversos usos, como comercio, educación, gestión pública, parques recreativos, centros de salud, centros comerciales, iglesias y otras áreas sin ningún uso especifico considerados terrenos baldíos. Como la investigación se centra en el área residencial del sector urbano, se excluyeron 20 manzanas que no aportaron información pertinente. Por lo tanto, se trabajó con un total de 133 manzanas residenciales.

A través de la caracterización de las manzanas residenciales, se identificaron tres estratos socioeconómicos (B, C y D), cuya distribución se presenta en la **Tabla 1** y se representa gráficamente en la **Figura 5.**

Tabla 1.

Estratificación urbanística

Estrato	Cantidad de Manzanas	Porcentaje de Estratificación
A	0	0.00 %
B	20	15.04 %
C	107	80.45 %
D	6	4.51 %
TOTAL	**133**	**100 %**

Fuente: (Ogoña, 2025)

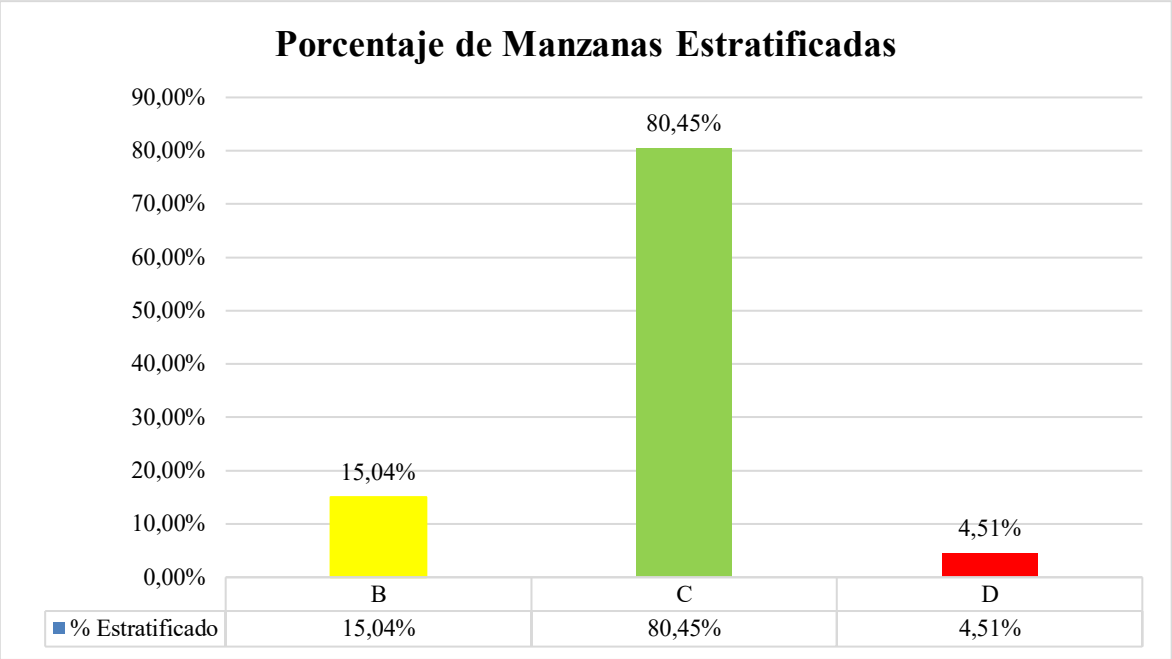


Figura 5. Porcentajes de manzanas estratificadas
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 6** se visualiza las manzanas residenciales del cantón Chambo, donde se identificó los estratos socioeconómicos. Se evidencia que no existe el estrato A, a diferencia de los estratos B, C y D, los cuales están distribuidos en el área urbana de la zona de estudio. El estrato B, con un 15.04%, se extiende mayoritariamente en la zona céntrica, el barrio Cuba, con una presencia menor en los barrios La Dolorosa y El Paraíso.

El estrato C, con un 80.45%, es el más predominante en la zona urbana, distribuyéndose en los barrios La Dolorosa, El Carmen, El Recreo, El Tambo, Cuba y San Juan.

El estrato D, con un 4.51%, se encuentra principalmente en el barrio San Juan, y con una distribución menor en los barrios El Recreo, La Dolorosa y zona céntrica de la ciudad.

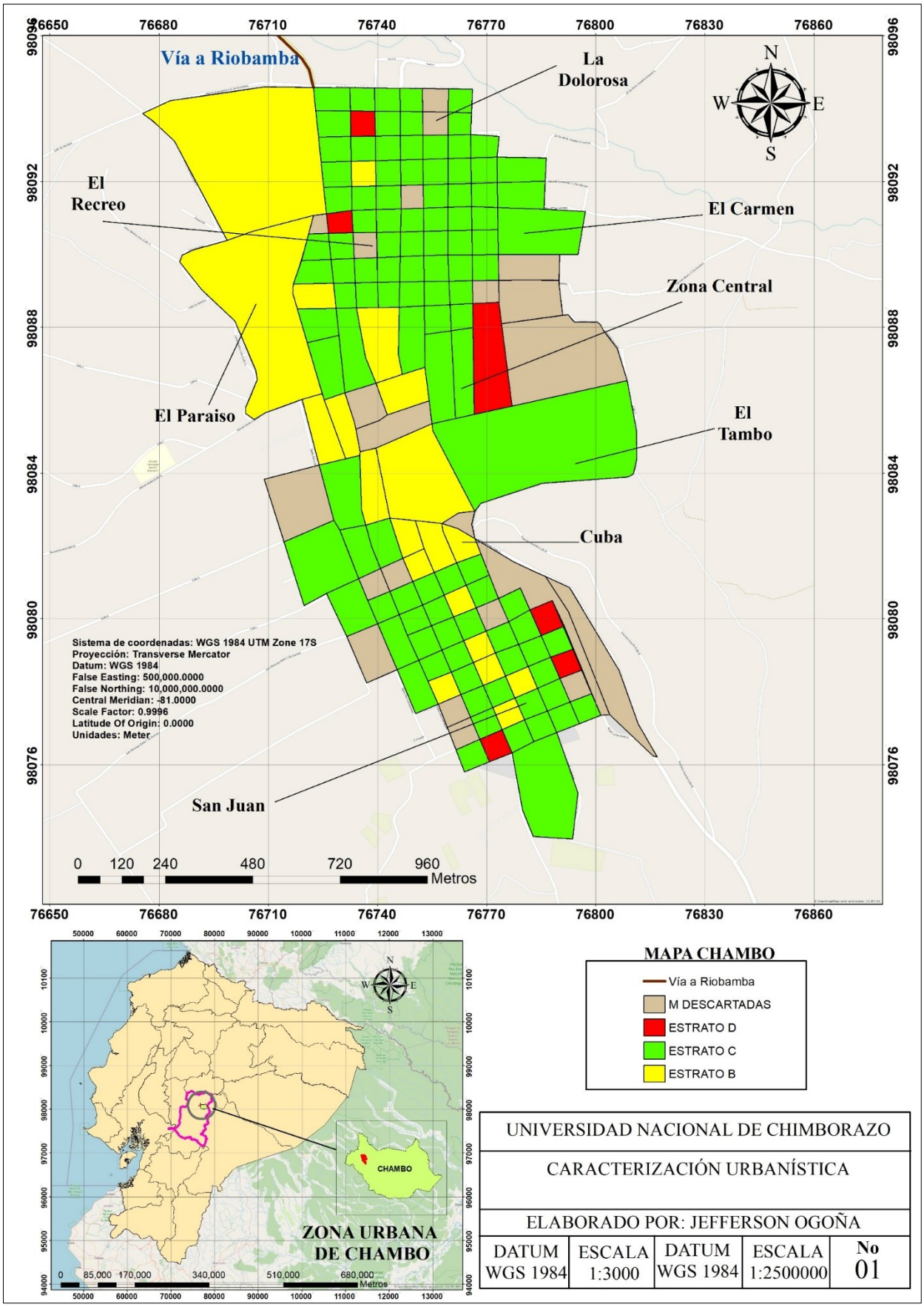
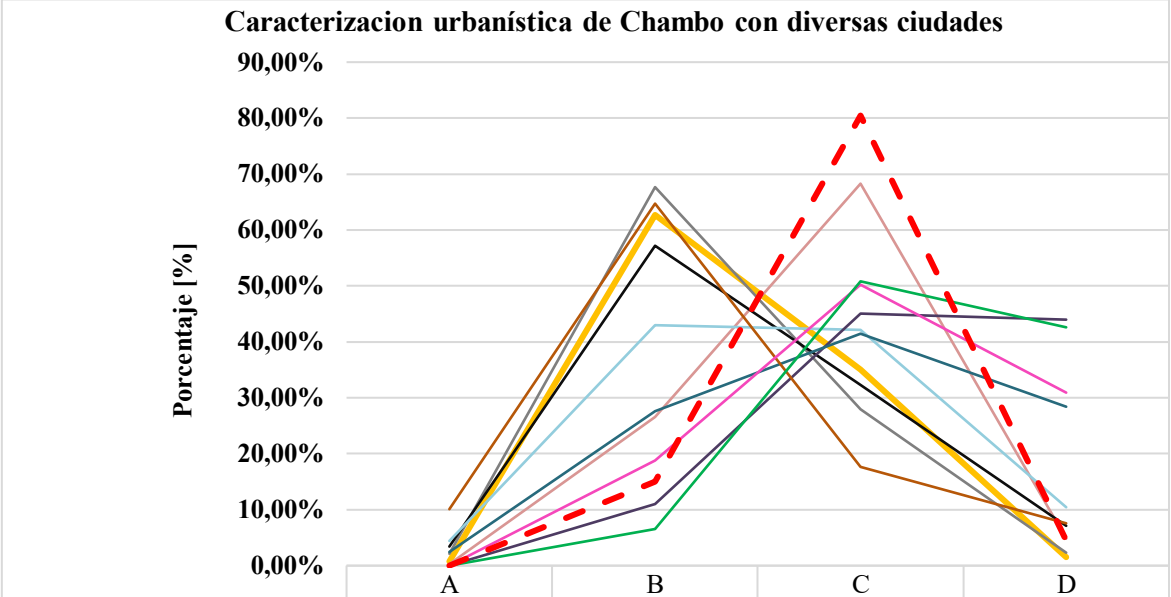


Figura 6. Estratos por manzanas en la zona urbana de Chambo
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 7** se muestran algunos estudios realizados en varias ciudades del Ecuador, utilizando la metodología de (Arellano et al., 2024). En cada uno de estos estudios se muestran los diferentes estratos socioeconómicos presentes en dichas ciudades. Los resultados obtenidos podrían estar influenciados por diversos factores, como las actividades económicas predominantes, infraestructura, acceso a servicios, ubicación geográfica, migración y la gobernanza.



	A	B	C	D
Chambo (2014)	0,75%	62,69%	35,07%	1,49%
Riobamba (2014)	2,13%	67,66%	27,92%	2,29%
Tena (2015)	0,27%	26,61%	68,28%	4,84%
Otavalo (2022)	3,41%	57,18%	32,29%	7,11%
Macas (2023)	4,41%	42,98%	42,15%	10,47%
Priorato (2024)	0,00%	10,99%	45,05%	43,96%
Guamote (2024)	2,44%	27,64%	41,46%	28,45%
Las Naves (2024)	10,08%	64,71%	17,65%	7,56%
Puerto Ayora (2024)	0,00%	18,83%	50,22%	30,94%
Penipe (2024)	0,00%	6,56%	50,82%	42,62%
Chambo (2024)	0,00%	15,04%	80,45%	4,51%

Figura 7. Caracterización urbanística de varias ciudades del Ecuador
Fuente: (Ogoña, 2025)

Como se muestra en la **Figura 7** el estrato B predomina en la mayoría de las ciudades como Riobamba, Las Naves, Otavalo con valores superiores al 50% donde se podría considerar que poseen una economía relativamente estable. En cambio, el estrato C es dominante en Chambo (2024) con 80.45% y Tena con 68.28%, indicando que la economía podría estar basada en la agricultura y el comercio. Por otro lado, el estrato D es significativo

en Priorato con 43.96%, Penipe con 42.62%, Puerto Ayora con 30.94% y Guamote con 28.45% posiblemente debido a la menor inversión y accesibilidad a servicios básicos.

Entre 2014 y 2024, la estratificación socioeconómica de Chambo ha cambiado drásticamente, reflejando la crisis económica que ha afectado al país en la última década. En 2014, la mayor parte de la población pertenecía al estrato B 62.69%, seguida por el estrato C 35.07%, mientras que los estratos A y D representaban valores menores al 2%. Para 2024, el estrato B ha disminuido en 15.04%, el estrato C ha aumentado significativamente a 80.45% y el estrato D ha crecido a 4.51% mientras que el estrato A ha desaparecido por completo. Esta transformación evidencia un deterioro en las condiciones económicas y subraya la importancia de que los proyectistas y los GADs actualicen sus estudios, ya que las condiciones socioeconómicas y demográficas son dinámicas y afectan directamente la demanda de servicios.

4.2 Caracterización Socioeconómica de la ciudad Chambo

Para realizar la caracterización socioeconómica, se empleó la **Ec. 2** junto con la muestra representativa final y los porcentajes actuales de cada estrato. Este proceso permitió calcular con precisión la cantidad de encuestas necesarias para cada nivel socioeconómico. Los resultados obtenidos se detallan en la **Tabla 2** y su distribución por estrato puede visualizarse en la **Figura 9.**

Tabla 2.

Estratificación socioeconómica

Estrato	% Estratificado	# Viviendas Encuestadas
A	0.00%	0
B	15.04%	12
C	80.45%	65
D	4.50 %	4
TOTAL	**100.00%**	**81**

Fuente: (Ogoña, 2025)

Los resultados obtenidos de la caracterización socioeconómica están disponibles en el **Anexo 6**. En este se detalla la información de las personas encuestadas, junto con el puntuaje obtenido en la encuesta y la categoría asignada de acuerdo con dicho puntaje.

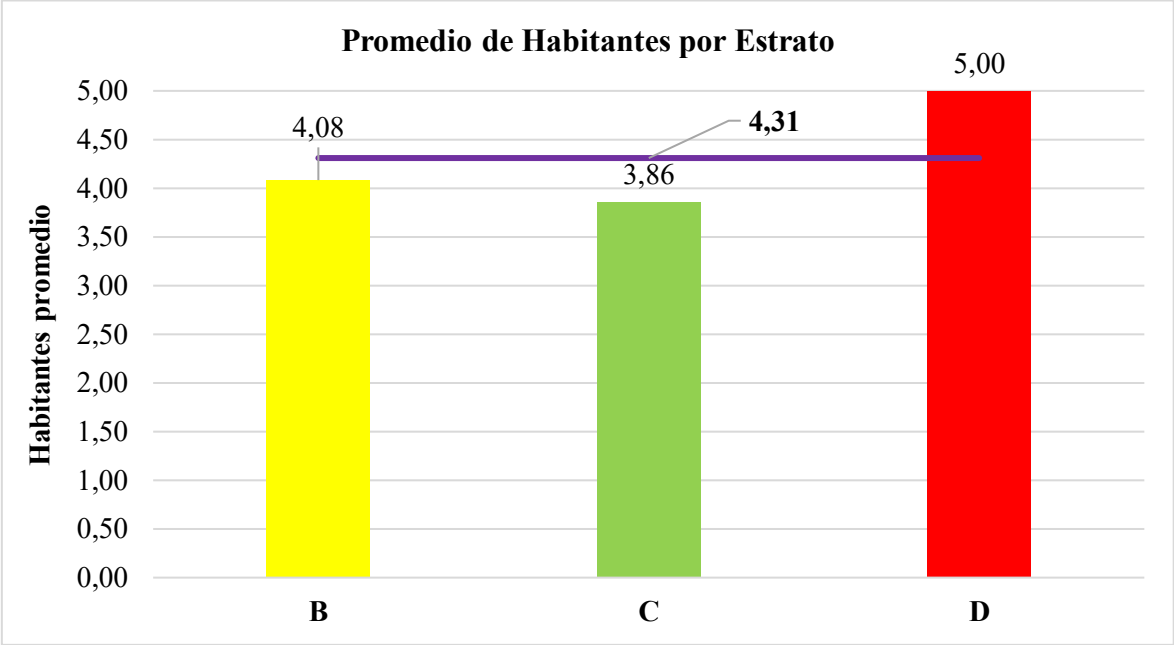


Figura 8. Promedio de habitantes por estrato
Fuente: (Ogoña, 2025)

La **Figura 8** indica el promedio de habitantes por estrato de la zona urbana de Chambo, se evidencian variaciones de habitantes promedio entre cada uno de los estratos, lo que especifica que no siempre existe una correlación directa entre el tamaño del hogar y el estrato socioeconómico de cada familia. En los estratos B y C, a pesar de que B tiene ingresos mayores que el promedio tiene mayor número de habitantes en comparación con el C de ingresos medios bajos presenta un menor número de habitantes respecto al B. Por otro lado, el estrato D con ingresos bajos cuenta con el mayor número de habitantes, posiblemente se debe a que en esos hogares habitan familias de varias generaciones y parientes más allá del núcleo familiar, donde los recursos son limitados reflejado por sus condiciones económicas.

El comportamiento observado en este estudio es similar al reportado por Mejía (2024) **y** Altamirano (2024)**,** donde la tendencia de habitantes es creciente de manera irregular, esto podría estar influenciado a la estructuración familiar, necesidad de compartir vivienda y las dinámicas socioeconómicas de cada nivel.

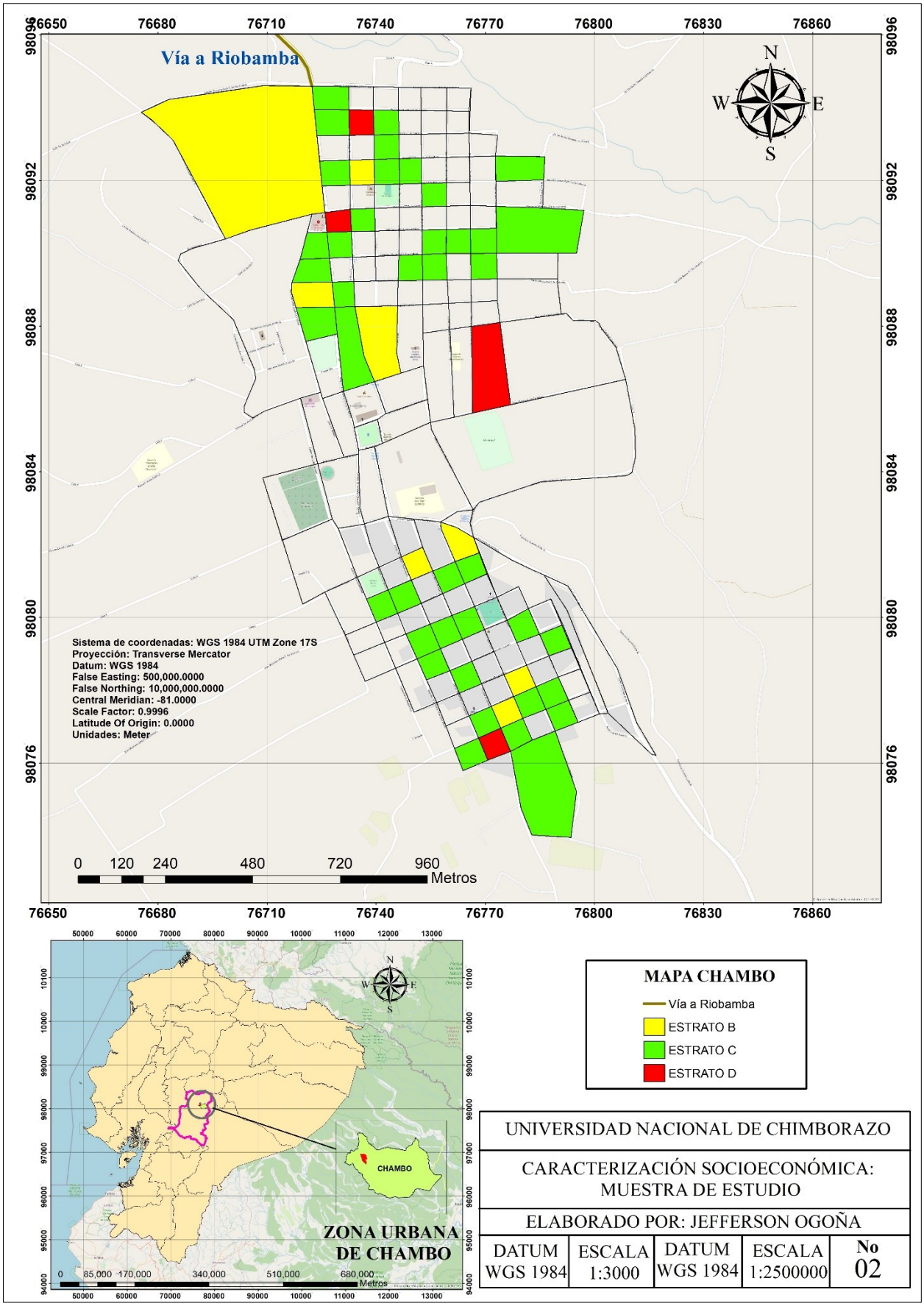


Figura 9. Promedio de habitantes por estrato
Fuente: (Ogoña, 2025)

4.3 PPC de RSU de la ciudad Chambo con valores atípicos

La producción diaria de residuos sólidos de las viviendas seleccionadas aleatoriamente fue registrada en kg, luego se obtuvo el promedio aritmético que consistió en la división de los pesos para el número de habitantes por familia con la finalidad de obtener la producción per cápita (PPC) expresada en kg/hab/día por cada estrato socioeconómico, como se indican en las **Tablas 3, 4** y **5.**

Tabla 3.

Peso diario y producción per cápita estrato B

Ítem	Código	Total Hab.	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPC (kg/hab/día)
			D	L	M	Miér.	J	V	S		
01	B-01	3	1.13	1.01	1.08	1.95	0.98	2.28	1.55	1.42	0.47
02	B-02	5	1.57	1.45	1.99	3.03	2.16	1.59	1.59	1.91	0.38
03	B-03	3	1.18	0.96	1.26	0.96	1.03	1.55	2.03	1.28	0.43
04	B-04	2	1.31	1.18	1.12	0.99	1.49	1.28	2.68	1.43	0.72
05	B-05	3	2.15	1.12	1.14	1.15	1.55	1.23	2.48	1.54	0.51
06	B-06	2	1.42	0.40	0.59	0.93	0.04	0.80	2.01	0.88	0.44
07	B-07	5	1.40	0.29	0.39	0.54	0.39	1.52	2.29	0.97	0.19
08	B-08	2	0.14	0.30	0.15	0.13	0.35	0.09	0.48	0.23	0.12
09	B-09	5	0.52	0.67	0.78	1.59	1.19	0.85	0.84	0.92	0.18
10	B-10	9	1.36	1.16	0.91	1.20	1.35	2.37	2.54	1.55	0.17
11	B-11	4	0.87	0.78	0.59	1.02	0.47	0.72	1.90	0.91	0.23
12	B-12	6	0.30	0.42	0.34	0.93	0.45	0.27	1.63	0.62	0.10

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 4.

Peso diario y producción per cápita estrato C

Ítem	Código	Total Hab.	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPC (kg/hab/día)
			D	L	M	Miér.	J	V	S		
01	C-01	4	1.68	1.31	1.537	0.49	2.27	1.50	2.66	1.64	0.41
02	C-02	3	0.91	1.07	0.89	1.01	0.44	0.92	1.51	0.96	0.32
03	C-03	4	1.84	1.26	1.12	1.08	1.04	0.68	1.18	1.17	0.29
04	C-04	4	1.42	1.33	1.16	0.29	2.09	0.81	0.81	1.13	0.28
05	C-05	5	2.15	1.03	0.82	0.79	0.74	0.86	1.16	1.08	0.22
06	C-06	3	0.32	0.40	0.43	1.42	0.64	0.81	1.53	0.79	0.26
07	C-07	3		0.87	0.51	1.15	1.42	2.15	1.92	1.33	0.44
08	C-08	2	0.91	0.65	0.74	0.15	0.61	0.81	1.45	0.76	0.38
09	C-09	2	1.41	0.92	0.40	0.30	0.27	0.41	1.13	0.69	0.35
10	C-10	2	0.14	0.54	0.18	0.74	0.83	1.77	0.53	0.68	0.34
11	C-11	5	1.69	1.60	1.44	2.33	1.92	2.08	2.67	1.96	0.39
12	C-12	1	0.85	0.69	0.91	0.84	1.49	1.50	0.92	1.05	1.05
13	C-13	3	0.60	0.66	0.91	1.10	1.44	0.52	1.38	0.94	0.31
14	C-14	7	1.88	1.99	1.62	2.75	1.22	1.22	2.26	1.85	0.26

15	C-15	3	0.28	0.35	0.51	1.17	0.93	1.07	0.71	0.72	0.24
16	C-16	3	0.83	0.16	0.58	0.76	1.42	1.70	1.02	0.93	0.31
17	C-17	4	1.31	1.24	1.02	2.35	0.59	2.75	3.05	1.76	0.44
18	C-18	2	0.98	0.64	0.70	0.53	1.29	0.94	1.42	0.93	0.46
19	C-19	4	1.16	0.88	0.60	0.53	0.87	0.73	0.58	0.77	0.19
20	C-20	4	0.83	0.71	0.79	1.75	0.92	1.38	1.31	1.10	0.27
21	C-21	5	1.88	1.83	1.64	2.05	2.45	1.62	1.84	1.90	0.38
22	C-22	3	2.45	2.27	1.78	1.95	1.55	1.16	2.13	1.90	0.63
23	C-23	3	2.20	1.70	1.79	1.68	1.60	1.17	1.28	1.63	0.54
24	C-24	3	2.75	1.52	1.64	1.71	1.71	1.58	2.36	1.90	0.63
25	C-25	4	1.78	1.70	1.78	2.17	2.70	3.31	2.98	2.34	0.59
26	C-26	5	2.30	1.59	1.74	1.64	1.21	1.99	2.37	1.83	0.37
27	C-27	4	1.48	1.14	1.18	1.20	2.10	2.18	2.44	1.67	0.42
28	C-28	3	2.75	1.53	1.84	2.10	1.57	2.26	3.20	2.18	0.73
29	C-29	4	1.13	1.27	1.35	1.33	1.88	1.82	1.67	1.49	0.37
30	C-30	2		1.15	1.28	1.46	1.95	1.57	2.23	1.61	0.80
31	C-31	5	2.53	2.09	2.48	3.00	3.19	3.26	3.28	2.83	0.57
32	C-32	4	1.33	1.15	1.52	2.04	1.40	1.18	1.71	1.48	0.37
33	C-33	4	1.70	1.47	1.40	2.01	2.05	1.74	1.66	1.72	0.43
34	C-34	7	3.34	3.25	3.00	2.92	2.93	2.81	2.91	3.02	0.43
35	C-35	6	2.68	2.61	2.70	1.20	2.20	2.37	3.23	2.43	0.40
36	C-36	3	1.20	1.27	1.53	1.34	1.59	1.98	1.45	1.48	0.49
37	C-37	6	2.57	2.54	2.10	3.19	3.00	1.81	2.01	2.46	0.41
38	C-38	5	3.13	1.78	1.51	1.93	2.23	2.37	2.79	2.25	0.45
39	C-39	6	2.94	2.57	2.82	2.82	2.99	1.98	2.76	2.70	0.45
40	C-40	5	1.60	1.71	1.84	3.03	2.94	2.54	2.65	2.33	0.47
41	C-41	4	2.69	2.09	2.15	2.64	2.63	3.18	3.38	2.68	0.67
42	C-42	3	1.61	1.97	1.69	2.00	1.24	2.54	2.01	1.86	0.62
43	C-43	4	1.97	2.25	1.87	1.64	1.29	1.94	0.78	1.68	0.42
44	C-44	4	1.00	0.67	1.23	0.44	1.20	2.03	1.03	1.09	0.27
45	C-45	5	1.79	2.55	1.98	2.53	1.53	1.98	1.90	2.04	0.41
46	C-46	5	3.75	3.61	3.56	3.00	3.84	4.05	3.31	3.59	0.72
47	C-47	3	1.02	1.18	2.73	3.11	2.38	3.20	2.22	2.26	0.75
48	C-48	4	1.87	2.07	2.16	2.48	2.38	3.55	2.25	2.39	0.60
49	C-49	5	3.18	2.39	2.12	1.54	1.25	1.43	1.16	1.87	0.37
50	C-50	4	2.61	1.37	1.75	2.11	1.40	1.25	1.13	1.66	0.41
51	C-51	4	1.70	1.70	2.19	2.33	2.39	1.94	1.48	1.96	0.49
52	C-52	3	1.79	1.11	0.98	1.15	1.06	1.89	1.07	1.29	0.43
53	C-53	3	1.11	2.48	1.39	1.69	1.72	2.11	2.01	1.79	0.60
54	C-54	4	2.80	1.90	2.09	2.89	3.53	1.46	1.62	2.32	0.58
55	C-55	4	1.31	2.40	2.43	1.28	2.48	1.87	1.63	1.91	0.48
56	C-56	1		0.90	0.92	0.904	0.85	0.92	1.37	1.06	1.06
57	C-57	7	2.08	1.61	3.61	2.54	2.45	2.32	2.12	2.39	0.34
58	C-58	2	1.11	0.99	1.13	1.18	0.90	0.88	0.94	1.02	0.51
59	C-59	3	1.84	1.02	1.13	0.92	1.28	1.02	0.92	1.16	0.39
60	C-60	4	1.91	1.78	1.48	1.17	1.22	1.39	1.28	1.46	0.37
61	C-61	4	2.88	1.02	1.02	1.71	1.09	1.09	1.15	1.42	0.36

62	C-62	4	2.18	1.03	1.50	1.68	2.67	1.30	1.31	1.67	0.42
63	C-63	5	3.01	3.16	2.72	2.74	1.82	2.27	2.61	2.62	0.52
64	C-64	4	3.28	2.11	2.37	1.53	1.15	1.58	1.96	2.00	0.50
65	C-65	6	2.79	0.96	1.27	2.28	1.35	1.84	1.62	1.73	0.29

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 5.

Peso diario y producción per cápita estrato D

Ítem	Código	Total Hab.	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPC (kg/hab/día)
			D	L	M	Mier.	J	V	S		
01	D-01	7	1.88	2.05	2.03	2.20	2.24	1.81	2.78	2.14	0.31
02	D-02	4	1.57	1.25	1.67	1.03	2.81	3.38	1.99	1.96	0.49
03	D-03	5	2.30	2.16	1.88	1.70	4.12	4.13	3.28	2.80	0.56
04	D-04	4	2.64	2.45	2.30	3.33	4.44	3.28	4.35	3.26	0.81

Fuente: (Ogoña, 2025)

En el registro diario de los pesos se identificaron ciertos problemas, los cuales se detallan a continuación:

El día del enceramiento cuatro viviendas B-06, C-07, C-30 y C-56, no entregaron los residuos, por lo cual, se evidenció que la muestra entregada el lunes contenía residuos del enceramiento y los generados del domingo. Con el fin de mantener la precisión en los resultados, estos registros fueron eliminados.

En el transcurso de la semana, cuatro viviendas B-02, B-04, C-51 y C-61, no entregaron las muestras diarias. Sin embargo, al día siguiente de la recolección, los pesos se duplicaron en comparación con los otros días, lo que sugiere que la muestra contenía residuos de dos días. Para efectivizar los registros, se procedió a dividir el peso para 2 y asignar al día en que no entregaron las muestras.

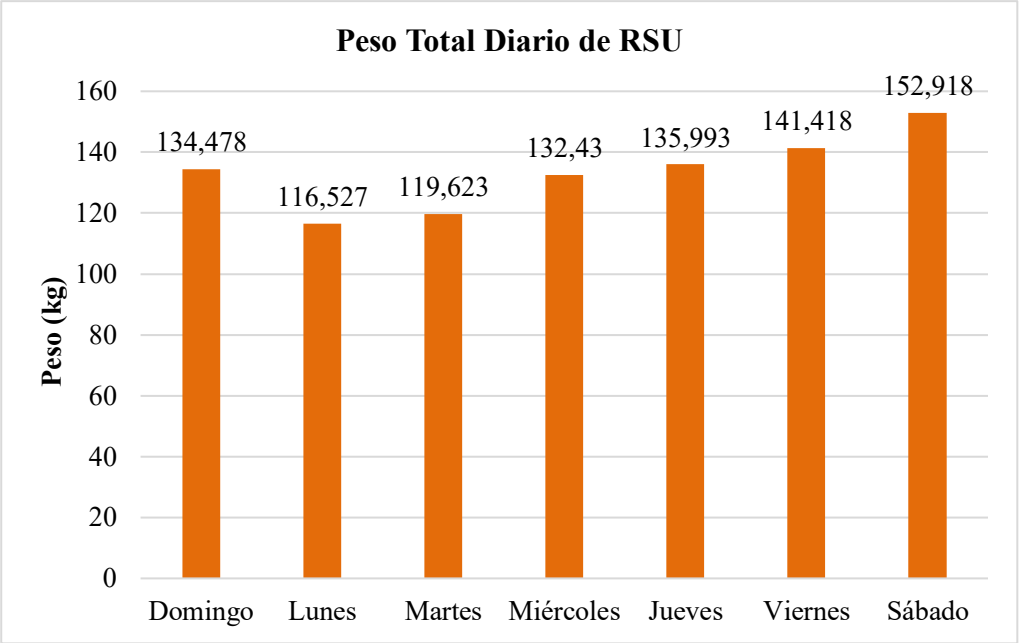


Figura 10. Peso total diario de RSU
Fuente: (Ogoña, 2025)

La producción de residuos sólidos urbanos en Chambo sigue un patrón semanal ascendente desde el lunes hasta el sábado. En la **Figura 10** se observa que los días con mayor generación de residuos son el viernes y sábado, probablemente está asociado a que las familias realizan actividades de limpieza desechando objetos viejos, residuos de jardín y de las mascotas. De igual manera, el sábado se evidencia ese peso elevado debido a que realizan ferias comerciales donde las personas optan por abastecerse de productos para su consumo.

Mientras los días con menor cantidad son el lunes y martes, esto podría relacionarse a que las familias siguen sus rutinas laborales dentro y fuera de la ciudad.

4.4 PPC de RSU de la ciudad Chambo sin valores atípicos

Se utilizó el software estadístico Minitab para analizar los valores de la PPC, representándolos en diagramas de cajas y bigotes. Los valores que se encontraban fuera del rango permitido en la gráfica fueron eliminados, y se calculó un nuevo valor de PPC ponderado sin considerar los valores atípicos.

Tabla 6.

Producción Per Cápita estrato B

Ítem	Código Vivienda	PPC (kg/hab/día)						
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
01	B-01	0.38	0.34	0.36	0.65	0.33	0.76	0.52
02	B-02	0.31	0.29	0.40	0.61	0.43	0.32	0.32
03	B-03	0.39	0.32	0.42	0.32	0.34	0.52	0.68

04	B-04	0.65	0.59	0.56	0.49	0.74	0.64	**1.34**
05	B-05	0.72	0.37	0.38	0.38	0.52	0.41	0.83
06	B-06		0.20	0.30	0.47	0.02	0.40	**1.01**
07	B-07	0.28	0.06	0.08	0.11	0.08	0.30	0.46
08	B-08	0.07	0.15	0.07	0.06	0.17	0.05	0.24
09	B-09	0.10	0.13	0.16	0.32	0.24	0.17	0.17
10	B-10	0.15	0.13	0.10	0.13	0.15	0.26	0.28
11	B-11	0.22	0.20	0.15	0.26	0.12	0.18	0.47
12	B-12	0.05	0.07	0.06	0.15	0.08	0.04	0.27

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 7.

Producción Per Cápita estrato C

Ítem	Código Vivienda	PPC (kg/hab/día)						
		Domingo	**Lunes**	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**	**Sábado**
01	C-01	0.42	0.33	0.38	0.12	0.57	0.37	0.67
02	C-02	0.30	0.36	0.30	0.34	0.15	0.31	0.50
03	C-03	0.46	0.32	0.28	0.27	0.26	0.17	0.29
04	C-04	0.36	0.33	0.29	0.07	0.52	0.20	0.20
05	C-05	0.43	0.21	0.16	0.16	0.15	0.17	0.23
06	C-06	0.11	0.13	0.14	0.47	0.21	0.27	0.51
07	C-07	0.00	0.29	0.17	0.38	0.47	0.72	0.64
08	C-08	0.45	0.33	0.37	0.07	0.31	0.41	0.72
09	C-09	0.71	0.46	0.20	0.15	0.13	0.21	0.56
10	C-10	0.07	0.27	0.09	0.37	0.42	0.89	0.26
11	C-11	0.34	0.32	0.29	0.47	0.38	0.42	0.53
12	C-12	0.85	0.69	0.91	0.84	**1.49**	**1.50**	0.92
13	C-13	0.20	0.22	0.30	0.37	0.48	0.17	0.46
14	C-14	0.27	0.28	0.23	0.39	0.17	0.17	0.32
15	C-15	0.09	0.12	0.17	0.39	0.31	0.36	0.24
16	C-16	0.28	0.05	0.19	0.25	0.47	0.57	0.34
17	C-17	0.33	0.31	0.26	0.59	0.15	0.69	0.76
18	C-18	0.49	0.32	0.35	0.26	0.64	0.47	0.71
19	C-19	0.29	0.22	0.15	0.13	0.22	0.18	0.15
20	C-20	0.21	0.18	0.20	0.44	0.23	0.35	0.33
21	C-21	0.38	0.37	0.33	0.41	0.49	0.32	0.37
22	C-22	0.82	0.76	0.59	0.65	0.52	0.39	0.71
23	C-23	0.73	0.57	0.60	0.56	0.53	0.39	0.43
24	C-24	0.92	0.51	0.55	0.57	0.57	0.53	0.79
25	C-25	0.44	0.43	0.44	0.54	0.67	0.83	0.75
26	C-26	0.46	0.32	0.35	0.33	0.24	0.40	0.47
27	C-27	0.37	0.28	0.29	0.30	0.53	0.54	0.61
28	C-28	0.92	0.51	0.61	0.70	0.52	0.75	**1.07**
29	C-29	0.28	0.32	0.34	0.33	0.47	0.46	0.42

30	C-30	0.00	0.58	0.64	0.73	**0.98**	0.78	**1.12**
31	C-31	0.51	0.42	0.50	0.60	0.64	0.65	0.66
32	C-32	0.33	0.29	0.38	0.51	0.35	0.30	0.43
33	C-33	0.42	0.37	0.35	0.50	0.51	0.43	0.42
34	C-34	0.48	0.46	0.43	0.42	0.42	0.40	0.42
35	C-35	0.45	0.44	0.45	0.20	0.37	0.40	0.54
36	C-36	0.40	0.42	0.51	0.45	0.53	0.66	0.48
37	C-37	0.43	0.42	0.35	0.53	0.50	0.30	0.34
38	C-38	0.63	0.36	0.30	0.39	0.45	0.47	0.56
39	C-39	0.49	0.43	0.47	0.47	0.50	0.33	0.46
40	C-40	0.32	0.34	0.37	0.61	0.59	0.51	0.53
41	C-41	0.67	0.52	0.54	0.66	0.66	0.79	0.84
42	C-42	0.54	0.66	0.56	0.67	0.41	0.85	0.67
43	C-43	0.49	0.56	0.47	0.41	0.32	0.48	0.19
44	C-44	0.25	0.17	0.31	0.11	0.30	0.51	0.26
45	C-45	0.36	0.51	0.40	0.51	0.31	0.40	0.38
46	C-46	0.75	0.72	0.71	0.60	0.77	0.81	0.66
47	C-47	0.34	0.39	0.91	**1.04**	0.79	**1.07**	0.74
48	C-48	0.47	0.52	0.54	0.62	0.60	0.89	0.56
49	C-49	0.64	0.48	0.42	0.31	0.25	0.29	0.23
50	C-50	0.65	0.34	0.44	0.53	0.35	0.31	0.28
51	C-51	0.42	0.42	0.55	0.58	0.60	0.48	0.37
52	C-52	0.60	0.37	0.33	0.38	0.35	0.63	0.36
53	C-53	0.37	0.83	0.46	0.56	0.57	0.70	0.67
54	C-54	0.70	0.47	0.52	0.72	0.88	0.36	0.41
55	C-55	0.33	0.60	0.61	0.32	0.62	0.47	0.41
56	C-56	0.00	0.90	0.92	0.904	0.85	0.92	**1.37**
57	C-57	0.30	0.23	0.52	0.36	0.35	0.33	0.30
58	C-58	0.56	0.49	0.57	0.59	0.45	0.44	0.47
59	C-59	0.61	0.34	0.38	0.31	0.43	0.34	0.31
60	C-60	0.48	0.45	0.37	0.29	0.31	0.35	0.32
61	C-61	0.72	0.26	0.26	0.43	0.27	0.27	0.29
62	C-62	0.54	0.26	0.38	0.42	0.67	0.33	0.33
63	C-63	0.60	0.63	0.54	0.55	0.36	0.45	0.52
64	C-64	0.82	0.53	0.59	0.38	0.29	0.39	0.49
65	C-65	0.46	0.16	0.21	0.38	0.22	0.31	0.27

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 8.

Producción Per Cápita estrato D

Ítem	Código Vivienda	PPC (Kg/Hab/Día)						
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
01	D-01	0.27	0.29	0.29	0.31	0.32	0.26	0.40
02	D-02	0.39	0.31	0.42	0.26	0.70	0.85	0.50
03	D-03	0.46	0.43	0.38	0.34	0.82	0.83	0.66
04	D-04	0.66	0.61	0.58	0.83	1.11	0.82	1.09

Fuente: (Ogoña, 2025)

Los valores atípicos fueron identificados por cada estrato socioeconómico, en el estrato B se encontraron dos valores atípicos en las muestras recolectadas del sábado B-04 y B06. De igual manera en el estrato C ocho valores atípicos en las muestras C-12, C-28, C-30, C-47, C-56, mismos que fueron resaltados de color verde en las **Tablas 6** y **7**. Estos valores fueron excluidos para el cálculo de la nueva PPC ponderada.

4.5 Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para la Producción Per Cápita

Mediante el análisis ANOVA, se evaluó si la cantidad de residuos generados por persona varía significativamente entre los estratos. En el estudio efectuado se muestra que el valor P es menor al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis alterna. Por medio de la prueba Tukey se identificó que las medias de la PPC se agrupan en 3 categorías A, B y C, concluyendo que los valores de la media son significativamente diferentes, como se muestra en la **Tabla 9** y **Figura 11.**

Tabla 9.

Prueba Tukey de las PPC de los estratos B, C y D

Población	Valor F	Valor P
Chambo	23.04	0.00
Estrato	**Medias (PPC kg/hab/día)**	**Agrupación**
PPC B	0.3041	A
PPC C	0.4401	B
PPC D	0.5420	C

Fuente: (Ogoña, 2025)

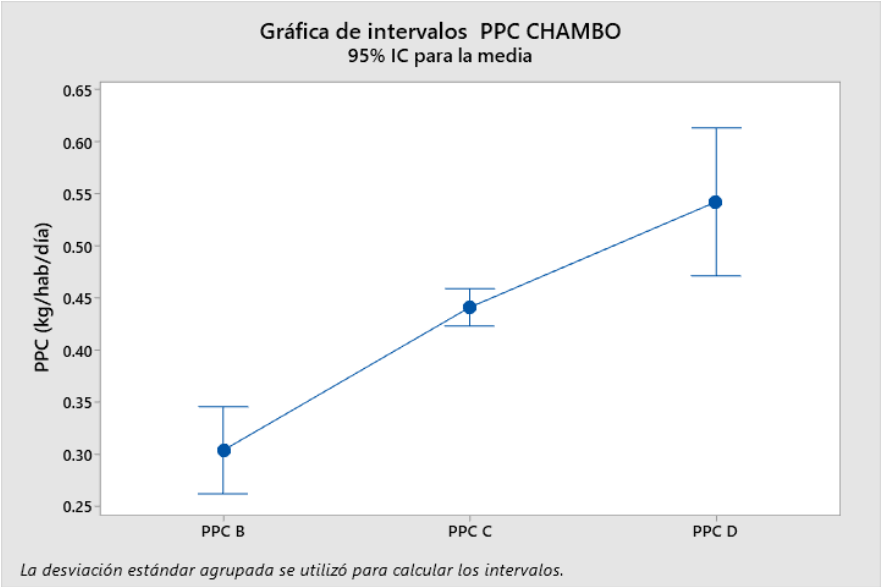


Figura 11. Comparación en Tukey de los estratos B, C y D en PPC
Fuente: (Ogoña, 2025)

A continuación, se presentan en la **Figura 12** los valores de la PPC de cada estrato antes y después de aplicar la prueba de cajas y bigotes.

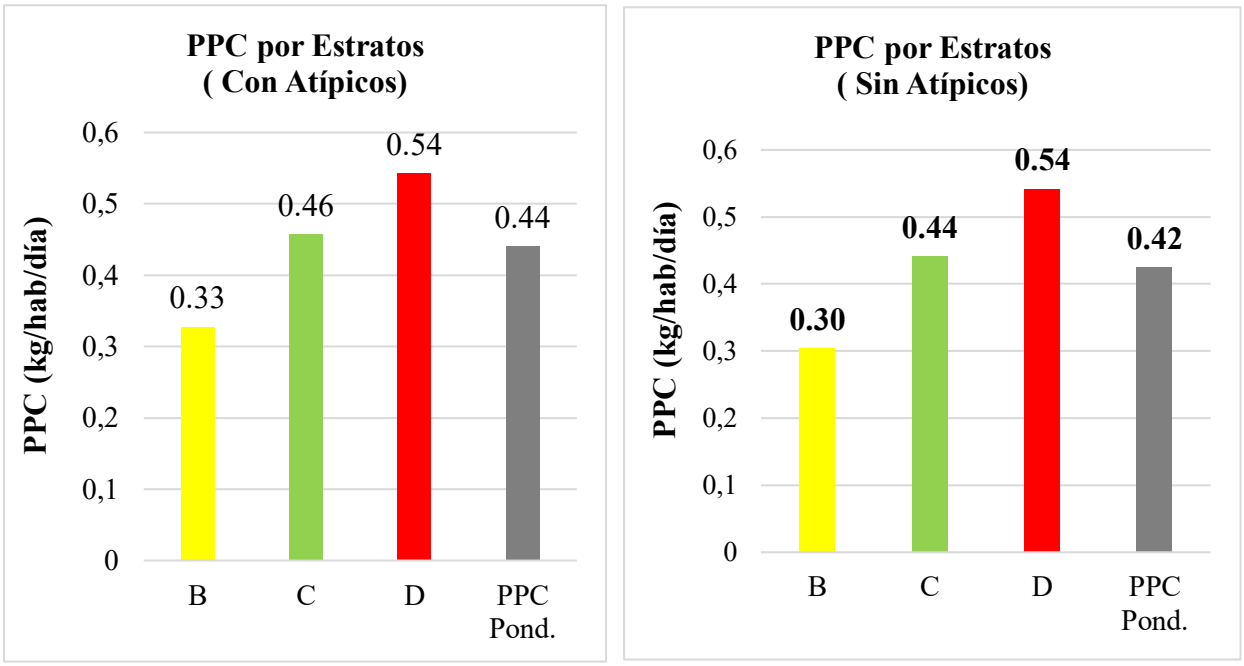


Figura 12. Valores de la PPC con y sin valores atípicos
Fuente: (Ogoña, 2025)

La reducción de los valores en la PPC de los estratos B, C y D es evidente en la **Figura 12**. Esto se debe a la presencia de valores atípicos en esos estratos, los cuales fueron

filtrados mediante la prueba de cajas y bigotes **Anexo 7**. Como resultado, la PPC Ponderada disminuyó en 0.42 kg/hab/día.

La PPC del estrato B es de 0.30 kg/hab/día, siendo la más baja en el estudio. Esto podría explicarse por las mejores condiciones económicas de este grupo, que les permiten migrar a ciudades aledañas como Riobamba para realizar actividades cotidianas, como el estudio y el trabajo, lo que reduce la producción de residuos en sus hogares. Además, el mayor acceso al consumo de productos envasados podría ser un factor que contribuye a esta baja producción.

Por otro lado, el estrato C tiene una PPC de 0.44 kg/hab/día, posicionándose como el segundo más alto en el estudio. Este valor se explica por la gran cantidad de personas y animales que habitan en las viviendas. Sin embargo, debido a su nivel económico, genera una menor producción de residuos en comparación al estrato D.

Por último, el estrato D con 0.54 kg/hab/día, presenta la cifra más alta del estudio. Esto se debe a las condiciones económicas limitadas de las familias, lo que les impide adquirir bienes y servicios fuera de los hogares. Esto conlleva, a que las personas pasan más tiempo en sus hogares realizando actividades domésticas, lo que genera una mayor producción de residuos orgánicos.

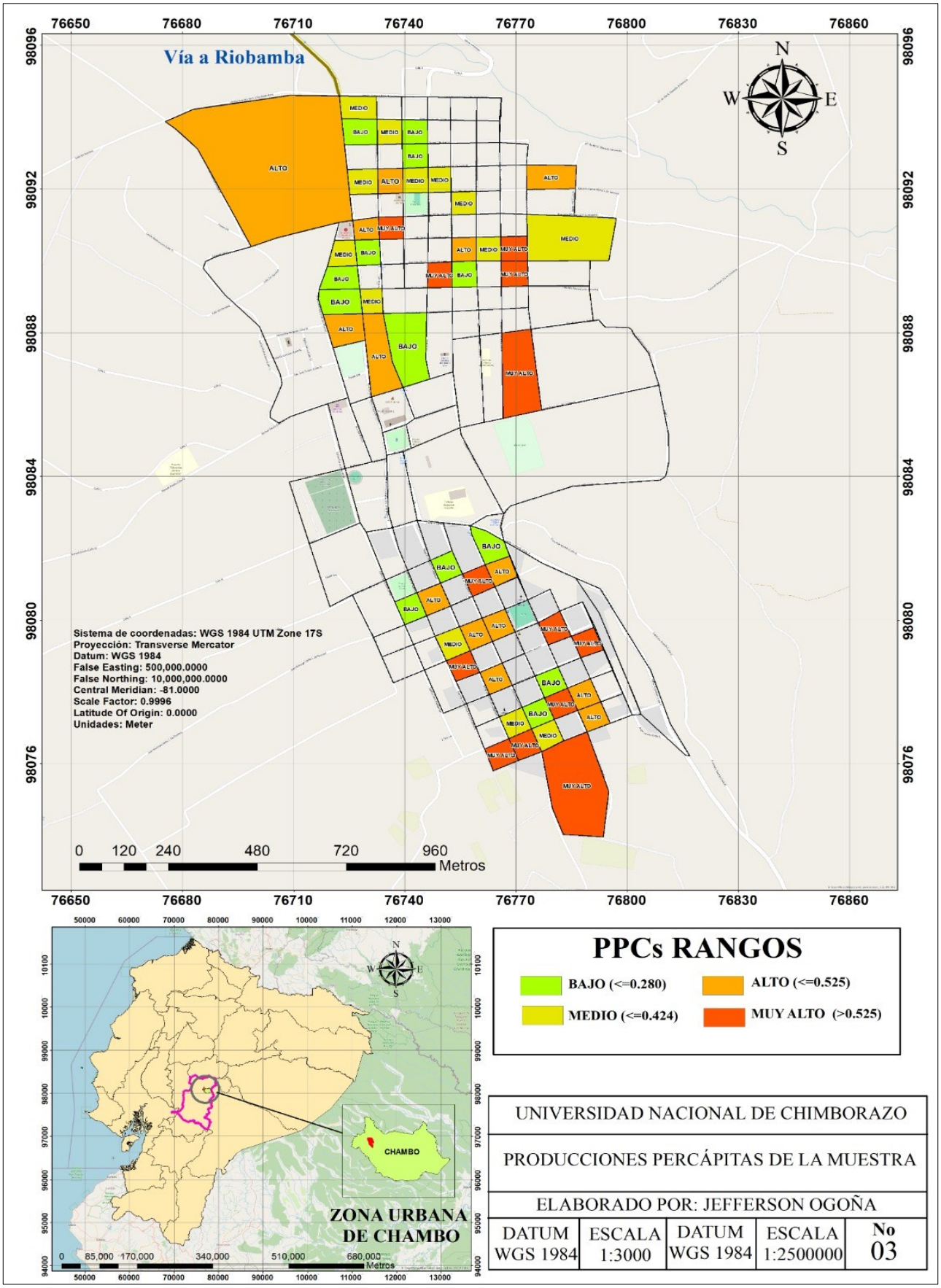


Figura 13. PPC por manzanas muestreadas
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 13**, se indica la distribución espacial de las poducciones percápitas de la muestra en la zona urbana de Chambo. Las manzanas se encuentran clasficadas en cuatro rangos: Bajo (≤0.280), Medio (≤0.424), Alto (≤0.525) y Muy alto (>0.525).

Las zonas con PPC muy alto se localizan principalmente en el sureste, centro y noreste de la ciudad, mientras que las de PPC bajo se concentran en sectores del centro-sur y noroeste. La distribución muestra una diversidad económica, especialmente en el área central donde conviven categorías diversas. De esta manera el patrón demuestra que hay desigualdades en la capacidad productiva de la población urbana.

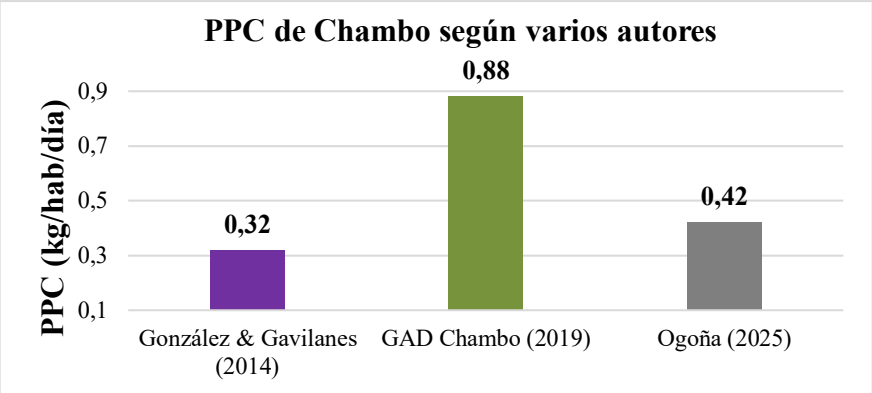


Figura 14. PPC según varios autores en Chambo
Fuente: (Ogoña, 2025)

La **Figura 14** muestra algunos estudios realizados en la ciudad de Chambo, en 2014 el PPC fue de 0,32 kg/hab/día, aumentando a 0,42 kg/hab/día en 2025, ambos calculados con la misma metodología. En 2019, el GAD de Chambo registró un valor de 0.88 kg/ha/día con una metodología diferente a la empleada en este estudio. Al incluir zonas urbanas y rurales, no es comparable con los demás.

Al analizar las producciones per-cápitas evidenciamos una variación significativa a lo largo del tiempo, donde el cantón Chambo ha experimentado cambios importantes en los últimos años, posiblemente por factores como cambios socioeconómicos, políticas de gestión de los residuos o variaciones en las actividades productivas como la agricultura, ganadería que generan diferentes tipos de residuos

A futuro, la PPC en Chambo dependerá de estrategias de gestión sostenible, como la reducción en el uso de plásticos, la promoción del reciclaje y la implementación de políticas de economía circular para minimizar la generación de residuos y mejorar el manejo de estos.

4.5 Densidad Suelta de RSU de la ciudad de Chambo

La **Tabla 10** presenta los registros de las densidades sueltas obtenidos durante los 7 días de muestreo.

Tabla 10.

Densidades sueltas de los estratos B, C y D

Estratos	Densidad Suelta Diaria (kg/m3)							Densidad Suelta Promediada (kg/m3)
	D	L	M	Miér.	J	V	S	
B	198.87	126.52	164.52	170.87	181.52	229.74	219.39	**184.49**
C	218.22	173.39	194.70	216.65	232.30	189.13	204.00	**204.06**
D	165.70	199.09	186.13	201.91	223.04	217.39	211.57	**200.69**

Fuente: (Ogoña, 2025)

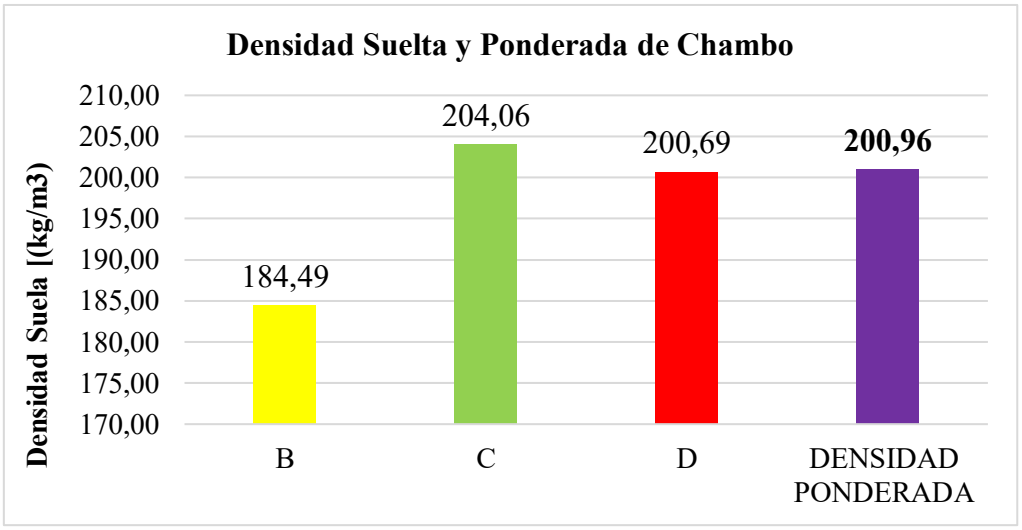


Figura 15. Densidad Suelta de los estratos B, C y D, y Ponderada de Chambo
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 15,** se muestran los valores de las densidades sueltas de cada estrato, las cuales nos permiten determinar la densidad ponderada de la ciudad en análisis.

Se determinó una densidad ponderada de 200.96 kg/m³, de igual manera los valores obtenidos de cada grupo muestran que el estrato B, con mejores condiciones económicas, tiene la menor densidad de residuos 184.49 kg/m³, mientras que los estratos C y D presentan valores más altos 204.06 kg/m³ y 200.69 kg/m³, respectivamente. Estas diferencias pueden atribuirse al nivel de consumo y tipo de residuos generados, ya que en el estrato B predominan materiales más livianos como plásticos y cartón, por otro lado, en los estratos C y D hay una mayor proporción de residuos orgánicos húmedos y compactados, lo que se puede verificar en la **Tabla 15.** De igual manera se confirma lo que dice la metodología de

Arellano et al., (2024), las densidades más altas se encuentran en los estratos que cocinan con más frecuencia y, por lo tanto, producen más orgánicos.

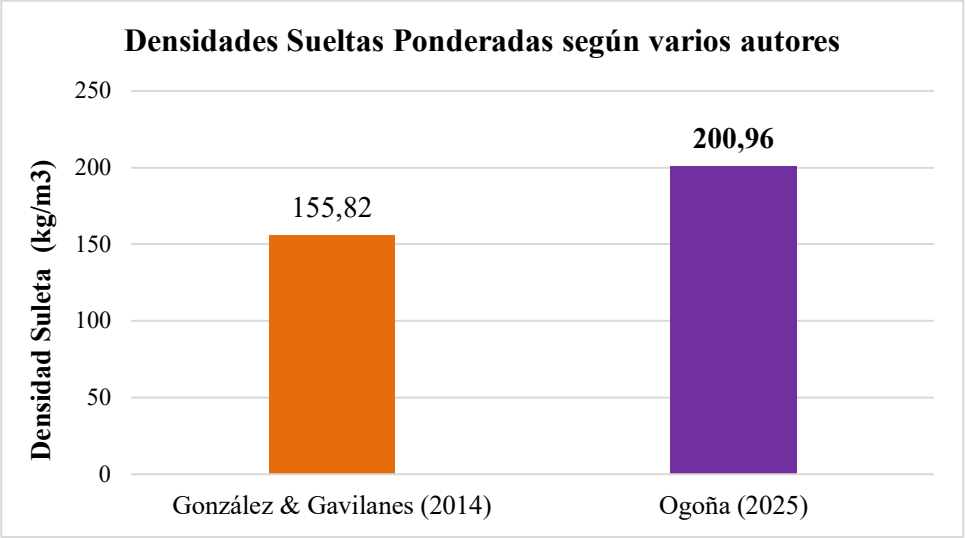


Figura 16. Densidad Suelta Ponderada según varios autores
Fuente: (Ogoña, 2025)

En el estudio realizado por Gonzáles & Gavilanes (2014), se encontraron cuatro estratos socioeconómicos A, B, C y D obteniendo una densidad ponderada de 155.82 kg/m^3. Sin embargo, esta densidad ha aumentado sustancialmente a 200.96 kg/m^3 en 2025, lo que refleja cambios en la composición, disposición de los residuos urbanos, así como también cambios en caracterización urbanística y socioeconómica, ya que en este estudio se encontró que el estrato A desapareció en su totalidad, posiblemente debido a la crisis económica que ha sufrido el país en estos últimos años. El aumento de la densidad en los últimos años se evidencia por un posible cambio en la composición de los residuos y la mayor proporción de materiales compactibles orgánicos o plásticos, lo que se podría relacionar con los hábitos de consumo y la generación de residuos de los habitantes.

4.6 Análisis Varianza ANOVA (Prueba Tukey) para las Densidades

Al aplicar la prueba de ANOVA, se obtuvo un valor P mayor que 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis nula. Luego, la prueba de Tukey muestra que las medias (densidades) son significativamente similares entre ellos, como se observa en la **Tabla 11** y **Figura 17.**

Tabla 11.

Prueba Tukey de las densidades de los estratos B, C y D

Población	Valor F	Valor P
Chambo	1.13	0.344
Estrato	**Medias (Densidad kg/m^3)**	**Agrupación**
Densidad B	184.50	A
Densidad C	204.06	A
Densidad D	200.69	A

Fuente: (Ogoña, 2025)

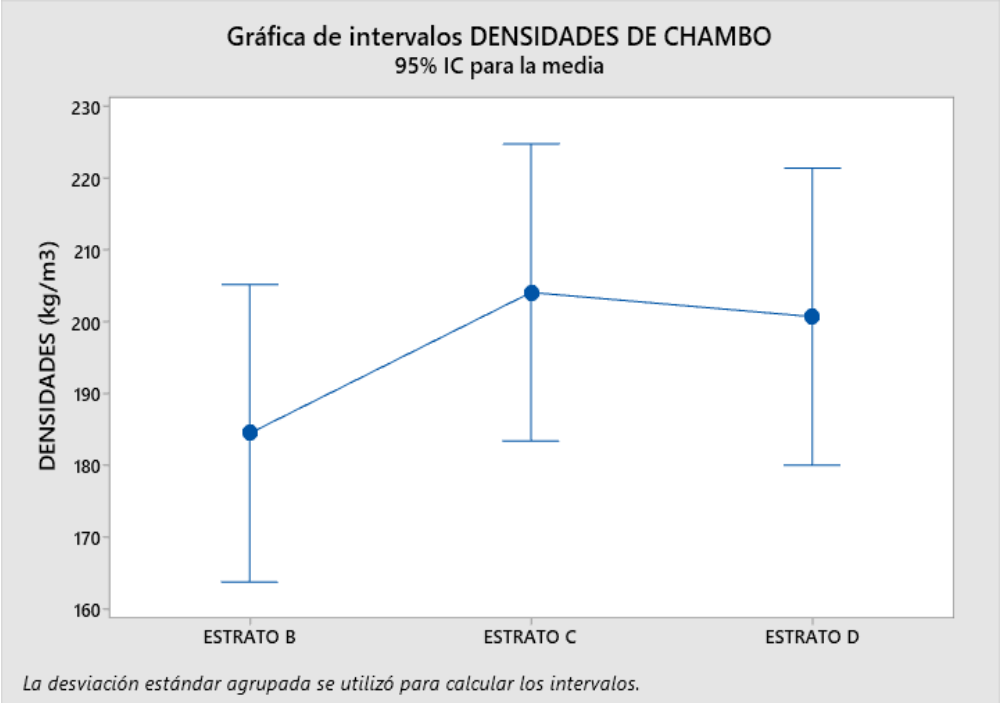


Figura 17. Comparación en Tukey de los estratos B, C y D en Densidades
Fuente: (Ogoña, 2025)

Mediante la prueba de Tukey, se identificó que las medias (densidades) se encuentran en la misma categoría (A), existiendo traslapes entre los estratos B, C y D por lo tanto, no tienen diferencias significativas, como se indica en la **Figura 17.**

4.7 Composición Física de RSU en la ciudad de Chambo

Con el propósito de identificar los tipos de residuos presentes, se realizó un análisis de la composición física de los residuos sólidos en la ciudad de estudio. Para ello, se tomó una muestra de 5 a 7 kg por cada estrato socioeconómico. A continuación, en las **Tablas 12, 13** y **14,** se presentan un listado de 26 componentes recolectados durante 7 días consecutivos.

Tabla 12.

Composición física de los RSU del estrato B

Componentes	D	L	M	Miér.	J	V	S	Promedio
	%	%	%	%	%	%	%	%
Botellas de plástico	2.46%	4.84%	3.86%	2.32%	2.67%	10.62%	3.10%	4.27%
Botellas y Frascos de vidrio	2.48%	1.84%	2.67%	7.60%	1.18%	1.25%	2.48%	2.79%
Cartón	1.18%	0.00%	3.30%	5.07%	1.97%	10.62%	3.93%	3.72%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.00%	0.00%	0.00%	7.51%	0.00%	0.00%	0.20%	1.10%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%	0.15%
Cuero	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%
Caucho	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.40%	0.06%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.26%	0.00%	0.00%	0.45%	0.00%	0.00%	0.10%	0.12%
Maderas	0.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.07%	0.00%	0.97%
Material de construcción- cerámicas (loza	0.00%	6.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.42%	2.45%
Metales	1.97%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	6.96%	0.00%	1.68%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	74.41%	72.64%	74.04%	59.06%	71.27%	50.04%	66.78%	66.89%
Papel bond blanco	0.89%	0.00%	0.67%	0.45%	0.20%	1.16%	0.10%	0.50%
Papel de color	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	2.07%	0.00%	0.00%	0.33%
Papel periódico	0.00%	0.83%	0.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.23%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.73%	3.84%	4.75%	8.32%	2.17%	4.10%	3.57%	4.50%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pilas y baterías	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.03%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	2.86%	2.69%	3.90%	3.17%	4.05%	5.00%	4.56%	3.75%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	5.22%	3.80%	4.23%	3.26%	2.57%	3.75%	2.38%	3.60%
Tetrapak	0.69%	1.12%	0.00%	0.00%	0.79%	0.00%	0.60%	0.46%
Poliestireno	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Textiles	0.89%	0.00%	0.49%	2.53%	5.63%	0.45%	0.00%	1.43%
Mascarillas	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.01%
Toallas sanitarias y pañales	1.28%	0.87%	1.31%	0.00%	2.57%	0.00%	0.60%	0.95%
Otros	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 13.

Composición física de los RSU del estrato C

Componentes	D	L	M	Miér.	J	V	S	Promedio
	%	%	%	%	%	%	%	%
Botellas de plástico	1.88%	5.11%	5.02%	5.10%	0.47%	1.36%	1.85%	**2.97%**
Botellas y Frascos de vidrio	0.23%	2.94%	4.46%	0.00%	8.68%	18.55%	0.66%	**5.07%**
Cartón	3.56%	4.26%	0.00%	3.00%	2.55%	2.91%	2.73%	**2.72%**
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.48%	0.00%	0.55%	0.00%	0.00%	1.18%	0.00%	**0.32%**
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.00%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.04%**
Cuero	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**
Caucho	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.10%**
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.00%	0.00%	0.51%	0.50%	0.09%	0.00%	0.36%	**0.21%**
Maderas	0.00%	0.19%	0.00%	0.34%	0.09%	0.22%	0.00%	**0.12%**
Material de construcción-cerámicas (loza	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**
Metales	1.28%	0.36%	0.30%	2.00%	1.51%	2.40%	2.94%	**1.54%**
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	75.78%	69.69%	71.19%	59.16%	65.94%	56.83%	77.66%	**68.04%**
Papel bond blanco	0.00%	0.61%	0.19%	1.70%	1.60%	1.73%	0.66%	**0.93%**
Papel de color	0.23%	0.19%	0.43%	1.10%	0.75%	1.00%	0.00%	**0.53%**
Papel periódico	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.49%	**0.08%**
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.56%	6.29%	5.25%	5.12%	8.02%	5.64%	5.26%	**5.73%**
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	1.86%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.27%**
Pilas y baterías	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.03%**
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	5.06%	4.86%	3.26%	3.10%	3.02%	3.27%	3.73%	**3.76%**

Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	0.71%	3.79%	5.61%	2.50%	2.17%	1.91%	1.22%	**2.56%**
Tetrapak	0.75%	0.48%	0.51%	1.02%	1.60%	0.64%	0.00%	**0.71%**
Poliestireno	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**
Textiles	0.36%	0.00%	0.64%	9.39%	3.21%	1.91%	0.00%	**2.22%**
Mascarillas	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%	**0.01%**
Toallas sanitarias y pañales	2.40%	1.13%	1.83%	5.98%	0.28%	0.45%	2.35%	**2.06%**
Otros	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**

Fuente: (Ogoña, 2025)

Tabla 14.

Composición física de los RSU del estrato D

Componentes	**D**	**L**	**M**	**Miér.**	**J**	**V**	**S**	**Promedio**
	%	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**	**%**
Botellas de plástico	1.70%	1.22%	1.95%	2.11%	0.39%	0.00%	1.81%	**1.31%**
Botellas y Frascos de vidrio	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.55%	**0.08%**
Cartón	1.04%	0.60%	1.81%	2.69%	0.49%	0.79%	0.00%	**1.06%**
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.03%**
Cuero	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.40%	0.25%	**0.09%**
Caucho	0.00%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.03%**
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.19%	0.00%	0.45%	0.19%	0.00%	0.10%	0.19%	**0.16%**
Maderas	0.68%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.17%**
Material de construcción-cerámicas (loza	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.44%	**0.06%**
Metales	0.00%	0.29%	0.64%	1.25%	0.49%	3.16%	0.46%	**0.90%**
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	80.29%	82.42%	79.76%	58.73%	90.71%	85.47%	81.72%	**79.87%**
Papel bond blanco	0.37%	0.22%	0.34%	0.48%	0.78%	0.00%	0.34%	**0.36%**
Papel de color	0.27%	0.46%	0.43%	0.67%	0.88%	0.20%	0.00%	**0.42%**
Papel periódico	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	**0.01%**
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.58%	4.86%	4.59%	13.63%	2.93%	4.64%	7.09%	**6.05%**

Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.12%**
Pilas y baterías	0.42%	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.09%**
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	2.45%	3.53%	2.57%	8.45%	1.96%	2.96%	3.53%	**3.63%**
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2.24%	3.34%	2.40%	3.36%	1.17%	2.17%	1.26%	**2.28%**
Tetrapak	3.20%	2.38%	0.00%	1.34%	0.00%	0.00%	1.91%	**1.26%**
Poliestireno	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.01%**
Textiles	0.44%	0.00%	0.30%	0.29%	0.20%	0.00%	0.00%	**0.18%**
Mascarillas	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**
Toallas sanitarias y pañales	1.29%	0.00%	4.46%	6.62%	0.00%	0.10%	0.36%	**1.83%**
Otros	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**

Fuente: (Ogoña, 2025)

La **Tabla 15** muestra un resumen en porcentajes de los distintos componentes físicos correspondientes a los estratos B, C y D, junto con su promedio ponderado.

Tabla 15.

Resumen de los componentes físicos y promedio ponderado de los estratos B, C y D

Componentes	**Estratos**			**Promedio Ponderado**
	B	**C**	**D**	
Botellas de plástico	4.27%	2.97%	1.31%	**3.09%**
Botellas y Frascos de vidrio	2.79%	5.07%	0.08%	**4.51%**
Cartón	3.72%	2.72%	1.06%	**2.79%**
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	1.10%	0.32%	0.00%	**0.42%**
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.15%	0.04%	0.03%	**0.05%**
Cuero	0.03%	0.00%	0.09%	**0.01%**
Caucho	0.06%	0.10%	0.03%	**0.09%**
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.12%	0.21%	0.16%	**0.19%**
Maderas	0.97%	0.12%	0.17%	**0.25%**
Material de construcción- cerámicas (loza	2.45%	0.00%	0.06%	**0.37%**
Metales	1.68%	1.54%	0.90%	**1.53%**

Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	66.89%	68.04%	79.87%	**68.40%**
Papel bond blanco	0.50%	0.93%	0.36%	**0.84%**
Papel de color	0.33%	0.53%	0.42%	**0.50%**
Papel periódico	0.23%	0.08%	0.01%	**0.10%**
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.50%	5.73%	6.05%	**5.56%**
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.00%	0.27%	0.12%	**0.22%**
Pilas y baterías	0.03%	0.03%	0.09%	**0.03%**
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	3.75%	3.76%	3.63%	**3.75%**
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	3.60%	2.56%	2.28%	**2.70%**
Tetrapak	0.46%	0.71%	1.26%	**0.70%**
Poliestireno	0.00%	0.00%	0.01%	**0.00%**
Textiles	1.43%	2.22%	0.18%	**2.01%**
Mascarillas	0.01%	0.01%	0.00%	**0.01%**
Toallas sanitarias y pañales	0.95%	2.06%	1.83%	**1.88%**
Otros	0.00%	0.00%	0.00%	**0.00%**

Fuente: (Ogoña, 2025)

En el estudio realizado, se observó que los residuos orgánicos, representaron el componente más abundante de los RSU, alcanzando un promedio del 68.40%.

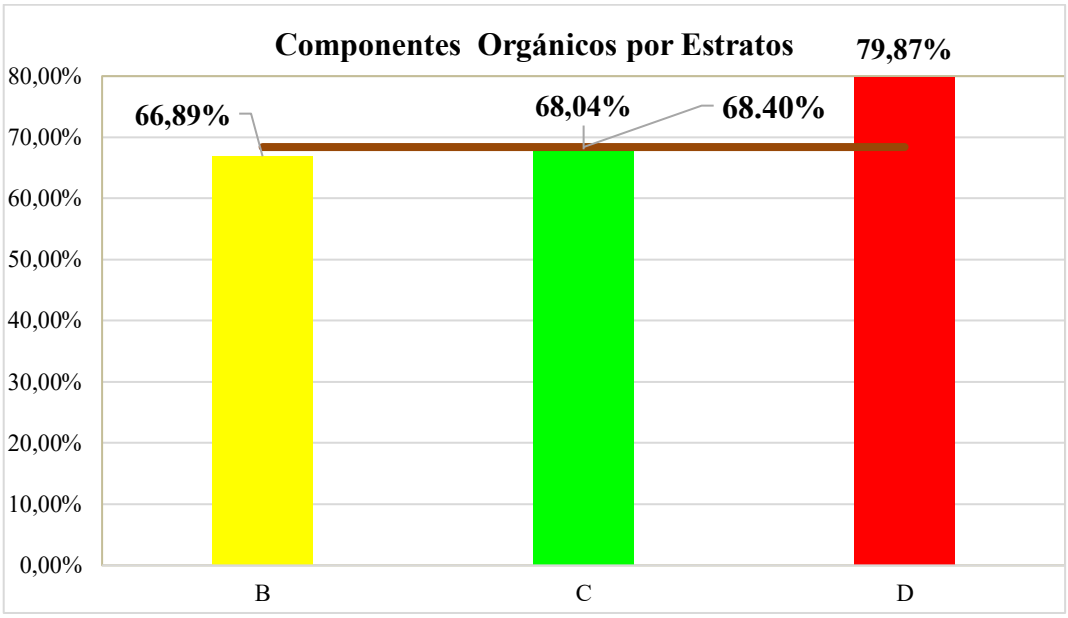


Figura 18. Orgánicos promedios de los estratos B, C y D y ponderado
Fuente: (Ogoña, 2025)

La **Figura 18**, representa los residuos orgánicos de los diferentes estratos socioeconómicos encontrados en este estudio, evidenciando una tendencia clara en la generación de este tipo de desechos según el nivel de ingresos. El estrato B, correspondiente a familias con mejores ingresos, presenta un 66.89% de residuos orgánicos, mientras que el estrato C alcanza un 68.04% y el estrato D, que representa a los sectores con menores ingresos, registra el porcentaje más alto con un 79.87%.

En el estrato B, donde los ingresos son más altos, es probable que el consumo de productos procesados y empaquetados sea mayor, lo que genera una proporción menor de residuos orgánicos y un incremento de desechos inorgánicos como plásticos, cartones y envases. Además, en este grupo social, la cultura del desperdicio puede ser más notoria, con una menor reutilización de restos orgánicos en comparación con los sectores de ingresos más bajos.

Por otro lado, el estrato D, con el porcentaje más alto de residuos orgánicos 79.87%, refleja una mayor dependencia de alimentos frescos y productos agrícolas, característicos de la dieta en sectores con menores ingresos en ciudades como Chambo, donde la actividad agropecuaria es predominante. En estos hogares, el consumo de frutas, verduras y otros productos de origen natural es más frecuente, generando una mayor cantidad de residuos biodegradables. Asimismo, la reutilización de empaques y la menor adquisición de productos industrializados pueden contribuir a que el porcentaje de desechos inorgánicos sea menor en este estrato.

El estrato C, con un 68.04%, se encuentra en un punto intermedio, lo que sugiere una combinación de patrones de consumo entre los dos grupos anteriores. Es probable que en este sector la presencia de productos procesados y empaquetados sea moderada, mientras que la dieta aún conserva una alta proporción de alimentos frescos, lo que explica que el porcentaje de residuos orgánicos sea superior al del estrato B, pero menor que el del estrato D.

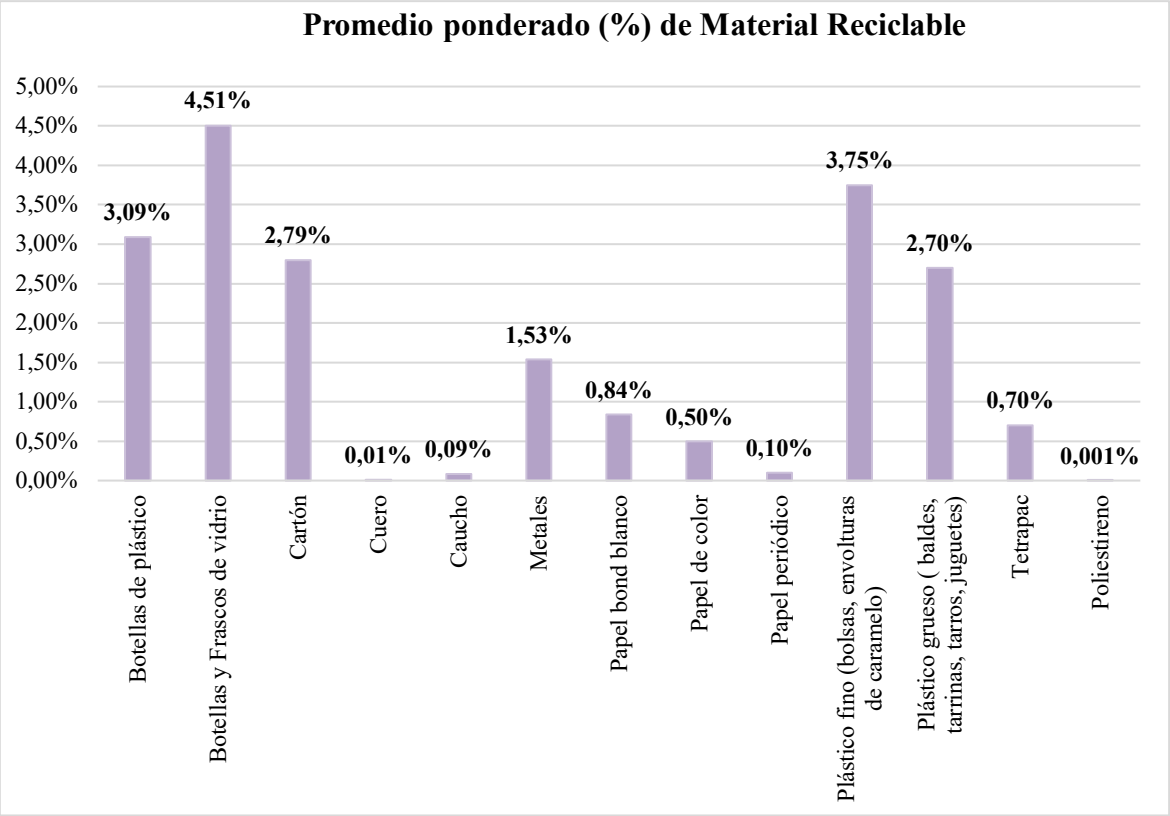


Figura 19. Residuos sólidos potencialmente reciclables
Fuente: (Ogoña, 2025)

En la **Figura 19 s**e observa que los materiales con mayor porcentaje son botellas y frascos de vidrio 4.51%, plástico fino 3.75%, botellas de plástico 3.09% y cartón 2.79%, lo que indica que estos residuos son los más comunes en los diferentes estratos. La presencia de vidrio y cartón podría sugerir un mayor consumo de productos envasados, lo que puede estar más asociado a estratos con mayor poder adquisitivo. En contraste, materiales como plástico grueso 2,70% y metales 1,53% pueden estar más relacionados con patrones de consumo en estratos de menores ingresos, donde el acceso a envases reutilizables o de mayor duración es más frecuente. La baja presencia de cuero 0.01% y poliestireno 0.001% sugiere un uso reducido de estos materiales en general. En términos de gestión de residuos, los resultados destacan la necesidad de estrategias diferenciadas para la recolección y reciclaje según el nivel socioeconómico, priorizando los materiales con mayor generación en cada estrato para mejorar la eficiencia del reciclaje y reducir el impacto ambiental.

En la actualidad, existe una mancomunidad integrada por algunas ciudades de Chimborazo y Tungurahua, de la cual forma parte el GADM- Chambo. Las autoridades de la institución han acordado la creación de una planta industrial destinada a establecer un sistema de gestión de residuos sólidos, con el objetivo de garantizar un manejo adecuado de los residuos generados por las ciudades.

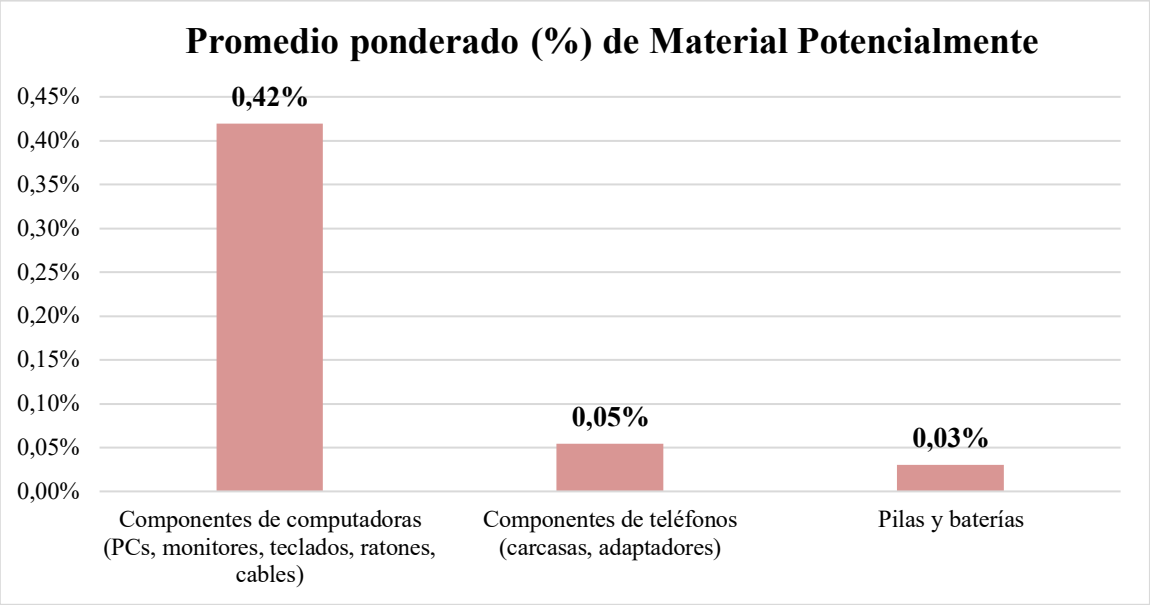


Figura 20. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro
Fuente: (Ogoña, 2025)

La **Figura 20** muestra los materiales potencialmente reciclables a futuro, evidenciando que el más alto de 0.42% es de componentes de computadoras, seguido de los componentes de teléfonos con 0.05% y pilas y baterías con 0.03%. Los dos primeros porcentajes podrían estar influenciados por la rápida obsolescencia tecnológica y el aumento del consumo de dispositivos electrónicos, especialmente en los estratos con mayores ingresos. Sin embargo, el menor porcentaje podría deberse a que este tipo de componentes ya no son utilizados con mayor frecuencia, a pesar de que los porcentajes son bajos en relación con los demás componentes, en total se tiene un valor de 0.5% que se debe tomar la suficiente importancia ya que en un futuro este tipo de desechos podría aumentar y generar problemas ambientales si no se manejan adecuadamente.

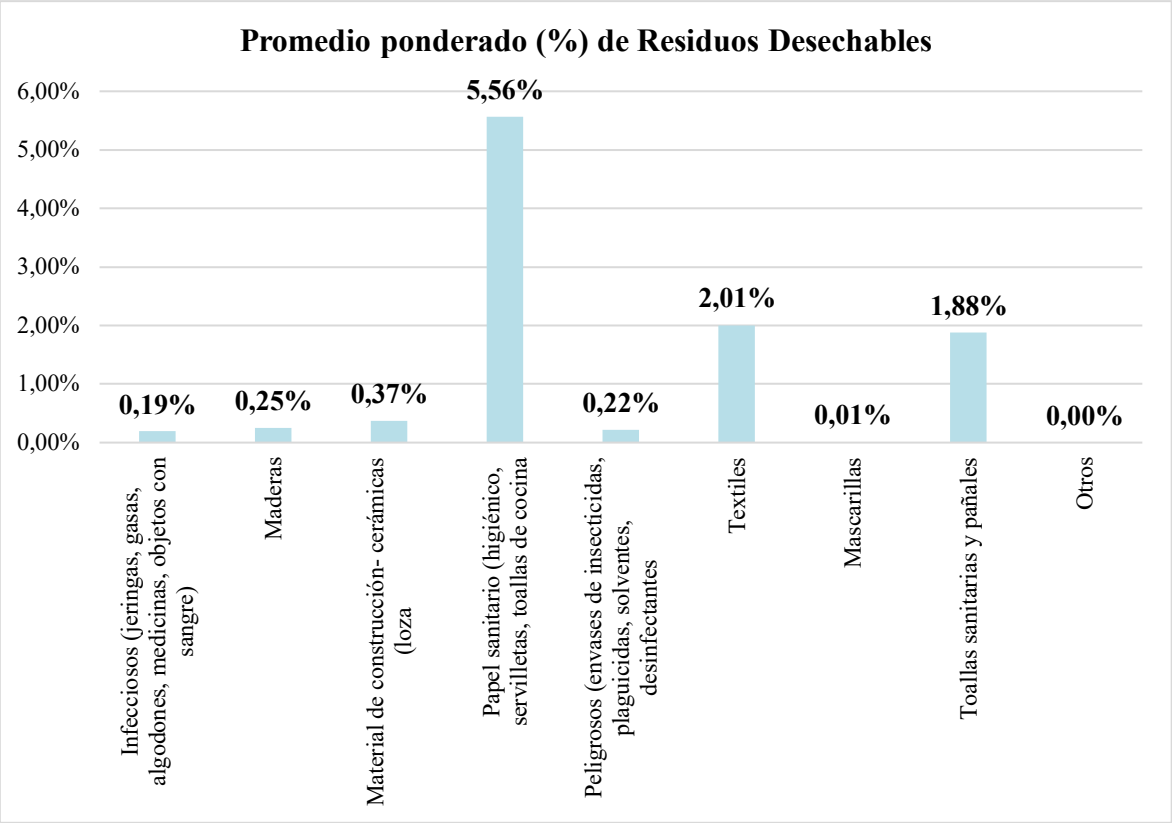


Figura 21. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro
Fuente: (Ogoña, 2025)

A continuación, en la **Figura 21** se muestran los residuos desechables, donde se puede observar los que predominan son el papel sanitario con 5.56%, seguido de textiles con 2.01% y toallas sanitarias con 1.88%. Porcentajes que reflejan hábitos de consumo diario, mostrando un alto uso de papel sanitario debido a necesidades básicas de higiene, y a la costumbre de no desecharlo por el inodoro, mientras que la presencia de textiles y toallas-pañales podría estar vinculada a la renovación de ropa y productos de higiene infantil. Los demás componentes muestran un valor reducido, sin embargo, deben ser considerados, ya que un manejo adecuado de este tipo de desechos es esencial para reducir su impacto ambiental.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Mediante la caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Chambo, se determinó que el 85.80% son manzanas de uso residencial y mixto, sumando un total de 133 manzanas divididas en tres estratos socioeconómico: estrato B con 15.04%, el estrato C con 80.45% y el estrato D con 4.51%. El estrato C se extiende a lo largo del sector urbano, cubriendo la mayor parte de los barrios de la zona.

Se observó que el sábado es el día con mayor generación de residuos, y se determinó que la producción per- cápita de residuos sólidos es de 0.42 kg/hab/día, con un coeficiente máximo de producción diaria de 2.64. Esta información es esencial para una gestión integral de residuos sólidos, ya que permite diseñar sistemas de recolección, transporte y disposición final más eficientes, especialmente en los días de mayor demanda, minimizando el riesgo de colapsos o sobrecargas.

En cuanto a la densidad suelta ponderada se determinó un valor de 200.96 kg/m^3, evidenciando que el estrato C presentó la mayor densidad de 204.06 kg/m^3 debido a la alta demanda de residuos orgánicos, mientras que el estrato B con 184.49 kg/m^3 reflejó la menor densidad vinculada al consumo de productos industrializados.

Finalmente, con la caracterización física de los desechos sólidos se determinó que los residuos orgánicos alcanzan un 68.40% del total generado, seguido por los materiales reciclables con un 20.61%. Esto significa que el 89.01% de los residuos generados son aprovechables. Los orgánicos pueden ser utilizados en procesos como el compostaje, producción de biogás y restauración del suelo; y los materiales reciclables en métodos de reutilización, creación de nuevos productos. De igual manera se obtuvo un 0.5% de materiales potencialmente reciclables a futuro y un 10.49% residuos desechables, los cuales deben gestionarse en vertederos.

5.2. RECOMENDACIONES

Para mejorar la gestión de residuos sólidos en el cantón Chambo, es fundamental priorizar la separación de residuos en la fuente. Con este objetivo, se recomienda implementar campañas publicitarias constantes y programas educativos que brinden capacitaciones periódicas a la comunidad. Estas iniciativas deben estar enfocadas en métodos adecuados para la separación de residuos y deben ser monitoreadas y evaluadas regularmente para asegurar su efectividad. Al involucrar activamente a la comunidad en la planificación y ejecución de estas campañas, se puede fomentar una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en el cantón Chambo.

De igual manera se recomienda implementar un sistema de gestión integral de residuos sólidos en el cantón Chambo, que incluya la creación de un plan de manejo de residuos, la implementación de tecnologías de tratamiento y disposición final de residuos, y la creación de un equipo técnico especializado en la gestión de residuos. Esto permitirá una gestión más eficiente y sostenible de los residuos sólidos en el cantón, y contribuirá a reducir el impacto ambiental y sanitario de los residuos.

BIBLIOGRÁFIA

Altamirano, E. (2024). *Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puerto Ayora de la provincia de Galápagos.* (Vol. 15, Issue 1) [Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12770/1/Altamirano E. %282024%29 Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puerto Ayora de la provincia de Galápagos.pdf

Amangandi, M., & Rivera, A. (2022). *Propuesta de ubicación de un Relleno Sanitario bajo mancomunidad para los cantones Penipe y Chambo*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9693

Arellano, A., Congacha, A., Espinoza, Lady, Izurieta, C., & Zuñiga, M. (2024). *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los deseco sólidos en el Ecuador*. *August*. https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.0000

Arellano, A., Gavilanes, A., & Gonzáles, C. (2013). *Técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores que 150.000 habitantes*. *July 2020*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24013.67049

Baldé, C. ., Wang, F., Kuehr, R., & Huisman, J. (2015). *THE GLOBAL E-WASTE MONITOR 2014 Quantities, flows and resources*. https://collections.unu.edu/view/UNU:5654#viewMetadata

Banco Mundial. (2018, September 20). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management

Brahme, R., Krishnan, P., & Tiwari, K. (2023). Economics of waste management. In *360-Degree Waste Management, Volume 1* (pp. 239–264). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90760-6.00002-3

DeVroom, D. (2023). *¿Qué son los residuos sólidos?* https://blog.idrenvironmental.com/what-is-solid-waste

Espín, E. R. (2018). Escuela Superior Politecnica De Chimborazo. In *Infoplc.Net*. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8370/1/20T01021.pdf

GAD Chimborazo. (2016). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Chimborazo 2023*. 1–23. https://chimborazo.gob.ec/principal/wp-content/uploads/2022/06/PDOT.pdf

GADM-Chambo. (2019a). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Chambo*.

GADM-Chambo. (2019b). *Plan Plurianual 2014-2019*. https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PLAN_PLURIANUAL_2014-2019_-parte1.pdf

Gonzáles, J., & Gavilanes, A. (2014). *Analisis Situacional de los Residuos Urbanos y Propuesta Tecnica de Optimizacion de Transporte y Rutas en la Ciudad de Chambo,Chimborazo. 12030204039*. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/785

Haseeb, J. (2020). *Características físicas de los residuos sólidos: densidad, humedad, tamaño*. https://www.aboutcivil.org/physical-characteristics-of-solid-waste

Hoyas, A. (2022). El mercado de la gestión de residuos sólidos urbanos en Ecuador. *Icex*, 1–

84. https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/096/documentos/2022/07/documentos-anexos/DOC2022910503.pdf

Ibikunle, R. A., Titiladunayo, I. F., Akinnuli, B. O., Dahunsi, S. O., & Olayanju, T. M. A. (2019). Estimation of power generation from municipal solid wastes: A case Study of Ilorin metropolis, Nigeria. *Energy Reports*, *5*, 126–135. https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2019.01.005

INEC. (2022). *Censo Ecuador*. https://censoecuador.ecudatanalytics.com/

Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0

Mejía, B. (2024). *Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Cevallos provincia de Tungurahua* [Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13137/1/Mejía M%2C Bryan F.%282024%29_Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Cevallos provincia de Tungurahua %281%29.pdf

Morán, S. (2020). *Ecuador, ahogado en basura, está lejos de cumplir las metas de los ODS al 2030 | Plan V*. https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/ecuador-ahogado-basura-esta-lejos-cumplir-metas-ods-al-2030

Niezwida, S. R., Michalus, J. C., & Gavazzo, G. B. (2023). *Revisión bibliográfica sobre los residuos sólidos urbanos*. 30–39. https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.678%0A

Rodríguez, A., & Baca, K. (2022). Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, *43*(1), 49–61. https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Caracterización Urbanística

FECHA:				MANZANA																									
				CANTIDAD DE EDIFICACIONES DE USO:											VIVIENDAS (#)				CALIDAD				SERVICIOS QUE DISPONE							
SECTOR	MZ/ NR	LADOS	# DE CASAS	RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACION	GESTION PUBLICA	PARQUES	SALUD	IGLESIAS	BALDIO	1 PISOS	2 PISOS	3 PISOS	4 O+ PISOS	FACHADAS (CALIFICAR DEL 1 AL 5)	CALZADA (MARQUE CON UNA X)			1)AGUA POTABLE 2)LUZ ELECTRICA 3)ALCANTARILLADO 4)ALUMBRADO PUBLICO 5)SEGURIDAD PRIVADA								
																			ASFALTO	PIEDRA	TIERRA	MARQUE LOS SERVICIOS OBSERVADOS								
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		1																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		2																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		3																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			
		4																				1☐	2☐	3☐	4☐	5☐			

Fuente: (Arellano et al., 2024)

Anexo 2. Criterios de categorización de una manzana

1. Categorización de un lado de una manzana		
Rango	Categoría	ESE
≥75	A	Alto
74-50	B	Medio alto
49-25	C	Medio bajo
24-0	D	Bajo
2. Categorización de una manzana		
Rango	Categoría	ESE
≥300	A	Alto
299-200	B	Medio alto
199-100	C	Medio bajo
99 ≤	D	Bajo
3. Puntuación por la cantidad de edificaciones		
Edificaciones por lado		Puntos
Mayor de 9		1
Entre 6 y 9		5
Entre 3 y 5		10
Entre 1 y 2		20
4. Puntuación por la cantidad de pisos		
Cantidad de pisos		Puntos
≥ 16		1
´11 – 15		5
´6 – 10		10
≤ 5		20
5. Puntuación de la fachada		
Calificación fachada		Puntos
5		20
4		15
3		10
2		5
1		1

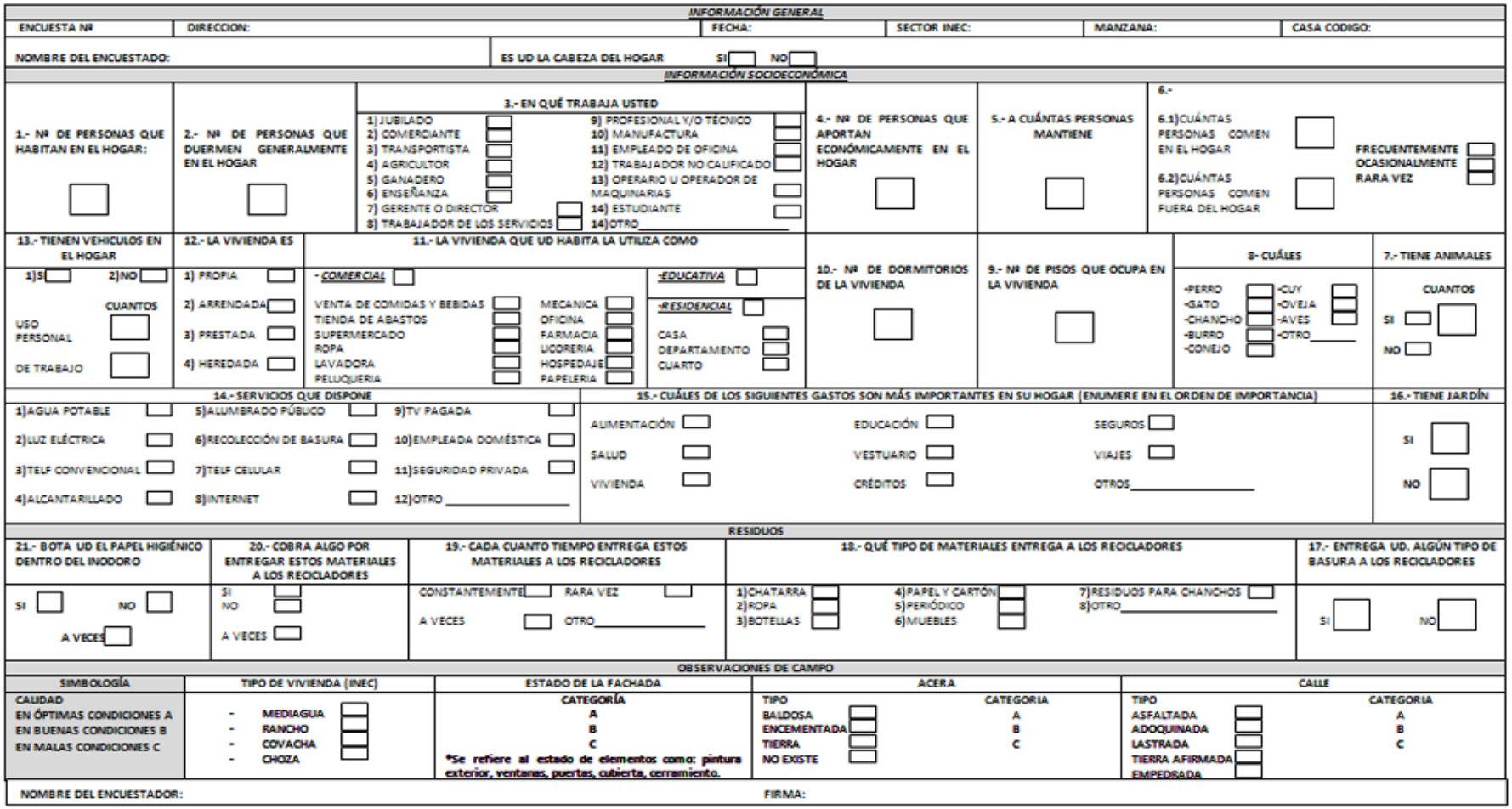
Fuente: (Arellano et al., 2024)

Anexo 3. Categorización socioeconómica de una vivienda

Rango	Categoría	Estrato socio económico
100-81	A	Alto
80-61	B	Medio Alto
60-31	C	Medio Bajo
24-0	D	Bajo

Fuente: (Arellano et al., 2024)

Anexo 4. Categorización socioeconómica de una vivienda



INFORMACIÓN GENERAL

ENCUESTA Nº | DIRECCION: | FECHA: | SECTOR INEC: | MANZANA: | CASA CODIGO:

NOMBRE DEL ENCUESTADO: | ES UD LA CABEZA DEL HOGAR SI ☐ NO ☐

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

1.- Nº DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR: ☐

2.- Nº DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR ☐

3.- EN QUÉ TRABAJA USTED

1) JUBILADO ☐ | 2) COMERCIANTE ☐ | 3) TRANSPORTISTA ☐ | 4) AGRICULTOR ☐ | 5) GANADERO ☐ | 6) ENSEÑANZA ☐ | 7) GERENTE O DIRECTOR ☐ | 8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS ☐
9) PROFESIONAL Y/O TÉCNICO ☐ | 10) MANUFACTURA ☐ | 11) EMPLEADO DE OFICINA ☐ | 12) TRABAJADOR NO CALIFICADO ☐ | 13) OPERARIO U OPERADOR DE MAQUINARIAS ☐ | 14) ESTUDIANTE ☐ | 14)OTRO_____

4.- Nº DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR ☐

5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE ☐

6.-
6.1)CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR ☐
6.2)CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR ☐
FRECUENTEMENTE ☐ | OCASIONALMENTE ☐ | RARA VEZ ☐

13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR
1)S ☐ 2)NO ☐
CUANTOS
USO PERSONAL ☐
DE TRABAJO ☐

12.- LA VIVIENDA ES
1) PROPIA ☐ | 2) ARRENDADA ☐ | 3) PRESTADA ☐ | 4) HEREDADA ☐

11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO
-COMERCIAL ☐
VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS ☐ | TIENDA DE ABASTOS ☐ | SUPERMERCADO ☐ | ROPA ☐ | LAVADORA ☐ | PELUQUERIA ☐
MECANICA ☐ | OFICINA ☐ | FARMACIA ☐ | LICORERIA ☐ | HOSPEDAJE ☐ | PAPELERIA ☐
-EDUCATIVA ☐
-RESIDENCIAL ☐
CASA ☐ | DEPARTAMENTO ☐ | CUARTO ☐

10.- Nº DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA ☐

9.- Nº DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA ☐

8- CUÁLES
-PERRO ☐ | -GATO ☐ | -CHANCHO ☐ | -BURRO ☐ | -CONEJO ☐
-CUY ☐ | -OVEJA ☐ | -AVES ☐ | -OTRO_____

7.- TIENE ANIMALES
CUANTOS
SI ☐ | NO ☐

14.- SERVICIOS QUE DISPONE
1)AGUA POTABLE ☐ | 2)LUZ ELÉCTRICA ☐ | 3)TELF CONVENCIONAL ☐ | 4)ALCANTARILLADO ☐
5)ALUMBRADO PÚBLICO ☐ | 6)RECOLECCIÓN DE BASURA ☐ | 7)TELF CELULAR ☐ | 8)INTERNET ☐
9)TV PAGADA ☐ | 10)EMPLEADA DOMÉSTICA ☐ | 11)SEGURIDAD PRIVADA ☐ | 12)OTRO _____

15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MÁS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA)
ALIMENTACIÓN ☐ | SALUD ☐ | VIVIENDA ☐
EDUCACIÓN ☐ | VESTUARIO ☐ | CRÉDITOS ☐
SEGUROS ☐ | VIAJES ☐ | OTROS_____

16.- TIENE JARDÍN
SI ☐ | NO ☐

RESIDUOS

21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIÉNICO DENTRO DEL INODORO
SI ☐ | NO ☐ | A VECES ☐

20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES
SI ☐ | NO ☐ | A VECES ☐

19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES
CONSTANTEMENTE ☐ | RARA VEZ ☐ | A VECES ☐ | OTRO_____

18.- QUÉ TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECICLADORES
1)CHATARRA ☐ | 2)ROPA ☐ | 3)BOTELLAS ☐
4)PAPEL Y CARTÓN ☐ | 5)PERIÓDICO ☐ | 6)MUEBLES ☐
7)RESIDUOS PARA CHANCHOS ☐ | 8)OTRO_____

17.- ENTREGA UD. ALGÚN TIPO DE BASURA A LOS RECICLADORES
SI ☐ | NO ☐

OBSERVACIONES DE CAMPO

SIMBOLOGÍA
CALIDAD
EN ÓPTIMAS CONDICIONES A
EN BUENAS CONDICIONES B
EN MALAS CONDICIONES C

TIPO DE VIVIENDA (INEC)
- MEDIAGUA ☐
- RANCHO ☐
- COVACHA ☐
- CHOZA ☐

ESTADO DE LA FACHADA
CATEGORÍA
A
B
C
*Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramiento.

ACERA

TIPO	CATEGORIA
BALDOSA ☐	A
ENCEMENTADA ☐	B
TIERRA ☐	C
NO EXISTE ☐	

CALLE

TIPO	CATEGORIA
ASFALTADA ☐	A
ADOQUINADA ☐	B
LASTRADA ☐	C
TIERRA AFIRMADA ☐	
EMPEDRADA ☐	

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: | FIRMA:

Fuente: (Arellano et al., 2024)

Anexo 5. Categorización socioeconómica de una vivienda

Fecha:	Peso X (gramos) de la funda antes de separar los componentes			
	ESE-A	ESE-B	ESE-C	ESE-D
Componentes (gramos)				
Botellas de plástico				
Botellas y Frascos de vidrio				
Cartón				
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)				
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)				
Cuero y Caucho				
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)				
Maderas				
Material de construcción- cerámicas (loza)				
Metales				
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)				
Papel Bond blanco				
Papel de color				
Papel periódico				
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)				
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)				
Pilas y baterías				
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)				

Fuente: (Arellano et al., 2024)

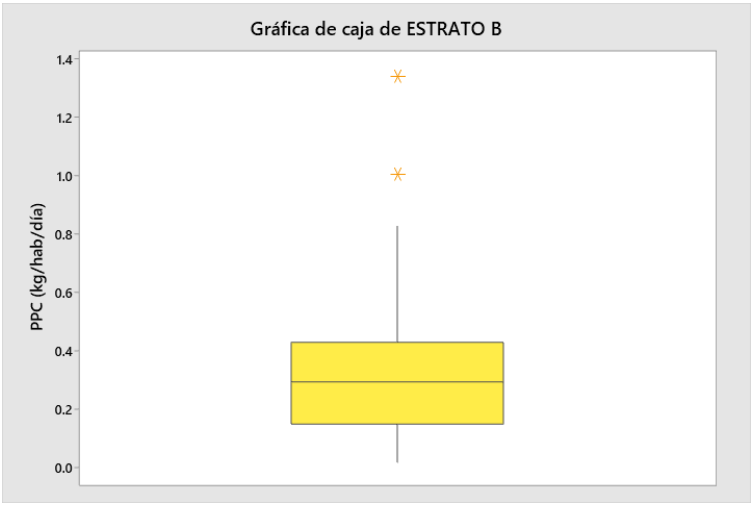
Anexo 6: Resultados de las fichas socioeconómicas

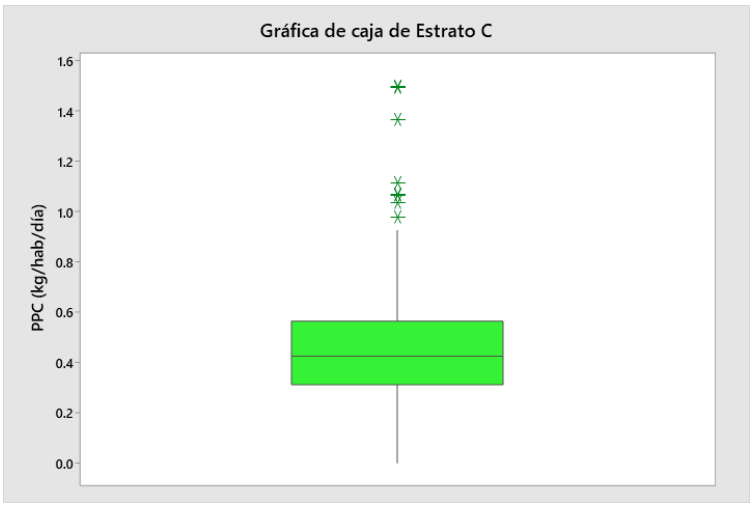
ITEM	CÓDIGO	TOTAL HABITANTES	APELLIDO Y NOMBRE DEL ENCUESTADO	PUNTAJE	CATEGORÍA
01	B-01	3	Ramón Barreno	59	B
02	B-02	5	Asqui Mariela	65	B
03	B-03	3	Dávila Susana	65	B
04	B-04	2	Guevara Luis	72	B
05	B-05	3	Escobar Mariela	55	B
06	B-06	2	Fierro Julio	60	B
07	B-07	5	Herrera Octavio	55	B
08	B-08	2	Garcés Martha	66	B
09	B-09	5	Lema Francisco	65	B
10	B-10	9	Olmedo José	60	B
11	B-11	4	Parra Libia	56	B
12	B-12	6	Sigcho Inés	60	B
13	C-01	4	Núñez Miriam	25	C
14	C-02	3	Olmedo Martha	45	C
15	C-03	4	Paredes Luis	41	C
16	C-04	4	Murillo Marco	41	C
17	C-05	5	Naranjo Jhon	45	C
18	C-06	3	López Jaqueline	35	C
19	C-07	3	Marianela Arocha	39	C
20	C-08	2	Moncayo Fanny	44	C
21	C-09	2	León Miguel	39	C
22	C-10	2	Naranjo Laura	35	C
23	C-11	5	Paguay María	35	C
24	C-12	1	Santa Andrade	48	C
25	C-13	3	Elizabeth Sozoranga	28	C
26	C-14	7	Paredes Ana	45	C
27	C-15	3	Vinicio Cuenca	35	C
28	C-16	3	Patricia Gonzales	40	C
29	C-17	4	Digna Castillo	30	C
30	C-18	2	Gabriela Lara	40	C
31	C-19	4	Samaniego Celso	40	C
32	C-20	4	Quevedo Luz	25	C
33	C-21	5	María Gahona	45	C
34	C-22	3	Luis Ortiz	35	C
35	C-23	3	Amanda Santillán	45	C
36	C-24	3	Milton Martínez	45	C
37	C-25	4	Maira Ordoñez	30	C
38	C-26	5	Mirian Contento	25	C
39	C-27	4	Silvia Tapia	30	C
40	C-28	3	Ramon Jorge	45	C
41	C-29	4	Karla Zúñiga	30	C

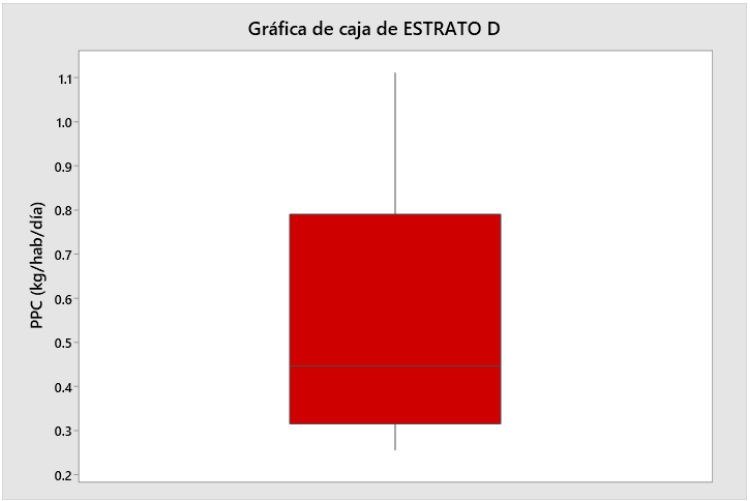
42	C-30	2	Diana Abad	40	C
43	C-31	5	Wilson Ortíz	36	C
44	C-32	4	Enith Ortíz	41	C
45	C-33	4	Uchuari María	35	C
46	C-34	7	Remache Alicia	41	C
47	C-35	6	Melania Ortiz	25	C
48	C-36	3	Rocha Héctor	36	C
49	C-37	6	Rivera Vicente	45	C
50	C-38	5	Quishpi María	25	C
51	C-39	6	Vallejo Ángel	25	C
52	C-40	5	Tubón María	26	C
53	C-41	4	Villa Marcia	30	C
54	C-42	3	Azogue Rosa	36	C
55	C-43	4	Bermeo Luis	30	C
56	C-44	4	Zavala Edison	45	C
57	C-45	5	Aguirre Hernán	25	C
58	C-46	5	Valverde Carmen	35	C
59	C-47	3	Diaz Andrés	35	C
60	C-48	4	Enríquez José	45	C
61	C-49	5	Gómez Gabriela	35	C
62	C-50	4	Samaniego Paola	30	C
63	C-51	4	Remache Alicia	46	C
64	C-52	3	Puga Ana	35	C
65	C-53	3	Naranjo Jhon	36	C
66	C-54	4	Buñay María	45	C
67	C-55	4	Pilco Francisco	31	C
68	C-56	1	Sánchez Luis	45	C
69	C-57	7	Buñay Miguel	25	C
70	C-58	2	Echeverría Jorge	40	C
71	C-59	3	Guilcapi Franklin	35	C
72	C-60	4	Poma Iván	30	C
73	C-61	4	Guamán Héctor	45	C
74	C-62	4	Álvarez Lucila	30	C
75	C-63	5	Valverde Carmen	40	C
76	C-64	4	Buri Lorena	25	C
77	C-65	3	Rea Aníbal	34	C
78	D-01	7	Galo Arciniega	17	D
79	D-02	4	Edison Caiza	21	D
80	D-03	5	Juan Condoy	17	D
81	D-04	4	Joan Díaz	22	D

Fuente: (Ogoña, 2025)

Anexo 7: Diagrama de Cajas y bigotes de la PPC con valores atípicos







Fuente: (Ogoña, 2025)

Anexo 8. Registros fotográficos en campo

Fotografía 1: Caracterización Urbanística

Fotografía 2: Caracterización Socioeconómica

Fotografía 3: Codificación de las viviendas

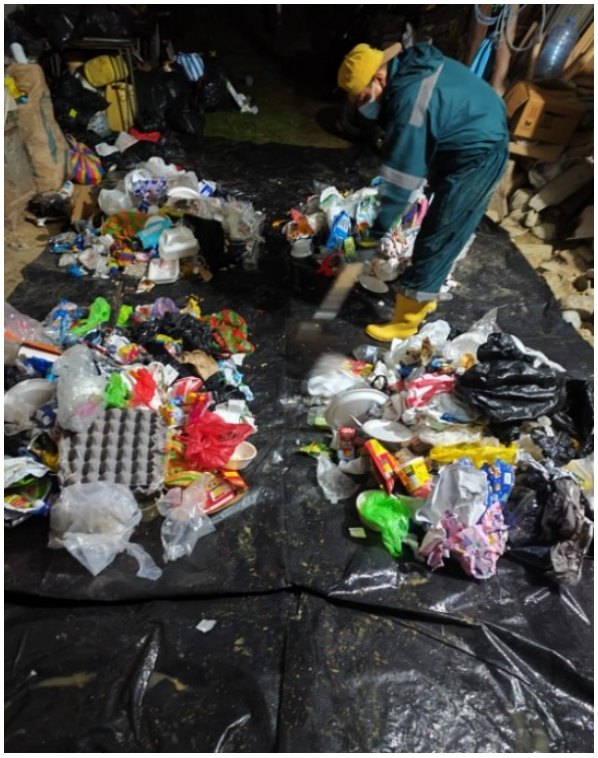
Fotografía 4: Enceramiento y entrega de fundas

Fotografía 5: Recolección de muestras.

Fotografía 6: Traslado de muestras al lugar.

Fotografía 7: Pesaje de las muestras para la PPC.

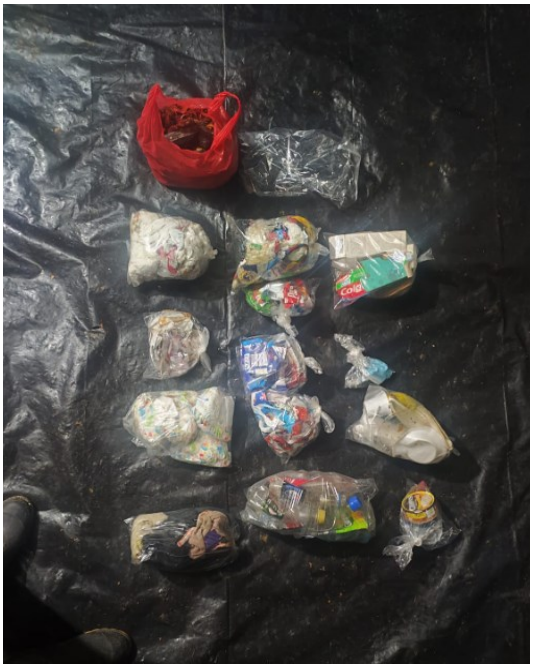
Fotografía 8: Homogenización de RSU.



Fotografía 9: Cuarteo de cada estrato.

Fotografía 10: Eliminación de vacíos.

Fotografía 11: Pesaje del balde de 23 litros más residuos.



Fotografía 12: Clasificación de componentes.

Fuente: (Ogoña, 2025)