



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de la variación de características de los residuos sólidos urbanos de Baños de Agua Santa en la última década”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Cepeda Morales, Angie Daniela

Costales Calderón, Rubén Wladimir

Tutor:

MgSc. Alfonso Arellano Barriga

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, **Angie Daniela Cepeda Morales**, con cédula de ciudadanía 1850306299 y **Rubén Wladimir Costales Calderón**, con cédula de ciudadanía 0605056787, autores del trabajo de investigación titulado: “**Análisis de la variación de características de los residuos sólidos urbanos de Baños de Agua Santa en la última década**”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

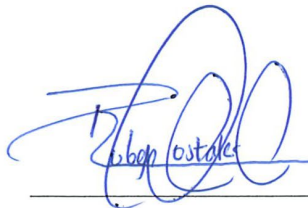
Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos.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

En Riobamba, 14 de mayo de 2026.



Angie Daniela Cepeda Morales

C.I: 1850306299



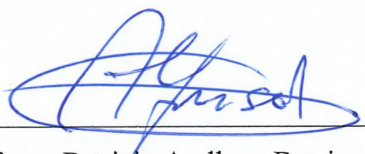
Rubén Wladimir Costales Calderón

C.I: 0605056787

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: **“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE BAÑOS DE AGUA SANTA EN LA ÚLTIMA DÉCADA”**, bajo la autoría de **Angie Daniela Cepeda Morales y Rubén Wladimir Costales Calderón**; 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 14 días del mes de mayo de 2026



Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga, Mgs

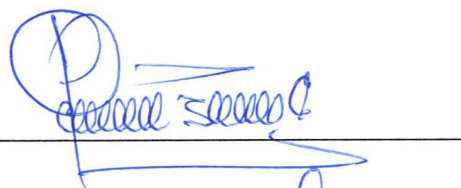
C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE BAÑOS DE AGUA SANTA EN LA ÚLTIMA DÉCADA”, presentado por Angie Daniela Cepeda Morales, con cédula de identidad número 1850306299 y Rubén Wladimir Costales Calderón, con cédula de identidad número 0605056787, 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 14 de mayo de 2026.

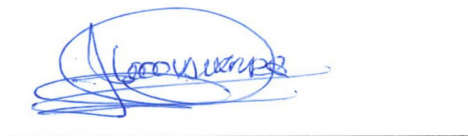
Ing. Marco Javier Palacios Carvajal, Mgs
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



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



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





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CEPEDA MORALES ANGIE DANIELA** con CC: **1850306299** y **COSTALES CALDERÓN RUBÉN WLADIMIR** con CC: **0605056787**, estudiantes de la Carrera **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE BAÑOS DE AGUA SANTA EN LA ÚLTIMA DÉCADA", cumple con el 7%, 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, 5 de mayo de 2026

Mgs. Alfonso Arellano
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con todo mi amor a mi madre, Magdalena Morales, quien ha sido el pilar fundamental en mi vida. Por apoyarme en cada paso, por sus sacrificios incansables y por creer en este sueño incluso antes que yo. Sin usted, nada de esto sería posible.

A mi hermana Anahí, por ser mi motivación constante y mi apoyo incondicional en todo momento.

A mis abuelitos, Mamita Isabel y Papito Manuel, por ser guías indispensables en mi vida. Con cada uno de sus consejos me enseñaban que rendirme no era una opción.

A mis fieles amigos de cuatro patas, mis pequeños compañeros de desvelos y alegrías que con su amor sincero me cubren en los momentos más difíciles y en cada mala noche, tanto a los que me acompañan hoy como a los que cuidan mis pasos desde el cielo.

No existen palabras suficientes para agradecerles tanto sacrificio. Gracias por ser mi refugio y mi fuerza, este logro es el testimonio de un amor que no conoce límites y mi forma de decirles que, sin ustedes, no soy nada. Los amo con todo mi ser. Este sueño no es solo mío, es un triunfo de los cinco.

Angie Daniela Cepeda Morales

AGRADECIMIENTO

Al culminar este importante capítulo de mi vida, quiero expresar mi más profunda gratitud a quienes han sido parte fundamental de este camino.

En primer lugar, doy gracias a Dios y a la Virgen de Baños de Agua Santa por escuchar cada una de mis oraciones, darme fuerzas en los momentos de cansancio y guiar mi camino cuando todo parecía oscuro.

A mi familia, el pilar más sólido de mi existencia. A mi madre, Magdalena Morales, gracias por sacarme adelante con amor y sacrificio, por su infinita paciencia cuando quería rendirme y regresar a casa, por luchar incansablemente por mi felicidad y por ser mi refugio y mi mayor motivación. Sin usted, nada de esto sería posible.

A mis abuelitos, Mamita Isabel y Papito Manuel, gracias por ser como segundos padres, por sus sabios consejos y por enseñarme que la perseverancia siempre triunfa.

A mi hermana Anahí, gracias por tu apoyo incondicional, tu alegría contagiosa y tu motivación constante. Has sido mi animadora y una fuente inagotable de amor y energía positiva que me ayudó a superar cada obstáculo.

A mis fieles amigos de cuatro patas Ohhany, Sonyi, Manchas y Fiore, y mis hermosos gatunos. Gracias por su amor puro y sincero, por acompañarme en las noches largas de estudio, consolarme en los momentos difíciles y llenar de ternura y luz mis jornadas más duras. Tanto a los que están conmigo como a los que me cuidan desde el cielo.

De manera especial, agradezco al Ing. Alfonso Arellano, mi tutor de tesis, por su orientación, sus consejos precisos, su paciencia y su exigencia profesional que elevaron la calidad de este trabajo.

Asimismo, agradezco a Rubén, mi novio, por apoyarme incondicionalmente en todo. Gracias por ser mi compañero de tesis, por formar conmigo un equipo sólido, por tu ayuda, tu paciencia infinita, tu motivación constante y tu cariño. Gracias por convertir esta ciudad ajena en un segundo hogar, por cada trabajo compartido y por cada risa que alivió el corazón.

A mi gran amigo Leonardo, por nunca dudar en tenderme la mano cuando no entendía alguna parte del trabajo. Tus consejos universitarios, tu claridad y tu disposición fueron de gran valor en este proceso.

Mi sincero agradecimiento a todas las personas que generosamente colaboraron en la toma de datos de esta investigación. Sin su valiosa ayuda, este trabajo no habría sido posible.

A todos mis amigos y seres queridos que estuvieron presentes de una u otra forma, gracias por su comprensión y aliento.

Este logro no es solo mío, es el resultado del amor, la paciencia, el sacrificio y la sabiduría de todos ustedes. Con el corazón lleno de gratitud, dedico este triunfo a mi familia, a mis mascotas y a todas las personas que caminaron a mi lado.

Angie Daniela Cepeda Morales

DEDICATORIA

A mi querida familia, fundamento y sentido de todo lo que soy y de cuanto he logrado. Dedico esta tesis con el más profundo amor y gratitud a mis padres. Ustedes han sido el pilar inquebrantable sobre el cual se ha construido mi camino. Su amor incondicional ha sido mi refugio en los momentos de tormenta, su apoyo constante ha sido la fuerza que me levantó cuando el cansancio amenazaba con vencerme, y su paciencia infinita ha sido el regalo más valioso que he recibido. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba, por sacrificar tanto sin pedir nada a cambio y por enseñarme con el ejemplo el verdadero significado del esfuerzo, la responsabilidad y el amor familiar.

Así mismo, dedico esta obra a mis abuelitos quienes, aunque ya no están físicamente conmigo, viven eternamente en mi memoria y en mi corazón. Su sabiduría profunda, transmitida a través de palabras sencillas pero llenas de vida, ha sido guía en mi caminar. Su amor puro y desinteresado me envolvió desde la infancia, creando recuerdos que hoy conservo como el mayor tesoro. Su paciencia al escucharme, al corregirme con ternura y al acompañarme en silencio, así como su apoyo incondicional, moldearon mi carácter y fortalecieron mi espíritu.

Esta tesis también les pertenece. Es un pequeño tributo a su memoria y una forma de agradecerles por haber sido faros de luz, ejemplo de valores y fuente inagotable de cariño. Sé que desde donde se encuentren, contemplan este logro con el mismo orgullo y amor con el que siempre me miraron.

Finalmente, a mi querido perrito, fiel amigo y compañero. Gracias por tu lealtad incondicional y por alegrar mis días de estudiante. Aunque ya no estes conmigo, tu recuerdo vivirá siempre en mi corazón.

A toda mi familia, esta tesis es para ustedes.

Con eterno amor y gratitud,

Rubén Wladimir Costales Calderón

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida académica, deseo expresar mi más sincera y profunda gratitud a quienes han hecho posible este logro.

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios por sus infinitas bendiciones, por guiar mis pasos con sabiduría y por darme la fuerza necesaria en los momentos de mayor dificultad. A la Virgen Dolorosa, Madre compasiva, gracias por tu tierna mirada maternal, tu consuelo en las horas difíciles y por interceder en cada etapa de este camino.

A mis padres. Gracias por su amor incondicional que nunca ha faltado, por su apoyo constante durante todo este exigente proceso y por su paciencia extraordinaria ante mis momentos de estrés y desánimo. Han sido mi mayor motivación y mi refugio seguro. Sus sacrificios silenciosos, sus palabras de aliento en las madrugadas de estudio y su fe inquebrantable en mis capacidades han sido el motor que me impulsó a no rendirme. Sin su entrega y su ejemplo, este éxito no sería posible.

De manera muy especial, quiero agradecer a mis abuelitos y abuelitas. A mis abuelitos, que ya han partido de este mundo, gracias por continuar acompañándome con su legado y su cariño desde el cielo. Aunque ya no puedo compartir este momento en persona, siento su orgullo y su bendición en cada página de este trabajo. A mis abuelitas, gracias por su presencia amorosa y su apoyo constante. A todos ellos les debo la sabiduría que tanto me enriqueció, el amor generoso que me brindaron sin medida y la ternura con la que me guiaron durante mi infancia y juventud. Sus consejos, abrazos y ejemplo dejaron una huella imborrable en mi vida.

A mi compañera de vida Angie, gracias por tu eterna paciencia, tu comprensión inagotable y por permanecer a mi lado en los momentos más difíciles de este proceso. Tu amor y apoyo han sido mi fortaleza cuando más lo necesité.

A toda mi familia, gracias por haber sido el cimiento sólido sobre el cual he podido crecer y alcanzar esta meta. Su amor, apoyo, paciencia y sabiduría han sido el verdadero regalo que me ha permitido llegar hasta aquí.

Finalmente, deseo expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, por su valiosa guía, por su paciencia inagotable ante mis dudas y revisiones, y por su compromiso constante con la calidad de este trabajo. Su dedicación, consejos oportunos y exigencia académica contribuyeron de manera significativa a la culminación de esta tesis.

Este logro no es solo mío, es nuestro.

Con inmensa gratitud y cariño,

Rubén Wladimir Costales Calderón

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL
CERTIFICADO ANTIPLAGIO
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
ÍNDICE GENERAL
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE FIGURAS
RESUMEN
ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Planteamiento del problema.....	19
1.3 Justificación	20
1.4 Objetivos	21
1.4.1 General	21
1.4.2 Específicos.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Definiciones	22
2.2 Estado del arte	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	26
3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Métodos y técnicas de recolección de datos	27
3.3 Población de estudio y tamaño de la muestra	27
3.3.1 Población de estudio	27
3.3.2 Tamaño de la muestra	27
3.4 Procesamiento y análisis de datos	28
3.4.1 Caracterización urbanística	28
3.4.2 Caracterización socio económica	28
3.4.3 Producción Per Cápita de los RSU	29
3.4.4 Análisis estadístico para la Producción Per Cápita.....	29
3.4.5 Densidad suelta de los RSU	30
3.4.6 Componentes de los RSU.....	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

4.1	Caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa	32
4.2	Caracterización socio económica del cantón Baños de Agua Santa	37
4.3	Producción Per Cápita de RSU del cantón Baños de Agua Santa	40
4.3.1	PPC de los RSU considerando valores atípicos	40
4.3.2	PPC de los RSU sin considerar valores atípicos	43
4.3.3	Análisis de varianza ANOVA en la PPC de los RSU.....	49
4.3.4	Prueba de Tukey en la PPC de los RSU.....	50
4.3.5	Análisis comparativo de la PPC de Baños de Agua Santa.....	51
4.4	Densidad suelta de los RSU del cantón Baños de Agua Santa	54
4.5	Composición física de RSU en el cantón Baños de Agua Santa.....	56
4.5.1	Análisis comparativo de la composición física de Baños de Agua Santa....	66
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....		68
5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones	69
BIBLIOGRAFÍA		70
ANEXOS.....		72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa.....	32
Tabla 2. Cantidad de muestras por cada estrato socio económico	37
Tabla 3. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato A	40
Tabla 4. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato B	40
Tabla 5. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato C	42
Tabla 6. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato D	43
Tabla 7. Producción per cápita con valores atípicos del estrato A	44
Tabla 8. Producción per cápita con valores atípicos del estrato B	44
Tabla 9. Producción per cápita con valores atípicos del estrato C	46
Tabla 10. Producción per cápita con valores atípicos del estrato D	47
Tabla 11. Análisis ANOVA de la PPC	50
Tabla 12. Prueba de Tukey de la PPC.....	50
Tabla 13. Tasa de crecimiento anual de la PPC de Baños de Agua Santa y Chambo	54
Tabla 14. Densidad suelta diaria y ponderada.....	54
Tabla 15. Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato A	57
Tabla 16. Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato B	58
Tabla 17. Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato C	59
Tabla 18. Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato D	60
Tabla 19. Resumen de los componentes físicos y su ponderación	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de Baños de Agua Santa	16
Figura 2. Estratos socio económicos en poblados aledaños a Baños de Agua Santa	25
Figura 3. Variación de la PPC y Densidades en poblados medianos del Ecuador	25
Figura 4. Esquema Metodológico de la Investigación.....	26
Figura 5. Porcentaje de manzanas por ESE.....	32
Figura 6. Caracterización urbanística de la cabecera cantonal de Baños de Agua Santa	34
Figura 7. Comparación de manzanas por estrato en BAS (2015-2025).....	35
Figura 8. Caracterización urbanística de BAS (2025) con cantones aledaños.....	36
Figura 9. Habitantes por vivienda promedio por ESE	38
Figura 10. Comparación del promedio de habitantes por estrato en BAS (2015-2025).....	39
Figura 11. PPC promedio (kg/hab*día) de todas las viviendas.....	47
Figura 12. PPC (kg/hab*día) de Baños de Agua Santa por ESE.....	48
Figura 13. Gráfica de intervalos de la PPC	50
Figura 14. Comparación de la PPC (kg/hab*día) con poblados medianos del Ecuador.....	52
Figura 15. Comparación de la PPC (kg/hab*día) con otros autores.....	53
Figura 16. Densidad suelta (kg/m ³) por ESE.....	54
Figura 17. Comparación de la densidad (kg/m ³) con poblados medianos del Ecuador	55
Figura 18. Componente Orgánico por estratos (%).....	62
Figura 19. Componentes potencialmente reciclables (%).....	63
Figura 20. Componentes potencialmente reciclables a futuro (%).....	64
Figura 21. Componentes no reciclables (%)	65
Figura 22. Comparación de la composición física (%) con el GADM BAS	66
Figura 23. Comparación de la composición física (%) en BAS (2015-2025).....	67

RESUMEN

El presente proyecto de investigación analizó la variación en las características de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en las viviendas del cantón Baños de Agua Santa, de la provincia de Tungurahua, a lo largo de diez años (2015-2025). Para ello se aplicó una metodología descriptiva-cuantitativa basada en el libro de Arellano et al. [1], mediante la cual se realizó el muestreo de 103 viviendas durante siete días consecutivos.

Se identificó que el cantón está conformado por cuatro estratos socio económicos, los cuales se cuantifican según el porcentaje de manzanas residenciales que abarca la zona urbana. Siendo así el estrato A con 7,98 %; el estrato B con 56,44 %; el estrato C con 29,45 %; y el estrato D con 6,13 %. Así mismo, se determinó que el tamaño promedio de los hogares es 3,65 habitantes por vivienda, la producción per cápita (PPC) calculada es de 0,59 kg/hab*día, y la densidad suelta es de 259,73 kg/m³.

Al comparar estos resultados con los obtenidos hace una década por Pérez [2], se observó una tasa de crecimiento anual de 0,009 kg/hab*día en la PPC y de 5,81 kg/m³ en la densidad suelta. Por otro lado, la composición de los residuos se mantuvo relativamente estable a lo largo de diez años, muestran que los residuos orgánicos constituyen la mayor parte con un 55,28 %. Por otro lado, los materiales reciclables representan el 25,20 %, mientras que los residuos con potencial de reciclaje a futuro alcanzan un 3,57 %, y en cuanto a los desechos no reciclables corresponden el 15,96 % restante.

Se muestra la necesidad de optimizar la recolección con vehículos de mayor capacidad y diseñando rutas más eficientes. También se deben desarrollar prácticas como la separación en la fuente, el compostaje y la recolección diferenciada, para reducir la cantidad de residuos generados. Se recomienda analizar constantemente la PPC y la densidad, debido a su crecimiento en los últimos 10 años. Este estudio ofrece información útil para planificar la gestión integral de residuos, calcular indicadores y predecir el comportamiento a futuro. La información sirve como una guía para otros cantones con características socio económicas similares a Baños de Agua Santa.

Palabras Clave: Baños de Agua Santa, residuos sólidos urbanos, producción per cápita, densidad suelta, composición física

ABSTRACT

This research project analyzed variations in the characteristics of municipal solid waste (MSW) generated in households in the Baños de Agua Santa canton, Tungurahua province, over a ten-year period (2015–2025). To this end, a descriptive-quantitative methodology based on the book by Arellano et al. [1] was applied, through which sampling of 103 households was conducted over seven consecutive days. It was found that the canton is composed of four socioeconomic strata, which are quantified based on the percentage of residential blocks within the urban area. Thus, stratum A accounts for 7.98%; stratum B for 56.44%; stratum C for 29.45%; and stratum D at 6.13%. Likewise, it was determined that the average household size is 3.65 inhabitants per dwelling, the calculated per capita production (PPC) is 0.59 kg/inhabitant*day, and the bulk density is 259.73 kg/m³. When comparing these results with those obtained a decade ago by Pérez [2], an annual growth rate of 0.009 kg/capita*day was observed for PPC and 5.81 kg/m³ for bulk density. On the other hand, the composition of the waste remained relatively stable over the course of ten years, showing that organic waste constitutes the largest portion at 55.28%. On the other hand, recyclable materials account for 25.20%, while waste with future recycling potential reaches 3.57%, and non-recyclable waste accounts for the remaining 15.96%. There is a need to optimize collection using higher-capacity vehicles and designing more efficient routes. Practices such as source separation composting, and separate collection should also be developed to reduce the amount of waste generated. It is recommended to constantly analyze the PPC and density, due to their growth over the last 10 years. This study provides useful information for planning comprehensive waste management, calculating indicators, and predicting future trends. The information serves as a guide for other cantons with socioeconomic characteristics similar to those of Baños de Agua Santa.

Keywords: Baños de Agua Santa, municipal solid waste, per capita production, loose density, physical composition



Reviewed by:
Marco Antonio Aquino
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1753456134

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cantón Baños de Agua Santa, de la provincia de Tungurahua, se ubica en la vertiente oriental andina, en el valle del río Pastaza. Su localización estratégica y su entorno natural situado a los pies del volcán Tungurahua, le confieren una marcada vocación turística de relevancia nacional e internacional. Dicho lugar posee un área urbana que se organiza en torno a la cabecera cantonal y sus barrios adyacentes, que comprenden 386,32 hectáreas según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2023-2027 [3].

De modo que, sus límites territoriales se establecen al norte con la provincia de Napo (cantón Tena, parroquia Talag), al sur con la provincia de Chimborazo (cantón Penipe, parroquia Puela) y la provincia de Morona Santiago (cantón Palora, parroquia Cumandá), al este con la provincia de Pastaza (cantón Mera, parroquia Mera), y al oeste con el resto de cantones que conforman la provincia de Tungurahua (cantón Patate, parroquias El Triunfo y Sucre; cantón Pelileo, parroquias Huambaló y Cotaló), configurando un territorio de 1.069 km² totales que integra áreas urbanas compactas con extensas zonas rurales y protegidas, como partes de los parques nacionales Llanganates y Sangay [3].

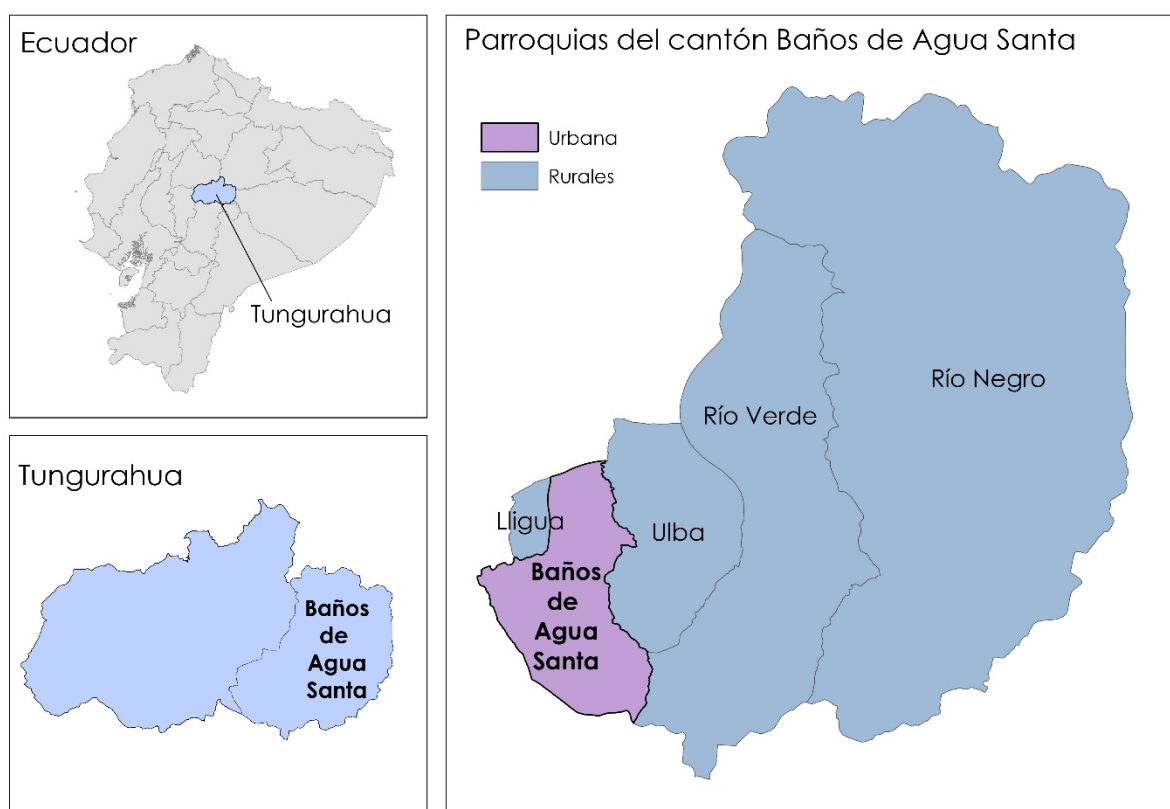


Figura 1. Ubicación Geográfica de Baños de Agua Santa

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Para el año 2025, la proyección poblacional del cantón alcanza los 22.408 habitantes, basada en una tasa de crecimiento promedio anual del 0,75 % observada entre 2010 y 2022 [3].

La economía de Baños de Agua Santa se ha configurado en torno al turismo, que representa aproximadamente el 70 % de los ingresos cantonales, desplazando a la agricultura y la ganadería que hoy aportan menos del 15 % al total económico local. Se estima que 8 de cada 10 personas han abandonado las labores agropecuarias para dedicarse a las actividades vinculadas al turismo, como hotelería, gastronomía y deportes de aventura, lo que ha dinamizado el comercio y los servicios complementarios. El sector turístico genera alrededor del 65 % del empleo directo e indirecto, consolidando a Baños como uno de los destinos más visitados del país y reconocido internacionalmente por su oferta de naturaleza y bienestar [4], [5].

Su entorno geográfico influye directamente en el estilo de vida de la población y en la prestación de los servicios municipales. Entre ellos, la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) que representa uno de los mayores desafíos, pues la constante afluencia de turistas sumada al crecimiento urbano genera un aumento y diversificación en la cantidad y composición de los desechos producidos diariamente [6]. Además, factores como la estructura demográfica y la situación socio económica de la población inciden directamente en la cantidad de residuos que se generan, su densidad y su composición física. Por ello, el análisis por estratos socio económicos (ESE) permite evidenciar estas variaciones y establecer parámetros más precisos para la planificación de la gestión [1].

La gestión de RSU en Baños de Agua Santa está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM), a través de su Dirección de Saneamiento Ambiental, que coordina las actividades de recolección, transporte y disposición final en cumplimiento de la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos de 2021, la cual obliga a la diferenciación en la fuente de residuos orgánicos e inorgánicos cuando se ofrece recolección diferenciada [7].

En cuanto al sistema recolección, se emplea el denominado “puerta a puerta”, basado en vehículos compactadores que operan bajo un esquema de rutas fijas, con una cobertura a nivel cantonal del 95,3 % y a nivel urbano del 91,38 %. Actualmente, la flota operativa consta de dos camiones recolectores de carga trasera, ambos marca Chevrolet, modelo FVR 34K, con capacidad de 17,8 m³. No obstante, solo uno de ellos se encuentra en funcionamiento, mientras que el segundo permanece fuera de servicio desde hace aproximadamente cinco años, lo que ha obligado a extender la jornada del vehículo operativo a un promedio de 16 horas diarias. Estos equipos operan con aviso acústico y cumplen con las normas municipales que regulan su

paso y recolección. El servicio se realiza en dos turnos: el primero inicia a las 07h00 y el segundo a las 16h00, cada uno conformado por un frente de trabajo compuesto por un conductor y dos operarios, cubriendo rutas sectorizadas que totalizan distancias de 42,174 km, priorizando la zona urbana y asentamientos periféricos [3], [7], [8].

El relleno sanitario donde se realiza la disposición final de los residuos se ubica en la comunidad Juive Grande, a 7 km de la cabecera cantonal. Este dispone de un sistema básico que compacta los desechos y los cubre diariamente. Se tiene registro que, en el año 2020 el promedio mensual de ingreso es de 349,57 toneladas (aproximadamente 11,65 toneladas diarias), y una vida útil próxima a agotarse. Así mismo, el tratamiento aplicado a los residuos combina procesos físicos y biológicos, de modo que la infraestructura incorpora un sistema para la evacuación de biogás junto con el tratamiento de lixiviados [3].

A pesar de lo señalado anteriormente, persisten diversos problemas asociados a la gestión de los RSU. Entre ellos se encuentran la proliferación de botaderos informales en quebradas y ríos debido a la falta de recolección diferenciada efectiva, desabastecimiento ocasional del servicio en zonas rurales por fallas vehiculares o climáticas, saturación acelerada del relleno sanitario de Juive Grande, e incumplimiento de ordenanzas municipales como la separación en la fuente por parte de los ciudadanos, agravado por el aumento de residuos turísticos durante picos estacionales [3].

Por otro lado, hace una década se realizó en Baños un estudio de caracterización de RSU que permitió establecer una línea base en cuanto a Producción Per Cápita (PPC), composición y densidad [2]. No obstante, desde entonces se han producido transformaciones sociales, económicas y ambientales que hacen que dicha información haya quedado desactualizada y limitada para la toma de decisiones. Dicho crecimiento se observa en el estudio realizado por Jiménez, en donde se muestra la variación anual de los RSU de acuerdo con el tamaño de la localidad [9].

1.2 Planteamiento del problema

En el Ecuador, los GADM enfrentan limitaciones significativas debido a la falta de caracterizaciones técnicas periódicas de los RSU. Esto impide implementar estrategias contundentes para la separación en la fuente, el reciclaje y la reducción de desechos, dificultando la toma de decisiones operativas fundamentadas [10].

La investigación desarrollada en el cantón Chambo deja claro que es muy importante actualizar de forma periódica las características de los RSU. Como se señala en la tesis de Ogoña [11], donde un estudio realizado hace 10 años aplicando el mismo enfoque ya no se ajusta a la realidad actual. Los cambios en la población, el crecimiento urbano y la situación socio económica han alterado tanto la cantidad de residuos que genera cada persona (PPC) como la composición de la basura. Esto demuestra que los trabajos desarrollados hace una década pierden validez frente a las nuevas condiciones sociales y económicas, dificultando la planificación de los GADM.

En Baños de Agua Santa, el problema es aún más urgente. Dado que, el sistema actual de recolección, que se organiza por rutas, días y horarios con una flota limitada de camiones, no tiene un correcto abastecimiento. Por eso, muchos habitantes terminan dejando sus residuos en lugares no autorizados. Esto genera acumulación de basura, atrae animales callejeros, produce malos olores y afecta la imagen urbana de un cantón netamente turístico. Por ello, el propio GADM ha reconocido este problema y ha planteado la necesidad de mejorar el sistema para lograr una cobertura completa [12].

A esto se suma otro desafío grave, puesto que el relleno sanitario está a punto de agotarse. De acuerdo con las proyecciones de su vida útil, le quedan aproximadamente seis meses a partir de agosto de 2025 [13]. Dicho lugar se encuentra saturado, pues durante años se ha operado por encima de su capacidad original.

1.3 Justificación

La caracterización de los RSU constituye una herramienta indispensable para la planificación y gestión integral en los gobiernos locales. En el caso del cantón Baños de Agua Santa, este estudio cobra especial importancia porque permite calcular indicadores clave, como la PPC, el coeficiente de variación máxima diaria (Cd), sus componentes y las densidades de los RSU. Además, mediante la determinación de la PPC, será posible proyectar su crecimiento en 10 años, lo que, al complementarse con investigaciones de otras ciudades, genera insumos valiosos para la construcción de históricos predictivos y la generación de nueva información en el Ecuador. Estos datos resultan esenciales para proyectar la capacidad de recolección, el diseño de rutas, la planificación de infraestructura y, principalmente, para la elaboración de un Plan de Gestión Integral de RSU actualizado en el cantón [1].

Al comparar con estudios previos se demuestra que es fundamental mantener la información actualizada. Un ejemplo es la tesis de Chambo, donde la PPC cambió 0,1 kg/hab*día en diez años, donde dicho ajuste fue suficiente para influir en la gestión [11] Este hecho deja ver que hasta los cambios más pequeños en la cantidad de basura que genera cada persona afectan directamente en la recolección y la disposición final. Los organismos nacionales como la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) recomiendan realizar caracterizaciones periódicas de los RSU, cada dos años, con el fin de mejorar la gestión de los RSU [12].

El aporte innovador del presente proyecto de investigación radica en la recopilación metódica de datos esenciales para precisar el cálculo del Cd de los RSU, así como el análisis del crecimiento de la PPC junto con la caracterización de densidades y componentes en diez años. Más que limitarse a una actualización de datos, se busca proporcionar indicadores replicables (PPC, densidades y componentes) que fortalezcan la gestión municipal, integrando la relación entre factores socio económicos y la variación en la producción de residuos. Estos resultados permitirán establecer tendencias de cambio en el tiempo y servirán como insumos clave para el diseño de políticas públicas, la elaboración de ordenanzas ambientales y la planificación de infraestructura de disposición final. En este sentido, la innovación de la tesis se centra en la construcción de información estratégica y prospectiva, que trasciende el ámbito descriptivo y se convierte en un insumo para el desarrollo de modelos de predicción más acertados y sostenibles en la gestión integral de RSU [1].

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Analizar la variación de las características de los residuos sólidos urbanos del cantón Baños de Agua Santa durante la última década (2015-2025).

1.4.2 Específicos

- Caracterizar las condiciones urbanísticas y socio económicas de la zona urbana del cantón Baños de Agua Santa para estratificarlas.
- Calcular la producción per cápita de los residuos sólidos urbanos en el cantón Baños de Agua Santa, evaluando su variación entre los años 2015 y 2025.
- Determinar la densidad y la composición física de los residuos sólidos urbanos en el cantón Baños de Agua Santa, identificando como han cambiado en los últimos diez años.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones

- **Residuos sólidos**

Son los elementos, materiales o productos desechados una vez agotada su utilidad o posibilidad de aprovechamiento; comprenden residuos y desechos sólidos no peligrosos cuya gestión debe priorizar la separación en la fuente y la economía circular [14].

- **Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Conjunto de residuos no peligrosos generados principalmente en viviendas, comercios y servicios de zonas urbanas, bajo competencia municipal; su gestión incluye barrido, recolección (diferenciada y no diferenciada), tratamiento y disposición final [14], [15], [16].

- **Caracterización urbanística**

Consiste en identificar aspectos de la forma urbana como el uso del suelo, las tipologías y las densidades por manzana, con el fin de estratificar el área de estudio y facilitar el muestreo de RSU. En poblaciones menores a 150.000 habitantes, se propone además emplear una ficha con indicadores y criterios de categorización por manzana [1].

- **Caracterización socio económica**

Procedimiento para clasificar viviendas en estratos socio económicos (ESE) con base en indicadores del hogar (equipamiento, tamaño familiar, etc.), a fin de comparar generación, densidad y composición de RSU entre estratos y calcular promedios ponderados [1].

- **Producción per cápita (PPC)**

Este indicador muestra cuánta basura genera cada persona diariamente medida en kilogramos. El cálculo se realiza mediante pesajes seguidos cada día en casas o grupos específicos de la población. Después estos datos se unen para representar a la muestra analizada usando un promedio que considera cómo se distribuyen los niveles socio económicos [1], [15], [16].

- **Densidad aparente**

Consiste en determinar cuánto pesan los residuos en relación con el espacio que ocupan cuando están sueltos. El cálculo se hace usando baldes o recipientes con medidas conocidas donde se anota el peso del envase vacío y luego lleno. Con esa información se obtienen los valores de peso por volumen cada día y se calcula un promedio general para la zona estudiada según el porcentaje de manzanas por ESE [1].

- **Composición física**

Es la proporción en peso de cada fracción material presente en los RSU, tales como orgánicos; plásticos, papel/cartón, vidrio y metales como componentes potencialmente reciclables; y otras fracciones. Se determina después de cuartear y homogeneizar la muestra, clasificar manualmente los subproductos según un listado mínimo y pesar cada uno para expresar su aporte como porcentaje del total por estrato y a nivel de ciudad [1].

2.2 Estado del arte

En los últimos diez años se han desarrollado múltiples estudios que aportan al conocimiento de la gestión de RSU en Latinoamérica y Ecuador, constituyendo referentes para la presente investigación. A nivel internacional, la UNEP [17] menciona que cada año se generan más de dos mil millones de toneladas de residuos municipales y que esta cifra seguirá creciendo si no se adoptan modelos que permitan aprovechar mejor todos los recursos.

Por ejemplo, Kaza et al. [18], en el informe *What a Waste 2.0* del Banco Mundial, señalan que el crecimiento poblacional y los cambios en el consumo son factores determinantes en el incremento de residuos a nivel mundial, y destacan que la PPC varía directamente con el nivel de ingresos de la población. Es decir, barrios con mayor poder adquisitivo tienden a generar mayor cantidad de residuos inorgánicos reciclables, como plásticos, cartón y vidrio, mientras que los sectores de ingresos bajos producen una fracción predominante de residuos orgánicos.

De acuerdo el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) [19], la PPC nacional en el año 2023 fue de 0,9 kg/hab*día, mientras que el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) [20] reportó 0,86 kg/hab*día en el año 2024.

Según el PDOT, el cantón Baños de Agua Santa posee una PPC de 0,54 kg/día*hab en la zona urbana y 0,43 kg/día*hab en la zona rural, con una generación total de aproximadamente 11,65 toneladas diarias en el año 2020. De igual manera, la caracterización de los residuos revela una composición dominada por orgánicos (68,15 %), seguidos de plástico (10,98 %), otros (10,58 %, incluyendo tetra pack, pañales y misceláneos), papel y cartón (5,36 %), vidrio (2,57 %), textiles (2,06 %) y metales (0,30 %), lo que destaca oportunidades para compostaje de orgánicos, reciclaje de plásticos y materiales recuperables, y clasificación diferenciada para reducir impactos en el relleno sanitario [3].

Al ser Baños de Agua Santa un destino turístico, cobra relevancia lo expuesto por Chaabouni [21], quien señala que el turismo impulsa la economía, pero incrementa la presión sobre los sistemas de gestión de desechos.

SPor otro parte, diversos estudios han demostrado que la densidad está directamente relacionada con la composición de materia orgánica presente en los RSU. Por ejemplo, Peña et al. [21] señalan que una mayor fracción orgánica incrementa el peso específico de los desechos y complica su tratamiento. Así mismo, en Chile [23] el Ministerio del Medio Ambiente indica que los residuos orgánicos corresponden cerca del 58 % de los residuos municipales, de modo que en los contextos urbanos la fracción orgánica puede superar la mitad del total y, en consecuencia, elevar la densidad.

Así mismo, de acuerdo con los resultados del INEC realizado en 2022, la provincia de Tungurahua registra un tamaño promedio de 3,2 habitantes por vivienda [22]. Esta cifra evidencia una reducción frente a periodos previos, como es el caso del año 2001 donde se registró un valor de 4 mientras que, en el año 2010 fue de 3,6. Siendo este el resultado de procesos como el avance de la urbanización, la reducción de las tasas de fecundidad y la expansión de hogares conformados por núcleos reducidos o individuos solos.

En el Ecuador, el estudio realizado por Ogoña [11] en Chambo muestra que las caracterizaciones realizadas hace una década ya no corresponden a la realidad actual. Es así, que se evidencian cambios en la proporción de residuos orgánicos y un aumento notable en plásticos, envases y cartones.

La investigación de Pérez [2] en Baños de Agua Santa (BAS 2015) constituye la base de este estudio, al definir las principales características de los RSU. El autor determina un promedio de 3,65 habitantes por vivienda, una PPC de 0,503 kg/hab*vivienda, una densidad de 201,62 kg/m³, y una composición integrada por 59,50 % de residuos orgánicos, el 24,72 % potencialmente reciclables, el 0,01 % reciclables a futuro y el 15,79 % restante a no reciclables.

La Figura 2 y la Figura 3 presentan, respectivamente, los porcentajes de cada ESE en poblados cercanos a BAS y la variación de la PPC con la densidad en localidades medianas. Es importante resaltar que estos datos se calcularon siguiendo la metodología de Arellano et al.[1]. Esta información es actual, ya que la mayoría de los estudios citados corresponden al periodo comprendido entre los años 2024 y 2025. La única excepción es el trabajo realizado por Pérez [2], el cual se utilizó como referencia de comparación con el presente trabajo de investigación.

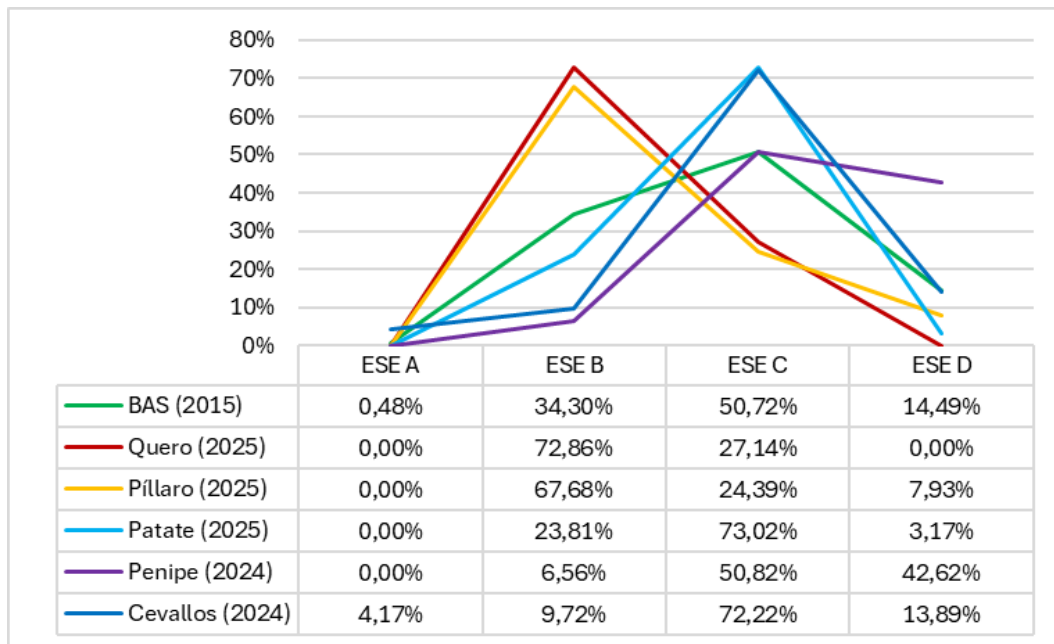


Figura 2. Estratos socio económicos en poblados aledaños a Baños de Agua Santa
Fuente: Cepeda & Costales (2026)

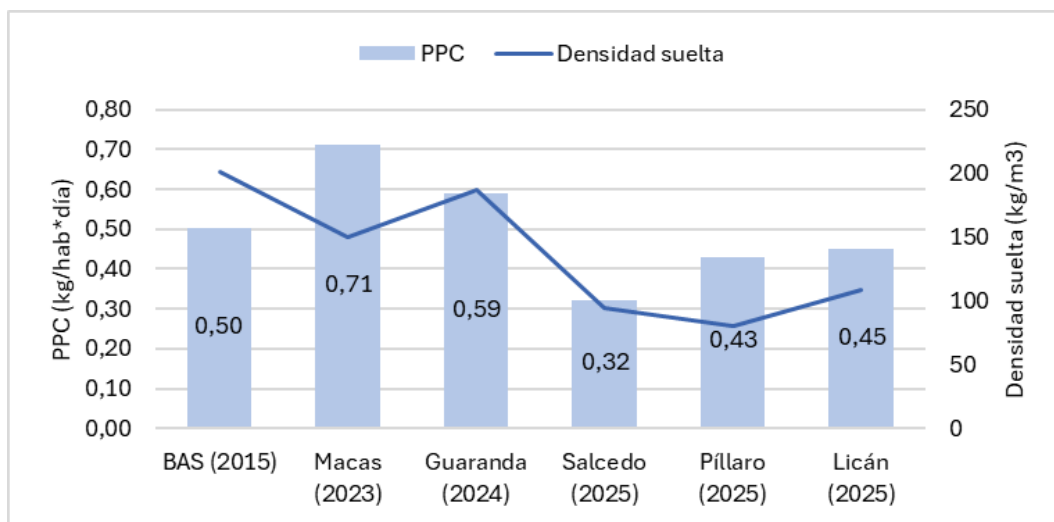


Figura 3. Variación de la PPC y Densidades en poblados medianos del Ecuador
Fuente: Cepeda & Costales (2026)

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

El análisis llevado a cabo es de carácter descriptivo y de campo, ya que detalla las particularidades demográficas, urbanas y socio económicas del lugar mediante observaciones directas en zonas residenciales y de recolección, capturando dinámicas locales sin interferir en el entorno. Además, su enfoque es cuantitativo, analítico y estadístico, dado que prioriza mediciones numéricas de variables como la PPC, densidades y componentes, con herramientas como ANOVA y pruebas de Tukey para identificar diferencias entre estratos, lo que permite evaluaciones precisas y comparativas. Por otra parte, el tratamiento de la información abarca recolección y análisis de datos, es decir, se obtienen muestras estratificadas en hogares y se procesan mediante cuarteo, pesaje y categorización, por lo que se generan indicadores accionables en gestión ambiental. Del mismo modo, el diseño se define como cuasiexperimental, puesto que la población del cantón es menor a 150.000 habitantes; por lo tanto, no es factible un control experimental total. Sin embargo, se pueden realizar comparaciones a lo largo del tiempo que permiten identificar cambios en la generación y composición de los RSU.

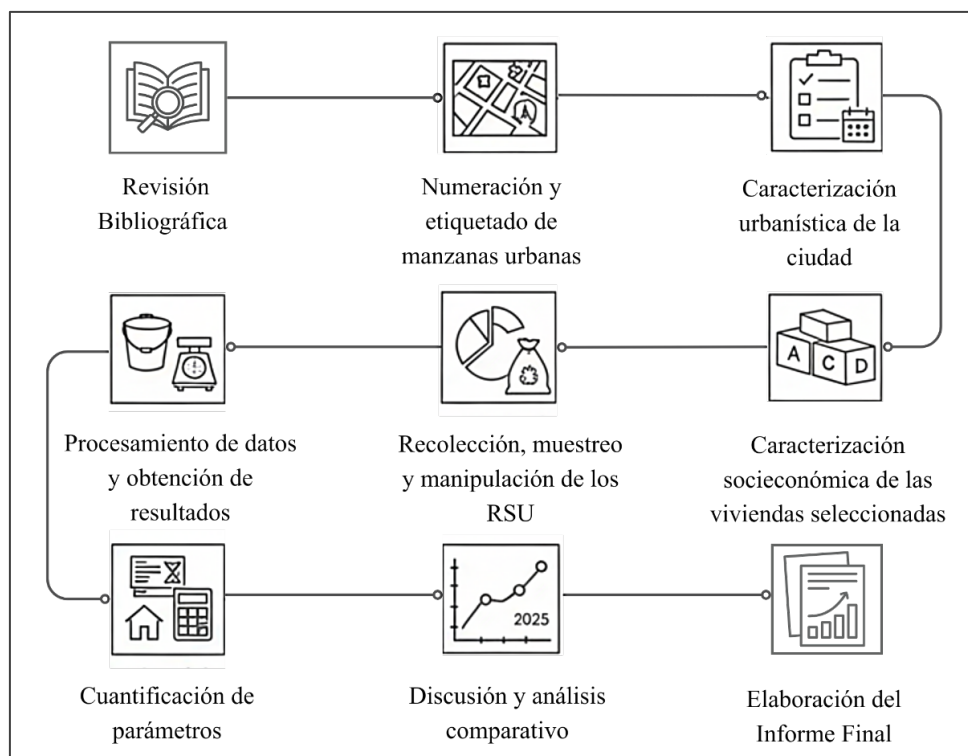


Figura 4. Esquema Metodológico de la Investigación

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

3.2 Métodos y técnicas de recolección de datos

La información del presente proyecto de investigación fue recopilada siguiendo la metodología propuesta por Arellano et al., [1] en el libro *Enfoque Interdisciplinario para la Gestión Sustentable del Agua Potable y de los Desechos Sólidos en el Ecuador*. En este marco, se empleó técnicas primarias de recolección de datos, tales como la observación y la aplicación de encuestas.

Así pues, se aplicaron los siguientes métodos de caracterización para poblaciones menores a 150.000 habitantes: método de caracterización urbanística, método para la determinación de la muestra y método de caracterización socio económica. Por último, las técnicas de caracterización de residuos sólidos urbanos comprenden: técnicas para la determinación de la PPC, técnica de cuarteo y homogenización, técnica para la determinación de densidades, y técnica para la determinación de componentes.

3.3 Población de estudio y tamaño de la muestra

3.3.1 Población de estudio

La población de estudio corresponde a la cabecera cantonal de Baños de Agua Santa. De acuerdo con las proyecciones demográficas para el año 2025, esta localidad tiene una población estimada de 22.408 habitantes [3]. Su área urbana se divide en 172 manzanas, de las cuales 163 son mayormente de uso residencial.

3.3.2 Tamaño de la muestra

Se dimensionó el tamaño de la muestra siguiendo la Ecuación 1 propuesta por Arellano et al., [1], la cual establece una correlación lineal entre el tamaño de la población y el número mínimo de viviendas:

$$Y = 0,001X + 56,634 \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde, Y corresponde al número mínimo de viviendas diarias a estudiar y X corresponde a la población de la ciudad (miles de habitantes). Aplicando la Ecuación 1 para el caso de Baños de Agua Santa se tiene:

$$Y = 0,001(22.408) + 56,634 = 79,042 \approx 79 \text{ viviendas/día}$$

Se debe tomar en cuenta una posible disminución en el número de muestras debido a causas de fuerza mayor por parte de los habitantes en las viviendas seleccionadas. Por lo que se considera una mayoración del 30%, porcentaje que fue obtenido a través de la práctica y de la colaboración de las personas entrevistadas. De este modo, se aplica la Ecuación 2 sugerida

en el libro, donde M corresponde al número total de viviendas diarias (8 días de duración) y Cm corresponde al coeficiente adimensional de mayoración de la muestra (igual a 1,30).

$$M = C_m * Y \quad \text{Ec. 2}$$

$$M = 1,30 * 79 = 102,7$$

$$M = 103 \text{ muestras}$$

Con base en el análisis efectuado, se determinó que el tamaño total de la muestra definida para el presente proyecto de investigación corresponde a 103 viviendas/día. Este conjunto muestral será asignado a cada estrato socio económico de manera proporcional, conforme a los criterios establecidos en las Ecuaciones 3 y 4, las cuales se presentan a continuación:

$$\%Mz_e = \frac{\text{Número de muestras e}}{\text{Número total de manzanas residenciales}} \quad \text{Ec. 3}$$

$$\text{Número de muestras e} = \%Mz_e * M \quad \text{Ec. 4}$$

Donde, e corresponde al estrato socio económico identificado (A, B, C, D) y %Mz_e es la proporción de manzanas asignadas a cada ESE, frente al número de manzanas totales residenciales de la ciudad.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

3.4.1 Caracterización urbanística

La caracterización urbanística se efectuó considerando la manzana como unidad principal. Se identificaron y omitieron manzanas no residenciales, al no ser parte en el presente proyecto de investigación. Cada lado de las manzanas residenciales se clasificó mediante la ficha técnica (ver Anexo 1), definiendo rango, categoría y estrato socio económico según criterios como el número de edificaciones, pisos, condición de fachadas y calzadas, así como los servicios básicos presentes. A partir de estos indicadores, se procedió a la puntuación de cada lado de la manzana y a su estratificación, conforme a los criterios de clasificación propuestos por Arellano et al., [1].

3.4.2 Caracterización socio económica

La caracterización socio económica se llevó a cabo mediante una encuesta estructurada definida por Arellano et al., [1] dirigida a residentes de viviendas elegidas al azar dentro de la muestra obtenida en la Sección 3.3.2. Dicha encuesta consta de 21 preguntas (ver Anexo 2) de las cuales únicamente las preguntas 4, 5, 12, 13 y 14 se relacionan con los ingresos familiares, y son las que puntúan conforme a los parámetros establecidos (ver Anexo 3 y Anexo 4),

facilitando la categorización y ofreciendo una perspectiva sobre el nivel de vida en los hogares estudiados.

3.4.3 Producción Per Cápita de los RSU

El procedimiento se inició con un enceramiento inicial de residuos el sábado previo, entregando fundas para recolectar desechos existentes que se descartaron al día siguiente mediante el servicio municipal, con el fin de asegurar que las muestras posteriores reflejen solo la generación diaria.

A continuación, se distribuyeron fundas nuevas diariamente durante siete días consecutivos, recolectándolas entre las 06h00 y el mediodía para prevenir interferencias y descomposición. Cada funda recolectada se etiquetó y transportó a un laboratorio de campo cubierto, donde se pesó el contenido neto restando el peso de la funda vacía, registrando los datos en fichas diarias junto con el número de habitantes por vivienda. En cuanto al procesamiento de los datos, se calculó la PPC para cada ESE mediante la Ecuación 5:

$$PPC_{dv} = \frac{P_{dv}}{H_v} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

- PPC_{dv} , corresponde a la cantidad de residuos generados por una persona diariamente correspondiente a una vivienda (kg/hab*día). La letra “d” representa el día de muestreo que se registran desde el domingo hasta el lunes,
- P_{dv} , es el peso en kg de una muestra que contiene RSU de una vivienda en el “d” día.
- H_v , es el número de personas obtenido de la ficha socio económica.

3.4.4 Análisis estadístico para la Producción Per Cápita

Posteriormente, los registros recolectados se procesan mediante la técnica de cajas y bigotes, aplicada con el programa estadístico Minitab, para depurar cada estrato de manera independiente y excluir los valores atípicos, con el fin de garantizar la fiabilidad de la información empleada en el estudio. Por consiguiente, el desarrollo del análisis y los cálculos se efectúa considerando únicamente los PPC libres de dichas anomalías, tal y como se muestra en la Ecuación 6:

$$PPC_v = \frac{1}{7} (PPC_v \text{ domingo} + PPC_v \text{ lunes} + PPC_v \text{ martes} + PPC_v \text{ miércoles} + PPC_v \text{ jueves} + PPC_v \text{ viernes} + PPC_v \text{ sábado}) \quad \text{Ec. 6}$$

$$PPC_e = \sum_{n=1}^{n_e} \frac{PPC_v}{n_e!} \quad \text{Ec. 7}$$

$$PPC = \left(\frac{\%A}{100} * PPC_A\right) + \left(\frac{\%B}{100} * PPC_B\right) + \left(\frac{\%C}{100} * PPC_C\right) + \left(\frac{\%D}{100} * PPC_D\right) \quad \text{Ec. 8}$$

Dónde:

- PPC_v, es el valor medio de la PPC de una vivienda luego de haber excluido los valores atípicos (kg/hab*día),
- PPC_e, corresponde al promedio aritmético de PPC de cualquier estrato e (A, B, C, D),
- n_e, es el número de viviendas de cada estrato e,
- PPC, es la producción per cápita diaria promedio y ponderada,
- %Mz_e, explicado en la Ecuación 3 de la Sección 3.3.2.

De esta forma se obtuvo la PPC promedio por ESE al promediar los valores individuales de las viviendas muestreadas en cada categoría. Finalmente, se aplicó el análisis de varianzas ANOVA entre los PPC_e de cada estrato con el fin de determinar la similitud entre ellos asegurando así una base sólida para recomendaciones en gestión de residuos [1].

3.4.5 Densidad suelta de los RSU

Para evaluar la densidad suelta de los RSU, se debe primero aplicar la técnica de cuarteo y homogenización de las muestras por cada ESE, la cual busca uniformar las muestras por estrato socio económico para facilitar mediciones precisas de densidad y composición. De modo que, se inicia agrupando desechos sobre una lámina plástica, mezclándolos manualmente hasta lograr una distribución homogénea, y dividiéndolos en cuatro cuadrantes representativos, reservando uno como respaldo para posibles contingencias.

En cuanto al procedimiento realizado para la determinación de la densidad suelta, se preparó un recipiente plástico de 23 litros, asegurando su limpieza y ausencia de deformaciones, y se determinó su peso en vacío (pv) mediante una balanza calibrada. A continuación, se introdujeron los residuos en el contenedor utilizando una pala, llenándolo hasta el borde superior; seguidamente, se dejó caer el recipiente tres veces desde una altura de 10 a 20 cm sobre una superficie firme con el fin de eliminar vacíos. Se agregaron residuos adicionales sin aplicar presión, retirando cualquier exceso que sobresaliera del borde, para preservar la condición de densidad suelta. Posteriormente, se pesó el contenedor lleno (pl) y se calculó el peso neto de los residuos (Ecuación 9), registrando estos datos diarios durante siete días consecutivos.

El procesamiento de los datos involucró el cálculo de la densidad por estrato expuesta en la Ecuación 10.

$$pe = pl - pv \quad \text{Ec. 9}$$

$$\partial e = \frac{Pe}{Ve} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde Ve representa el volumen calibrado del recipiente mediante aforo con agua (litros), y ∂e corresponde al promedio aritmético de los siete días (gramos/litro).

En consecuencia, se obtiene la densidad representativa ponderada (∂p) por medio de la Ecuación 11, incorporando el porcentaje de manzanas residenciales ($\%Mz_e$) asignadas a cada ESE. Este procedimiento se aplicó de manera independiente en cada estrato, considerando aspectos como la integración de cuadrantes de reserva en casos de muestras insuficientes [1].

$$\partial p = \left(\frac{\%A}{100} * \partial_A\right) + \left(\frac{\%B}{100} * \partial_B\right) + \left(\frac{\%C}{100} * \partial_C\right) + \left(\frac{\%D}{100} * \partial_D\right) \quad \text{Ec. 11}$$

3.4.6 Componentes de los RSU

Para establecer la composición física de los RSU, en primer lugar, se debe partir del cuarteo y homogenización previos de las muestras estratificadas. El proceso comienza con la subdivisión secuencial del cuadrante seleccionado hasta alcanzar un peso aproximado de 5 a 7 kg, registrando este valor inicial “Xe” en la ficha de componentes y colocando el material en un contenedor de 50 litros.

Después se separan a mano los materiales para dividirlos en grupos como desechos orgánicos, elementos que se pueden reciclar ahora, los que podrían servir después y los no reciclables. Cada elemento de la clasificación se debe en bolsas transparentes y diferentes para pesar y anotar el valor usando una balanza electrónica.

Luego se suma el total de los pesos “Ye” de los componentes y se verifica el error por medio de la Ecuación 12, la cual no debe exceder el 2 %. Si no cumple, se realiza nuevamente el procedimiento. Este método se ejecuta diariamente durante los siete días de muestreo.

$$\% \text{ de Error} = \frac{Xe - Ye}{Xe} \quad \text{Ec. 12}$$

Durante el análisis de los datos, se determina la composición ponderada $\%cp$ integrando la distribución de manzanas residenciales por ESE, aplicando la Ecuación 13 [1].

$$\%cp = \left(\frac{\%A}{100} * \%c_A\right) + \left(\frac{\%B}{100} * \%c_B\right) + \left(\frac{\%C}{100} * \%c_C\right) + \left(\frac{\%D}{100} * \%c_D\right) \quad \text{Ec. 13}$$

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa

En la caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa realizada en el año 2025, se identificó un total de 172 manzanas en la zona urbana, de las cuales es necesario resaltar que 9 fueron descartadas por corresponder predominantemente a usos no residenciales, como instituciones educativas, oficinas, comercios y parques. En consecuencia, el análisis se centró en 163 manzanas de uso residencial, las cuales constituyen el ámbito principal de estudio para la determinación de la generación de residuos sólidos urbanos. Seguidamente, mediante la aplicación de los criterios de categorización propuestos por Arellano et al. [1], se identificaron cuatro estratos socio económicos (A, B, C y D), lo que permitió una segmentación precisa y representativa de la población, conforme se detalla en la Tabla 1 y se ilustra gráficamente en la Figura 5.

Tabla 1. Caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa

Categoría	ESE	Cantidad de manzanas residenciales	% Mz
A	Alto	13	7,98 %
B	Medio alto	92	56,44 %
C	Medio bajo	48	29,45 %
D	Bajo	10	6,13 %
Total		163	100 %

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

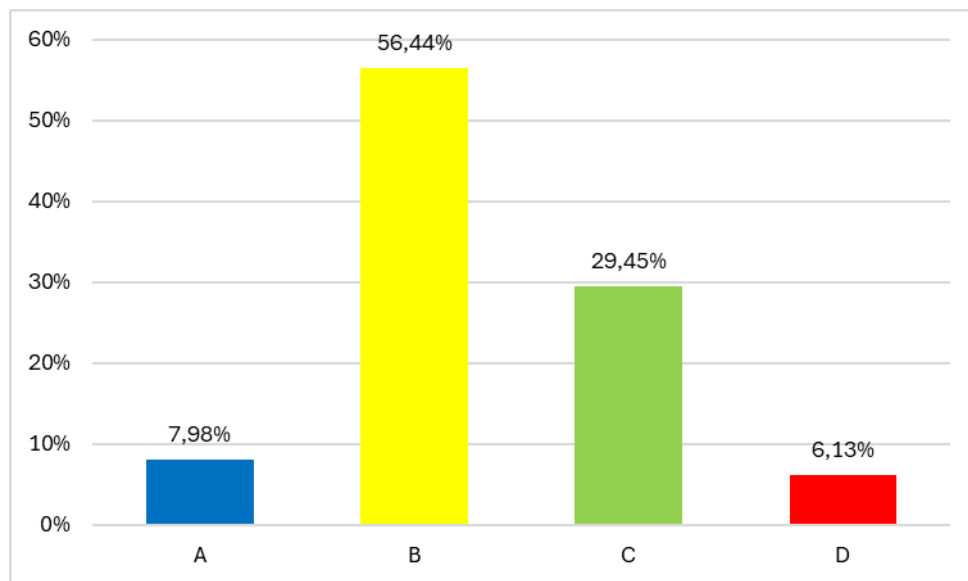


Figura 5. Porcentaje de manzanas por ESE

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La distribución espacial de los estratos socio económicos en la zona urbana de Baños de Agua Santa revela patrones claros de predominancia, donde el estrato B, con el mayor porcentaje de manzanas, se concentra principalmente en el centro de la ciudad, abarcando barrios como El Central, Sagrado Corazón y Oriente, así como sectores adyacentes a la Basílica de la Virgen del Rosario y las vías principales de acceso turístico. Por otra parte, el estrato C predomina en las áreas periféricas intermedias, tales como San Vicente, El Recreo y Las Acacias, extendiéndose junto al río Pastaza, mientras que el estrato A, aunque minoritario, se localiza en zonas selectas de mayor valor, como Santa Ana e Ines María cercanas a miradores y servicios. En cambio, el estrato D, con la menor representación, se ubica en los márgenes más externos, incluyendo sectores como San José de Chutan y áreas ribereñas vulnerables, a menudo colindantes con límites rurales como Lligua y Ulba.

La forma en la que se distribuye la ciudad se da por acontecimientos históricos y económicos. El turismo creció desde mediados del siglo pasado y eso ayudó al desarrollo del centro urbano. Esta actividad trajo mejoras en la infraestructura y servicios que aprovecharon las familias con más dinero, concentrando así la riqueza en pocos sectores. Mientras tanto, la cercanía al volcán Tungurahua desplazó a la gente con menos recursos hacia zonas inseguras. Estos barrios tienen menor acceso a servicios básicos y eso aumentó la diferencia social entre los habitantes.

Tal y como se presenta en la Figura 6, se expone la gráfica correspondiente a la caracterización urbanística de Baños de Agua Santa, elaborada a partir de los límites territoriales de la cabecera cantonal definidos en el PDOT 2023-2027. Esta planimetría muestra la ubicación geográfica de la ciudad y, de manera particular, la configuración espacial de sus manzanas, clasificadas según los distintos ESE, permitiendo una lectura detallada de la estructura urbana y de las dinámicas socio espaciales presentes en el territorio.

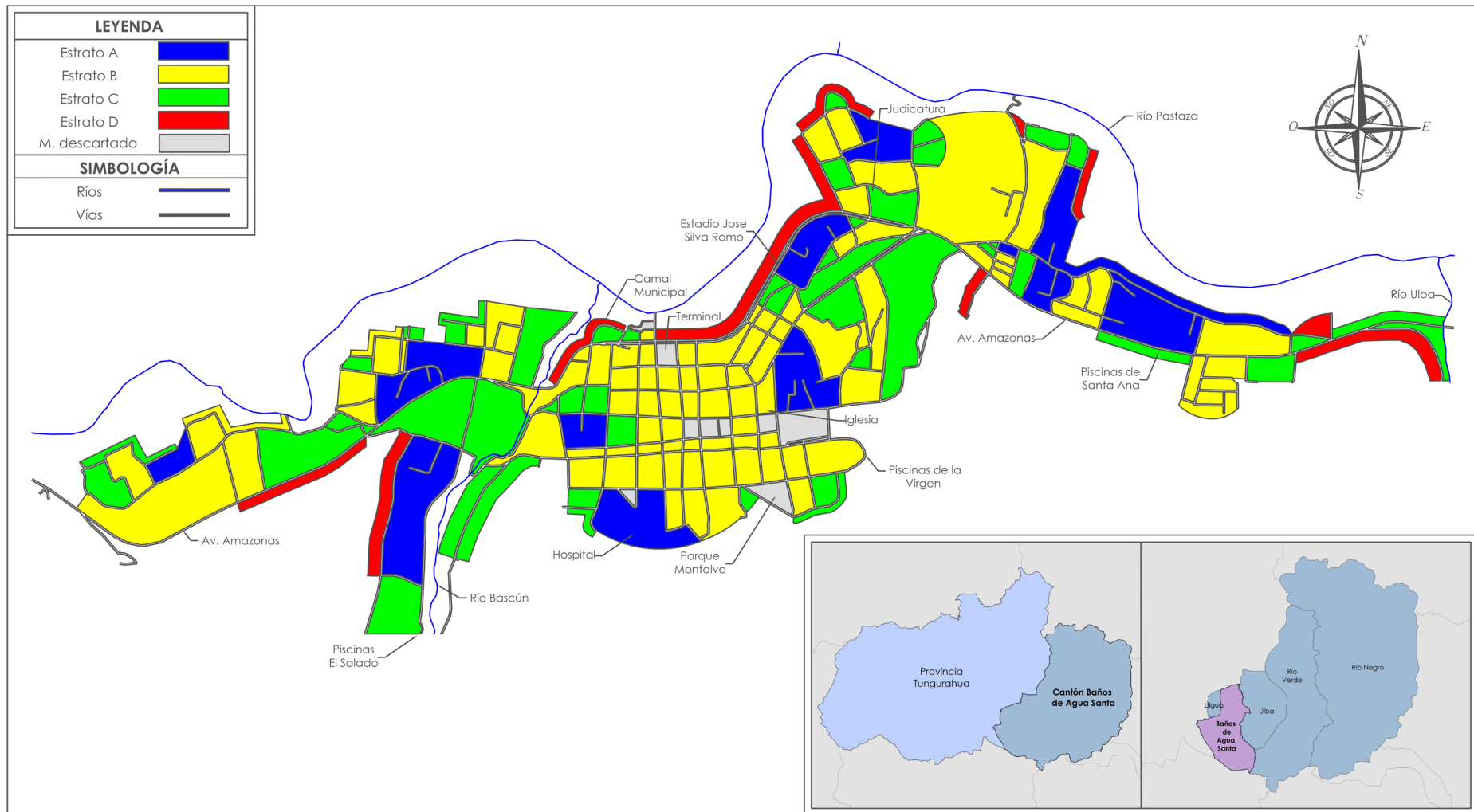


Figura 6. Caracterización urbanística de la cabecera cantonal de Baños de Agua Santa

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

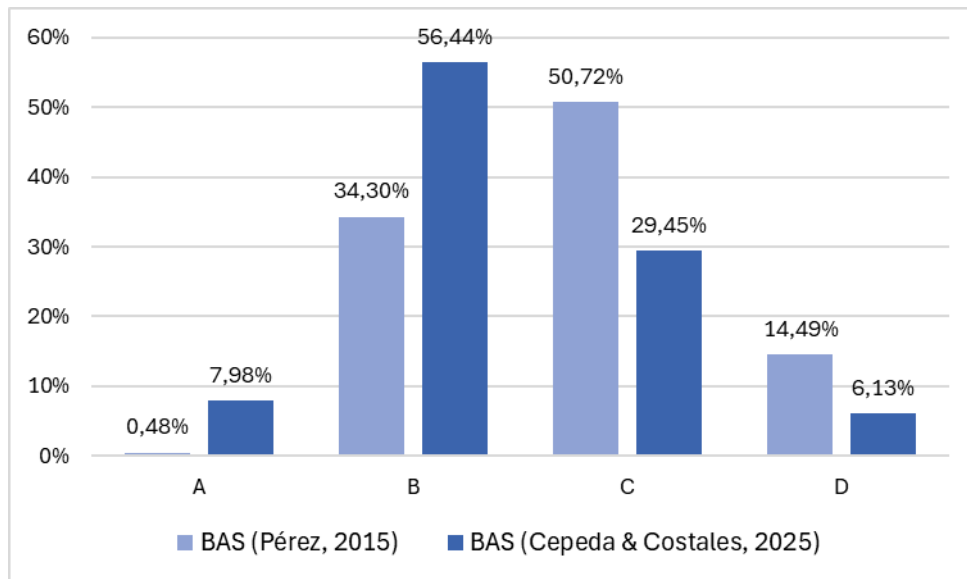


Figura 7. Comparación de manzanas por estrato en BAS (2015-2025)

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 7 muestra una comparación sobre cómo ha cambiado el porcentaje de las manzanas en Baños de Agua Santa (BAS) durante la última década, según sus niveles socio económicos. En el año 2015, se registró una predominancia clara del estrato C, que abarcaba el 50,72 % de las manzanas analizadas. En contraste, los resultados en el año 2025 muestran un desplazamiento, donde el estrato B se posiciona como el más representativo con un 56,44 %.

En estos últimos diez años hubo un cambio en el desarrollo urbano. Desde el 2015 muchos estratos aumentaron de nivel socio económico y mejora en la calidad de vida. Este progreso se debe a que hay más acceso a servicios básicos y viviendas con mejores condiciones y mayor confort. El aumento del turismo motivó a inversionistas a crear nueva infraestructura, la cual ayudó a subir los ingresos de las familias logrando un incremento en la economía.

Sin embargo, el progreso no ha sido igual para todos. Así pues, el estrato B ha detenido su avance y no ha logrado dar el salto hacia el A, esto puede deberse a la existencia de límites que impiden a muchas familias avanzar más. Por su parte, el estrato A aumentó de 0,48 % a 7,98 %, pero sigue siendo el grupo menos numeroso dentro de la distribución general, lo que evidencia que se mantienen diferencias importantes en los niveles más altos y que la transición hacia esta categoría continúa siendo limitada.

Cabe señalar que existe una variación en el número de manzanas urbanas analizadas en Baños de Agua Santa entre 2015 y 2025, que pasó de 207 a 163 unidades, lo cual representa una disminución equivalente al 21,3 % en el total considerado. Esta variación se explica fundamentalmente por la exclusión del barrio La Pampa de los límites urbanos establecidos en

el PDOT para el período 2023-2027, por lo que se redefine el perímetro urbano de la localidad sin incorporar esta zona.

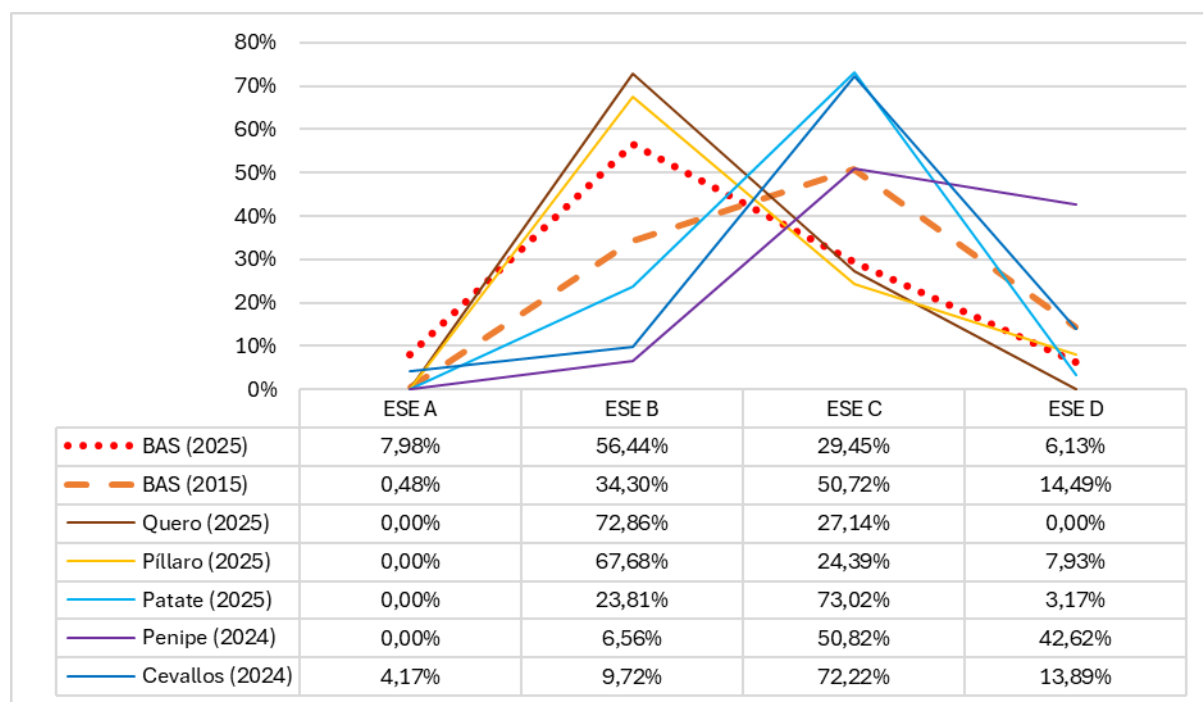


Figura 8. Caracterización urbanística de BAS (2025) con cantones aledaños

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 8 compara la caracterización urbanística de Baños de Agua Santa en el año 2025 con cantones aledaños que utilizaron la misma metodología. El gráfico evidencia la alta variabilidad de los ESE pese a que estos lugares tengan cercanía unos con otros. Dicho efecto influye negativamente en el diseño de una planificación óptima y sostenible que involucre de manera integral a todos los estratos.

Se puede observar que Baños de Agua Santa en el año 2025 muestra un porcentaje más alto en el ESE A. Este valor supera el 4,17 % que tiene Cevallos mientras que en los otros cantones ese grupo casi no existe. Aquí se evidencia que el turismo tiene un peso económico relativamente alto en comparación a otras actividades que generan ingresos. En cambio, cantones como Penipe, Patate y Cevallos tienen más manzanas con ESE medios y bajos que puede deberse a la falta de servicios básicos y las condiciones que tienen las viviendas.

Además, la predominancia del estrato B en Baños (56,44 %), similar a la de Quero y Pillaro, apunta a una convergencia en niveles intermedios que podría reflejar dinámicas migratorias o inversiones locales compartidas en la región.

4.2 Caracterización socio económica del cantón Baños de Agua Santa

La determinación del número de muestras por estrato socio económico se realizó aplicando la Ecuación 2 de la Sección 3.3.2, que distribuye proporcionalmente las unidades de muestreo según la representatividad de cada ESE en el total de manzanas urbanas. Para ello, se utilizaron los porcentajes por estrato obtenidos en la Sección 4.1. Este procedimiento asegura que la selección de manzanas para caracterizar los RSU refleje la heterogeneidad socio económica. A continuación, se presenta la Tabla 2 con el número de muestras calculadas por estrato.

Tabla 2. Cantidad de muestras por cada estrato socio económico

Categoría	% Mz	No. Muestra
A	7,98 %	8
B	56,44 %	58
C	29,45 %	31
D	6,13 %	6
Total	100 %	103

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Los resultados detallados de la cantidad de muestras por ESE se presentan en el Anexo 5, el cual incluye, para cada vivienda: el nombre del propietario, el número de personas que la habitan, el puntaje total obtenido, la categoría asignada y su respectiva codificación.

La Figura 9 presenta el tamaño de los hogares según su estrato, lo cual ayuda a entender de mejor manera la cantidad de residuos que se producen. En los estratos A, B y C, se observa un comportamiento similar, donde las familias están compuestas por tres o cuatro integrantes. Esto demuestra que existen generalmente hogares pequeños conformados por padres e hijos, quienes prefieren vivir en espacios más reducidos y prácticos.

Esta similitud entre los ESE medios y altos indica que comparten estilos de vida parecidos. También, factores como la movilidad debido al trabajo hace que estas familias se mantengan compactas. Al ser menos integrantes, los hábitos de consumo cambian, a diferencia de las viviendas donde habitan más personas. Este análisis permite mejorar la organización del servicio de gestión de acuerdo con la realidad.

En contraste, el estrato D representa una excepción, con un incremento aproximado de 1 habitante/vivienda. Esta variación se podría deber a factores socio económicos típicos de hogares de bajos ingresos, como un mayor número de dependientes (niños, adultos mayores o familiares extendidos) frente a aportantes económicos limitados [1]. Las restricciones financieras promueven el compartir espacios para reducir costos, mientras que dinámicas

rurales y turísticas estacionales fomentan la incorporación de miembros adicionales por apoyo mutuo.

Se puede observar una variación moderada al comparar el tamaño de los hogares de la presente investigación que tiene un valor de 3,65 habitantes por vivienda, con la cifra de 3,2 publicado por el INEC (2022) para la provincia de Tungurahua. Pues, ambos datos se ubican dentro del rango de 3 a 4 habitantes por vivienda, lo que comprueba que existe similitud entre los resultados locales y los datos oficiales.

Esta pequeña diferencia puede explicarse por las distintas metodologías aplicadas. El censo nacional realiza un recuento amplio e íntegro, mientras que el análisis local capta detalles propios de Baños de Agua Santa. Entre estos, están la actividad turística, que genera población temporal, y la presencia de familias ampliadas en los estratos más bajos, factores que influyen en el promedio de ocupantes por vivienda. Es así como estos elementos locales hacen que el valor del estudio sea algo mayor que el registrado a nivel provincial.

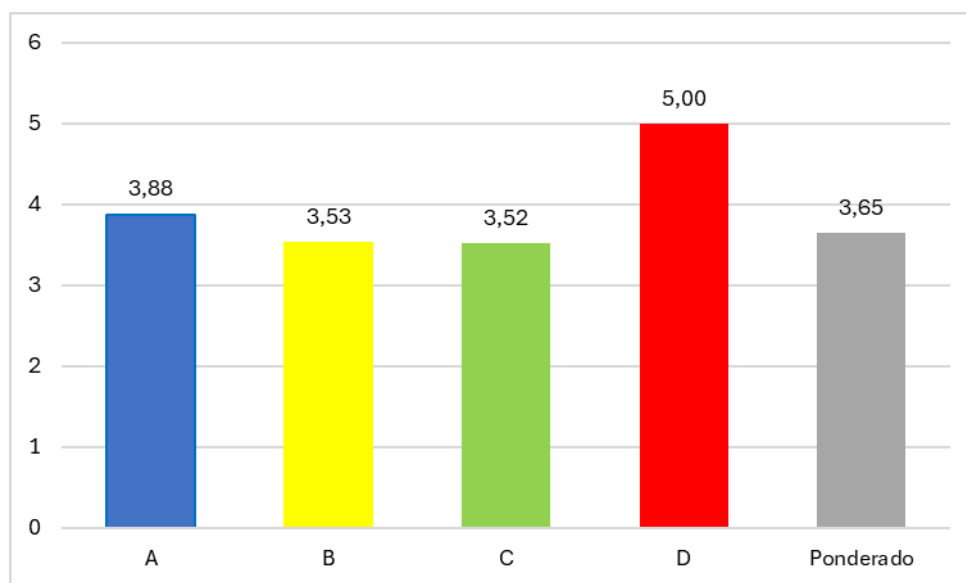


Figura 9. *Habitantes por vivienda promedio por ESE*

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

La Figura 10 ofrece una comparación temporal del promedio de habitantes por estrato socio económico en Baños de Agua Santa, contrastando datos del 2015 con los obtenidos en 2025, lo que permite evaluar la evolución demográfica y su influencia en la generación y manejo de RSU.

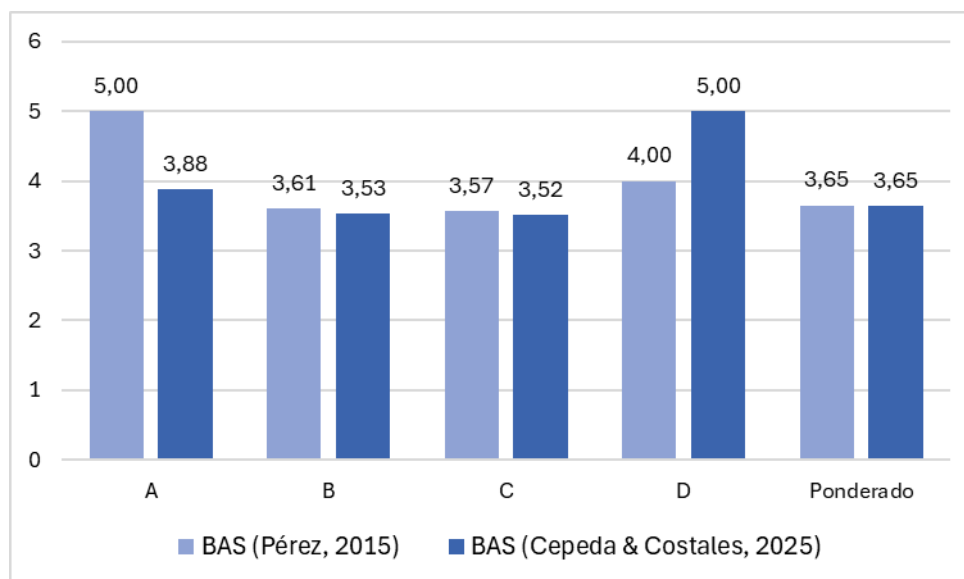


Figura 10. Comparación del promedio de habitantes por estrato en BAS (2015-2025)

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Un aspecto notable es la similitud en el promedio ponderado entre ambos periodos, lo que refleja una estabilidad general en la estructura demográfica de la localidad a lo largo de una década. Esta consistencia sugiere que, pese a variaciones internas, los factores macro como el crecimiento poblacional y las dinámicas turísticas han mantenido un equilibrio en el tamaño medio de los hogares, facilitando proyecciones a largo plazo en la planificación de servicios ambientales.

Se observa una diferencia al comparar los estratos A y D. En el grupo de mayores ingresos, habitan menos personas, lo que se puede explicar debido a una mayor independencia o cultura del pensamiento, es decir muestran una preferencia por familias más pequeñas para asegurar la estabilidad económica. En cambio, en el grupo de menores ingresos el número de habitantes crece, pues la falta de dinero obliga a las familias a convivir para dividir los gastos del hogar. Estas realidades sociales influyen bastante en los hábitos de consumo de las personas. Como resultado, la cantidad de basura producida varía según la situación económica de cada familia.

4.3 Producción Per Cápita de RSU del cantón Baños de Agua Santa

4.3.1 PPC de los RSU considerando valores atípicos

Mediante la Ecuación 5 de la Sección 3.4.3 se determinó la PPC de los RSU en cada vivienda muestreada, por ESE. Cabe mencionar que dicho cálculo consistió en registrar el peso total en kilogramos de los desechos generados durante siete días consecutivos (previo al enceramiento) y dividirlo entre el número de habitantes residentes. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5 y Tabla 6, respectivamente.

Tabla 3. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato A

No.	Código	Habitantes	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPCv
			D	L	M	M	J	V	S		
1	A-01	4	3,30	2,58	2,36	2,94	2,49	2,73	4,10	2,929	0,732
2	A-02	4	2,09	1,62	1,71	1,39	3,50	1,92	2,79	2,146	0,536
3	A-03	4	2,57	2,61	2,38	3,30	2,95	3,09	3,34	2,891	0,723
4	A-04	4	3,15	3,13	3,08	3,15	2,12	2,13	3,17	2,847	0,712
5	A-05	3	1,43	1,17	0,91	1,36	1,93	0,88	1,52	1,314	0,438
6	A-06	4	2,37	1,90	2,10	2,56	2,21	2,37	2,71	2,317	0,579
7	A-07	3	4,00	1,08	1,00	1,16	1,05	1,23	1,48	1,571	0,524
8	A-08	5	3,90	3,45	3,18	3,50	3,75	3,90	4,25	3,704	0,741

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Tabla 4. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato B

No.	Código	Habitantes	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPCv
			D	L	M	M	J	V	S		
9	B-01	5	3,95	3,26	3,29	3,01	2,84	3,11	3,38	3,263	0,653
10	B-02	3	2,15	1,24	1,48	1,67	1,35	1,91	2,29	1,727	0,576
11	B-03	5	2,90	2,43	2,36	2,61	2,17	2,28	2,49	2,463	0,493
12	B-04	3	1,92	1,67	1,48	1,79	1,22	1,86	1,85	1,684	0,561
13	B-05	4	2,24	1,97	1,64	1,60	1,72	2,15	2,41	1,961	0,490
14	B-06	3	2,20	2,04	2,25	2,72	1,70	2,29	2,84	2,291	0,764
15	B-07	1	1,24	0,87	0,58	1,07	0,96	1,09	2,90	1,244	1,244
16	B-08	4	2,65	2,40	2,35	2,62	2,59	2,91	2,67	2,599	0,650
17	B-09	5	4,35	3,28	2,99	3,40	3,11	3,35	3,71	3,456	0,691
18	B-10	2	2,06	1,74	1,51	1,62	1,38	1,75	2,12	1,740	0,870
19	B-11	4	2,54	2,48	2,12	2,67	2,33	2,40	2,50	2,434	0,609
20	B-12	3	2,45	2,31	2,01	2,66	2,08	2,43	2,15	2,299	0,766
21	B-13	2	1,66	1,59	1,00	1,21	1,10	1,40	1,56	1,360	0,680
22	B-14	4	2,72	2,44	2,32	2,57	2,01	2,43	2,71	2,457	0,614
23	B-15	5	3,26	2,76	2,25	2,61	2,43	2,83	3,08	2,746	0,549
24	B-16	4	2,27	2,07	2,00	1,84	1,72	1,76	1,92	1,940	0,485
25	B-17	6	4,09	3,56	3,19	3,76	3,25	3,72	4,72	3,756	0,626

26	B-18	3	2,70	1,92	1,79	2,00	1,77	2,60	2,25	2,147	0,716
27	B-19	3	2,57	2,03	2,13	2,37	2,13	2,00	2,05	2,183	0,728
28	B-20	3	2,37	2,94	2,75	2,31	1,97	1,85	2,04	2,319	0,773
29	B-21	1	1,07	0,93	0,77	0,90	0,67			0,868	0,868
30	B-22	5	3,71	2,91	2,93	3,23	2,34	2,27	2,60	2,856	0,571
31	B-23	1	1,11	0,63	0,84	1,07	2,76	2,91	2,49	1,687	1,687
32	B-24	4	4,45	2,27	2,41	2,83	2,62	2,09	2,00	2,667	0,667
33	B-25	2	1,75	1,50	1,40	1,16	1,26	1,89	1,40	1,480	0,740
34	B-26	2	1,90	1,86	1,22	3,64	0,97	1,00	1,10	1,670	0,835
35	B-27	2	1,54	1,40	1,14	1,03	1,72	1,60	1,89	1,474	0,737
36	B-28	3	2,29	2,19	1,85	2,05	1,50	1,73	1,48	1,870	0,623
37	B-29	5	3,52	2,88	2,64	3,27	3,01	3,29	3,28	3,127	0,625
38	B-30	3	2,19	1,79	1,67	1,92	2,06	2,29	2,72	2,091	0,697
39	B-31	4	3,40	2,91	2,73	2,60	2,40	2,85	2,35	2,749	0,687
40	B-32	4	2,41	2,38	2,23	2,09	1,89	2,10	2,50	2,229	0,557
41	B-33	4	1,70	1,40	1,40	2,00	2,15	2,26	2,56	1,924	0,481
42	B-34	5	3,71	3,53	2,60	3,26	2,40	2,85	2,20	2,936	0,587
43	B-35	4	2,86	2,75	2,12	2,24	2,27	3,78	4,45	2,924	0,731
44	B-36	3	2,02	1,26	1,18	1,24	5,56	2,13	1,40	2,113	0,704
45	B-37	3	1,49	1,15	1,10	1,31	1,10	1,72	0,90	1,253	0,418
46	B-38	2	1,38	1,26	1,03	1,42	0,95	1,15	0,98	1,167	0,584
47	B-39	5	3,30	3,10	3,14	3,11	3,08	3,38	2,89	3,143	0,629
48	B-40	3	1,90	1,67	1,47	3,36	1,45	1,62	1,50	1,853	0,618
49	B-41	5	3,30	2,90	2,75	2,61	2,36	2,40	2,20	2,646	0,529
50	B-42	3	2,61	2,60	2,89	2,75	2,15	2,80	2,61	2,630	0,877
51	B-43	3	2,84	1,68	2,02	2,34	1,62	2,42	1,79	2,101	0,700
52	B-44	2	3,70	1,35	1,95	1,97	0,48	1,75	1,63	1,833	0,916
53	B-45	5	3,46	2,21	1,60	2,37	2,77	2,16	2,08	2,379	0,476
54	B-46	3	2,00	2,35	1,33	1,36	1,38	2,72	2,45	1,941	0,647
55	B-47	1	1,33	0,46	2,20	1,21	0,97	2,62	2,48	1,610	1,610
56	B-48	4	3,71	2,29	2,14	1,30	1,58	3,35	2,76	2,447	0,612
57	B-49	6	4,85	4,60	3,71	3,80	3,70	3,30	3,00	3,851	0,642
58	B-50	3	2,15	1,75	0,52	0,74	2,02	1,48	1,63	1,470	0,490
59	B-51	3	2,48	1,65	1,78	1,41	0,62	1,53	1,49	1,566	0,522
60	B-52	6	6,00	4,45	4,10	5,09	3,20	5,49	3,70	4,576	0,763
61	B-53	5	3,11	2,60	1,58	2,77	1,92	3,08	1,21	2,324	0,465
62	B-54	5	3,64	2,28	2,36	3,38	2,63	1,76	2,78	2,690	0,538
63	B-55	4	2,33	3,82	3,21	3,60	1,84	1,55	2,35	2,671	0,668
64	B-56	3	1,27	0,59	0,96	3,36	2,45	1,89	2,06	1,797	0,599
65	B-57	4	2,94	2,41	1,33	3,71	2,14	2,31	1,86	2,386	0,596
66	B-58	3	2,57	1,86	2,04	2,67	2,14	2,47	1,22	2,139	0,713

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Tabla 5. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato C

No.	Código	Habitantes	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPCv
			D	L	M	M	J	V	S		
67	C-01	1	0,54	0,39	0,33	0,51	0,57	0,54	0,21	0,441	0,441
68	C-02	5	2,28	2,17	2,49	1,76	2,45	2,77	2,57	2,356	0,471
69	C-03	5	2,57	2,35	4,25	2,05	2,28	2,31	1,64	2,493	0,499
70	C-04	6	2,75	2,54	2,66	2,70	2,32	2,50	1,88	2,479	0,413
71	C-05	2	1,42	1,34	1,06	1,08	0,90	0,63	0,47	0,986	0,493
72	C-06	4	2,10	0,47	0,80	0,40	1,32	2,77	1,36	1,317	0,329
73	C-07	2	1,66	1,49	1,27	1,35	1,19	0,82	1,28	1,294	0,647
74	C-08	3	1,57	1,16	1,78	0,82	0,47	0,20	1,12	1,017	0,339
75	C-09	4	2,72	2,50	2,15	2,01	1,81	2,10	2,60	2,270	0,568
76	C-10	3	0,78	1,44	1,33	1,25	1,92	2,43	1,85	1,571	0,524
77	C-11	2	4,10	1,40	1,23	1,12	1,30	1,02	0,72	1,556	0,778
78	C-12	3	2,80	2,38	1,91	1,77	1,47	0,93	1,58	1,834	0,611
79	C-13	5	3,75	2,57	2,31	2,45	1,90	1,81	2,36	2,450	0,490
80	C-14	2	1,26	0,97	0,66	1,10	0,35	1,66	0,40	0,914	0,457
81	C-15	5	3,18	1,31	1,80	1,23	0,35	1,49	1,07	1,490	0,298
82	C-16	4	3,30	2,40	2,00	2,15	2,18	2,35	2,85	2,461	0,615
83	C-17	3	1,47	1,62	1,74	2,25	5,50	2,11	1,26	2,279	0,760
84	C-18	4	2,50	2,03	1,92	1,71	2,40	2,30	2,71	2,224	0,556
85	C-19	4	2,13	1,87	1,23	2,30	1,32	2,06	0,20	1,587	0,397
86	C-20	2	1,44	1,22	1,08	1,30	1,70	3,38	1,01	1,590	0,795
87	C-21	3	2,51	1,13	1,26	1,66	1,34	1,88	1,40	1,597	0,532
88	C-22	3	2,56	1,15	1,87	2,17	1,63	1,31	1,35	1,720	0,573
89	C-23	6	3,80	2,52	2,31	2,05	2,45	2,21	2,10	2,491	0,415
90	C-24	3	2,35	1,76	1,12	1,80	1,26	1,12	0,76	1,453	0,484
91	C-25	4	2,47	2,31	1,62	2,46	2,50	3,29	2,71	2,480	0,620
92	C-26	3	2,38	2,03	1,53	1,51	1,17	2,35	1,33	1,757	0,586
93	C-27	2	1,26	0,64	0,98	1,18	0,15	1,20	0,22	0,804	0,402
94	C-28	3	1,95	1,47	1,51	2,38	2,16	2,05	2,43	1,993	0,664
95	C-29	3	2,11	1,68	1,45	1,93	1,70	2,00	1,33	1,743	0,581
96	C-30	4	2,30	2,20	2,10	2,24	1,42	2,50	1,64	2,057	0,514
97	C-31	6	3,80	3,20	2,45	2,30	2,13	2,44	1,20	2,503	0,417

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Tabla 6. Pesos diarios y producción per cápita promedio del estrato D

No.	Código	Habitantes	Peso (kg)							Promedio Aritmético	PPCv
			D	L	M	M	J	V	S		
98	D-01	4	2,04	0,70	0,58	1,78	1,11	1,48	1,74	1,347	0,337
99	D-02	7	5,20	3,90	3,10	2,52	2,67	2,00	2,35	3,106	0,444
100	D-03	4	2,45	1,95	1,40	1,19	1,12	1,55	0,55	1,459	0,365
101	D-04	4	2,59	1,55	1,60	2,39	0,72	0,95	1,18	1,569	0,392
102	D-05	5	3,30	2,61	2,23	2,28	2,10	1,32	1,26	2,157	0,431
103	D-06	6	4,14	3,90	3,40	3,20	2,45	2,20	2,10	3,056	0,509

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Es importante considerar que, durante la recolección de residuos sólidos, pueden presentarse diversos inconvenientes, tal como se señala en el libro que fundamenta la metodología utilizada. En este estudio, fue posible analizar prácticamente la totalidad del número de muestras establecido en la Sección 3.3.2. Esto se logró gracias a la sensibilización de los participantes respecto a la relevancia de la investigación y su contribución al desarrollo urbanístico del cantón.

Sin embargo, en la casa B-21 no se pudieron tomar los datos de los días viernes y sábado por problemas que surgieron de imprevisto. Esto hizo que esa vivienda fuera la única excepción dentro de todo el proceso de registro. Sin embargo, la ausencia de esta información no se considera representativa, ya que estos posibles inconvenientes fueron contemplados previamente mediante la aplicación de un margen de mayoración del 30 % al número total de muestras. Así mismo, como se evidencia en la Tabla 2, el estrato B presenta un mayor número de muestras, lo cual se relaciona con el porcentaje elevado obtenido en la caracterización urbanística.

4.3.2 PPC de los RSU sin considerar valores atípicos

La PPC calculada en las tablas presentadas en la Sección 4.3.1 incluye valores atípicos que podrían influir negativamente en la toma de decisiones para el diseño de un plan de gestión de RSU. Por este motivo, se procedió a identificar dichos valores con el fin de eliminar posibles sesgos estadísticos y obtener una estimación más precisa y representativa de las condiciones reales del cantón.

Para ello, mediante el uso del software estadístico Minitab, se elaboraron diagramas de cajas y bigotes que permitieron detectar los valores atípicos y excluirlos del análisis para el cálculo definitivo de la PPC (ver Anexo 6). Los resultados correspondientes se presentan en la

Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10, donde se resaltan los valores atípicos identificados para cada ESE.

Tabla 7. Producción per cápita con valores atípicos del estrato A

No.	Código	PPC (kg/hab*día)							PPC prom
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
1	A-01	0,825	0,645	0,590	0,735	0,623	0,683	1,025	0,732
2	A-02	0,523	0,405	0,428	0,348	0,875	0,480	0,698	0,536
3	A-03	0,643	0,653	0,595	0,825	0,738	0,773	0,835	0,723
4	A-04	0,788	0,783	0,770	0,788	0,530	0,533	0,793	0,712
5	A-05	0,477	0,390	0,303	0,453	0,643	0,293	0,507	0,438
6	A-06	0,593	0,475	0,525	0,640	0,553	0,593	0,678	0,579
7	A-07	1,333	0,360	0,333	0,387	0,350	0,410	0,493	0,524
8	A-08	0,780	0,690	0,636	0,700	0,750	0,780	0,850	0,741

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Tabla 8. Producción per cápita con valores atípicos del estrato B

No.	Código	PPC (kg/hab*día)							PPC prom
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
9	B-01	0,790	0,652	0,658	0,602	0,568	0,622	0,676	0,653
10	B-02	0,717	0,413	0,493	0,557	0,450	0,637	0,763	0,576
11	B-03	0,580	0,486	0,472	0,522	0,434	0,456	0,498	0,493
12	B-04	0,640	0,557	0,493	0,597	0,407	0,620	0,617	0,561
13	B-05	0,560	0,493	0,410	0,400	0,430	0,538	0,603	0,490
14	B-06	0,733	0,680	0,750	0,907	0,567	0,763	0,947	0,764
15	B-07	1,240	0,870	0,580	1,070	0,960	1,090	2,900	1,244
16	B-08	0,663	0,600	0,588	0,655	0,648	0,728	0,668	0,650
17	B-09	0,870	0,656	0,598	0,680	0,622	0,670	0,742	0,691
18	B-10	1,030	0,870	0,755	0,810	0,690	0,875	1,060	0,870
19	B-11	0,635	0,620	0,530	0,668	0,583	0,600	0,625	0,609
20	B-12	0,817	0,770	0,670	0,887	0,693	0,810	0,717	0,766
21	B-13	0,830	0,795	0,500	0,605	0,550	0,700	0,780	0,680
22	B-14	0,680	0,610	0,580	0,643	0,503	0,608	0,678	0,614
23	B-15	0,652	0,552	0,450	0,522	0,486	0,566	0,616	0,549
24	B-16	0,568	0,518	0,500	0,460	0,430	0,440	0,480	0,485
25	B-17	0,682	0,593	0,532	0,627	0,542	0,620	0,787	0,626
26	B-18	0,900	0,640	0,597	0,667	0,590	0,867	0,750	0,716
27	B-19	0,857	0,677	0,710	0,790	0,710	0,667	0,683	0,728
28	B-20	0,790	0,980	0,917	0,770	0,657	0,617	0,680	0,773
29	B-21	1,070	0,930	0,770	0,900	0,670			0,868
30	B-22	0,742	0,582	0,586	0,646	0,468	0,454	0,520	0,571
31	B-23	1,110	0,630	0,840	1,070	2,760	2,910	2,490	1,687
32	B-24	1,113	0,568	0,603	0,708	0,655	0,523	0,500	0,667

33	B-25	0,875	0,750	0,700	0,580	0,630	0,945	0,700	0,740
34	B-26	0,950	0,930	0,610	1,820	0,485	0,500	0,550	0,835
35	B-27	0,770	0,700	0,570	0,515	0,860	0,800	0,945	0,737
36	B-28	0,763	0,730	0,617	0,683	0,500	0,577	0,493	0,623
37	B-29	0,704	0,576	0,528	0,654	0,602	0,658	0,656	0,625
38	B-30	0,730	0,597	0,557	0,640	0,687	0,763	0,907	0,697
39	B-31	0,850	0,728	0,683	0,650	0,600	0,713	0,588	0,687
40	B-32	0,603	0,595	0,558	0,523	0,473	0,525	0,625	0,557
41	B-33	0,425	0,350	0,350	0,500	0,538	0,565	0,640	0,481
42	B-34	0,742	0,706	0,520	0,652	0,480	0,570	0,440	0,587
43	B-35	0,715	0,688	0,530	0,560	0,568	0,945	1,113	0,731
44	B-36	0,673	0,420	0,393	0,413	1,853	0,710	0,467	0,704
45	B-37	0,497	0,383	0,367	0,437	0,367	0,573	0,300	0,418
46	B-38	0,690	0,630	0,515	0,710	0,475	0,575	0,490	0,584
47	B-39	0,660	0,620	0,628	0,622	0,616	0,676	0,578	0,629
48	B-40	0,633	0,557	0,490	1,120	0,483	0,540	0,500	0,618
49	B-41	0,660	0,580	0,550	0,522	0,472	0,480	0,440	0,529
50	B-42	0,870	0,867	0,963	0,917	0,717	0,933	0,870	0,877
51	B-43	0,947	0,560	0,673	0,780	0,540	0,807	0,597	0,700
52	B-44	1,850	0,675	0,975	0,985	0,240	0,875	0,815	0,916
53	B-45	0,692	0,442	0,320	0,474	0,554	0,432	0,416	0,476
54	B-46	0,667	0,783	0,443	0,453	0,460	0,907	0,817	0,647
55	B-47	1,330	0,460	2,200	1,210	0,970	2,620	2,480	1,610
56	B-48	0,928	0,573	0,535	0,325	0,395	0,838	0,690	0,612
57	B-49	0,808	0,767	0,618	0,633	0,617	0,550	0,500	0,642
58	B-50	0,717	0,583	0,173	0,247	0,673	0,493	0,543	0,490
59	B-51	0,827	0,550	0,593	0,470	0,207	0,510	0,497	0,522
60	B-52	1,000	0,742	0,683	0,848	0,533	0,915	0,617	0,763
61	B-53	0,622	0,520	0,316	0,554	0,384	0,616	0,242	0,465
62	B-54	0,728	0,456	0,472	0,676	0,526	0,352	0,556	0,538
63	B-55	0,583	0,955	0,803	0,900	0,460	0,388	0,588	0,668
64	B-56	0,423	0,197	0,320	1,120	0,817	0,630	0,687	0,599
65	B-57	0,735	0,603	0,333	0,928	0,535	0,578	0,465	0,596
66	B-58	0,857	0,620	0,680	0,890	0,713	0,823	0,407	0,713

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Tabla 9. Producción per cápita con valores atípicos del estrato C

No.	Código	PPC (kg/hab*día)							PPC prom
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
67	C-01	0,540	0,390	0,330	0,510	0,570	0,540	0,210	0,441
68	C-02	0,456	0,434	0,498	0,352	0,490	0,554	0,514	0,471
69	C-03	0,514	0,470	0,850	0,410	0,456	0,462	0,328	0,499
70	C-04	0,458	0,423	0,443	0,450	0,387	0,417	0,313	0,413
71	C-05	0,710	0,670	0,530	0,540	0,450	0,315	0,235	0,493
72	C-06	0,525	0,118	0,200	0,100	0,330	0,693	0,340	0,329
73	C-07	0,830	0,745	0,635	0,675	0,595	0,410	0,640	0,647
74	C-08	0,523	0,387	0,593	0,273	0,157	0,067	0,373	0,339
75	C-09	0,680	0,625	0,538	0,503	0,453	0,525	0,650	0,568
76	C-10	0,260	0,480	0,443	0,417	0,640	0,810	0,617	0,524
77	C-11	2,050	0,700	0,615	0,560	0,650	0,510	0,360	0,778
78	C-12	0,933	0,793	0,637	0,590	0,490	0,310	0,527	0,611
79	C-13	0,750	0,514	0,462	0,490	0,380	0,362	0,472	0,490
80	C-14	0,630	0,485	0,330	0,550	0,175	0,830	0,200	0,457
81	C-15	0,636	0,262	0,360	0,246	0,070	0,298	0,214	0,298
82	C-16	0,825	0,600	0,500	0,538	0,545	0,588	0,713	0,615
83	C-17	0,490	0,540	0,580	0,750	1,833	0,703	0,420	0,760
84	C-18	0,625	0,508	0,480	0,428	0,600	0,575	0,678	0,556
85	C-19	0,533	0,468	0,308	0,575	0,330	0,515	0,050	0,397
86	C-20	0,720	0,610	0,540	0,650	0,850	1,690	0,505	0,795
87	C-21	0,837	0,377	0,420	0,553	0,447	0,627	0,467	0,532
88	C-22	0,853	0,383	0,623	0,723	0,543	0,437	0,450	0,573
89	C-23	0,633	0,420	0,385	0,342	0,408	0,368	0,350	0,415
90	C-24	0,783	0,587	0,373	0,600	0,420	0,373	0,253	0,484
91	C-25	0,618	0,578	0,405	0,615	0,625	0,823	0,678	0,620
92	C-26	0,793	0,677	0,510	0,503	0,390	0,783	0,443	0,586
93	C-27	0,630	0,320	0,490	0,590	0,075	0,600	0,110	0,402
94	C-28	0,650	0,490	0,503	0,793	0,720	0,683	0,810	0,664
95	C-29	0,703	0,560	0,483	0,643	0,567	0,667	0,443	0,581
96	C-30	0,575	0,550	0,525	0,560	0,355	0,625	0,410	0,514
97	C-31	0,633	0,533	0,408	0,383	0,355	0,407	0,200	0,417

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Tabla 10. Producción per cápita con valores atípicos del estrato D

No.	Código	PPC (kg/hab*día)							PPC prom
		Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
98	D-01	0,510	0,175	0,145	0,445	0,278	0,370	0,435	0,337
99	D-02	0,743	0,557	0,443	0,360	0,381	0,286	0,336	0,444
100	D-03	0,613	0,488	0,350	0,298	0,280	0,388	0,138	0,365
101	D-04	0,648	0,388	0,400	0,598	0,180	0,238	0,295	0,392
102	D-05	0,660	0,522	0,446	0,456	0,420	0,264	0,252	0,431
103	D-06	0,690	0,650	0,567	0,533	0,408	0,367	0,350	0,509

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

En cuanto a la identificación de valores atípicos en los distintos ESE, se observan variaciones relevantes entre las viviendas analizadas. En el ESE A, únicamente la vivienda A-07 presentó un caso aislado. Por su parte, en el ESE B se concentró la mayor cantidad de datos irregulares, como la vivienda B-47 con cinco registros y la vivienda B-23 con tres, lo que evidencia una mayor variación dentro de este estrato.

Así mismo, en la vivienda C-11 se presentó un valor atípico máximo, mientras que la vivienda C-19 mostró un valor atípico mínimo. En contraste, el ESE D no registró anomalías durante el proceso de evaluación, esto se puede deber a que es el estrato con el menor número de muestras recolectadas.

Posteriormente, utilizando todas las muestras registradas durante los siete días de recolección, se calculó un promedio general por jornada. En la Figura 11 se ilustran estos resultados, donde se comparan las variaciones de PPC obtenidas con el conjunto completo de datos y con la serie depurada tras la eliminación de los valores atípicos identificados.

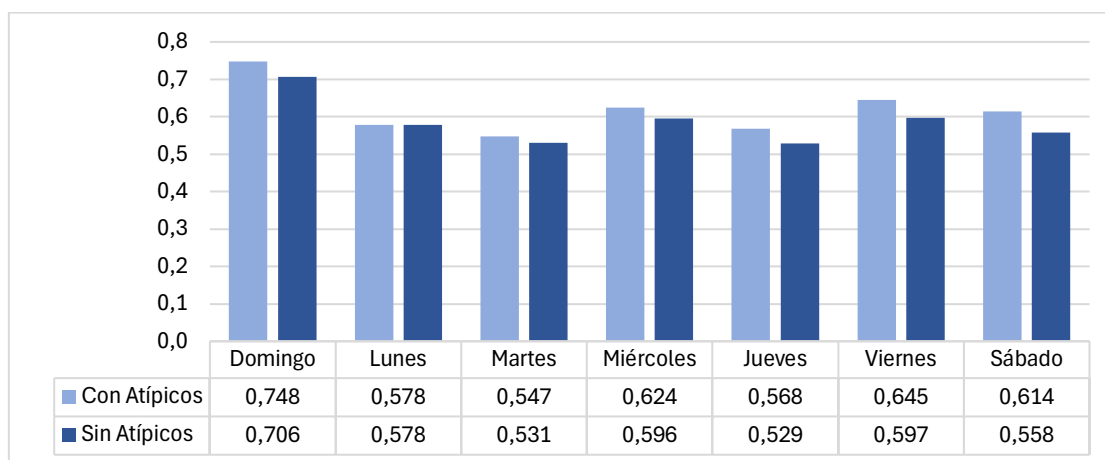


Figura 11. PPC promedio (kg/hab*día) de todas las viviendas

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

En la Figura 11 se puede ver cómo varía la basura que se genera cada día en Baños de Agua Santa, lo cual depende mucho de las costumbres de las familias y el ritmo de la ciudad. El domingo es el día en que más residuos se producen, porque la gente suele cocinar para más personas y limpiar la casa, lo que aumenta los restos de comida y desperdicios no reciclables. Por el contrario, el martes es el día con menos desechos, debido a que las personas pasan más tiempo en sus trabajos o estudios.

También se nota que los domingos, miércoles y viernes la producción de basura sube. Esto pasa por las ferias locales, donde se compran más alimentos y cosas para el hogar, generando más desperdicios que otros días. Esto puede deberse a que las actividades económicas y de comercio de la semana marcan la cantidad de basura que sale de las casas.

Aunque podría esperarse un patrón regular asociado al ritmo laboral, la variación no sigue un ciclo completamente fijo. Esto podría influenciarse a factores cambiantes como el clima o actividades comunitarias puntuales que pueden modificar la rutina habitual de las familias. De igual manera, la comparación entre los valores con y sin atípicos muestra que los registros extremos incrementaban ligeramente la PPC, sobre todo en días asociados a mayor actividad social y comercial. Al eliminarlos, el comportamiento semanal se vuelve más estable y representativo, reduciendo la variabilidad y evitando que picos aislados distorsionen la estimación real del cantón.

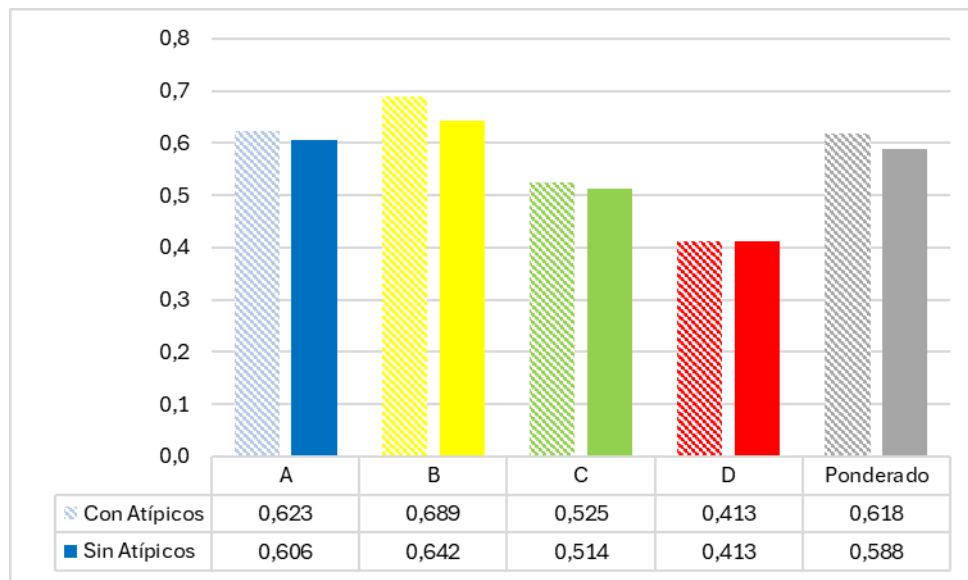


Figura 12. PPC (kg/hab*día) de Baños de Agua Santa por ESE

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

El análisis de la PPC por ESE (Figura 12) evidencia diferencias que responden a las dinámicas cotidianas propias de cada grupo. El estrato B destaca como el de mayor generación,

algo que puede explicarse por la estabilidad de sus hogares y por la facilidad para regresar a casa a cocinar gracias a las distancias cortas dentro del cantón. El estrato A por su parte, presenta un comportamiento similar, influido por la presencia de personal doméstico que mantiene una actividad constante en la vivienda, lo cual incrementa la cantidad de residuos orgánicos y de empaque. En contraste, el estrato D registra la menor PPC, probablemente porque muchos de sus habitantes, afectados por la inestabilidad laboral, trabajan en actividades turísticas y pasan gran parte del día fuera, realizando sus comidas en establecimientos del sector.

Dichas diferencias muestran que la situación económica y el estilo de vida influyen en el consumo y en la forma de generar residuos. De manera que, los estratos altos mantienen rutinas en el hogar, mientras que los bajos desarrollan hábitos más activos fuera de la vivienda.

Por otra parte, el análisis estadístico muestra la importancia de eliminar valores atípicos para obtener un resultado más confiable del comportamiento real de las viviendas analizadas.

4.3.3 Análisis de varianza ANOVA en la PPC de los RSU

A continuación, se llevó a cabo el análisis estadístico ANOVA utilizando el software Minitab, con el propósito de determinar si existen diferencias significativas en la PPC correspondiente a cada ESE. Para ello, se consideró como variable dependiente la PPC (cuantitativa, expresada en kg/hab*día) y como variable independiente los ESE. Así mismo, se planteó como hipótesis nula (H_0) que todas las medias de la PPC son iguales, adoptándose un nivel de significancia (α) del 5 %.

La elección de este nivel de significancia responde a las limitaciones prácticas asociadas a los estudios de caracterización de RSU. En teoría, estos estudios requieren la toma de múltiples muestras distribuidas en varios días para reducir la alta variabilidad diaria en la generación de residuos y obtener estimaciones más estables. Sin embargo, la evidencia investigativa ha demostrado que dicha variabilidad tiende a mantenerse elevada incluso durante períodos prolongados. Dado que esta extensión resulta inviable por las restricciones logísticas y presupuestarias propias de países en desarrollo, se adopta el nivel de confianza estándar del 95 % como criterio metodológico. Esto permite asegurar la reproducibilidad de futuros estudios y facilitar procesos de planificación y contratación bajo condiciones realistas de tiempo y recursos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. *Análisis ANOVA de la PPC*

Cantón	Valor F	Valor p
Baños de Agua Santa	40,27	0,00

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

El análisis de varianza mostró diferencias claras en la PPC entre los ESE de Baños de Agua Santa, con un valor F de 40,27 y p menor a 0,05. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula y confirma que el nivel socio económico influye de manera significativa en la generación de residuos.

4.3.4 Prueba de Tukey en la PPC de los RSU

Dado que el análisis estadístico confirmó la existencia de diferencias significativas entre los valores de PPC correspondientes a los distintos ESE, se aplicó posteriormente la Prueba de Tukey con el propósito de identificar qué estratos presentan relaciones estadísticamente diferenciadas entre sí. Los resultados detallados de este análisis se muestran a continuación en la Tabla 12 y la Figura 13, las cuales sintetizan los contrastes específicos entre grupos.

Tabla 12. *Prueba de Tukey de la PPC*

ESE	PPC prom (kg/hab*día)	Agrupación
B	0,637	A
A	0,610	A
C	0,515	B
D	0,413	C

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

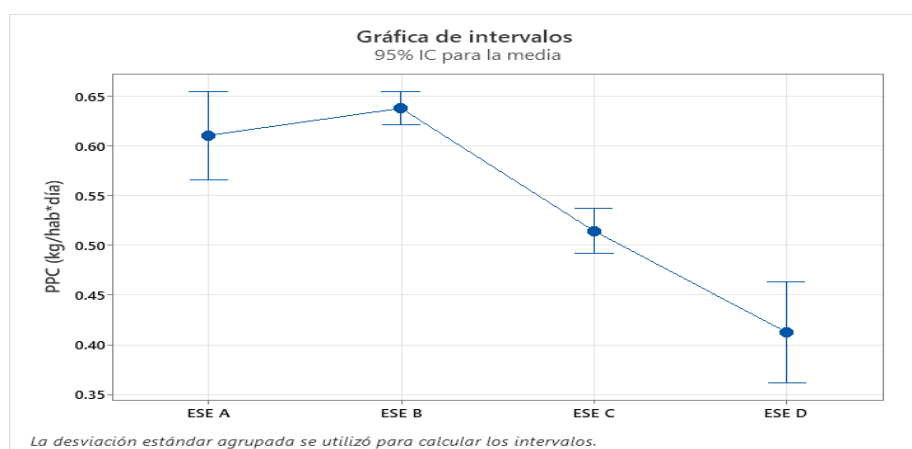


Figura 13. *Gráfica de intervalos de la PPC*

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

La prueba post-hoc de Tukey (Figura 13), permitió identificar las diferencias específicas entre los estratos. La agrupación resultante mostró que los ESE A y B comparten el mismo grupo homogéneo (letra A), lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Por su parte, el ESE C forma un grupo independiente (letra B), y el ESE D otro grupo distinto (letra C). En consecuencia, esto confirma diferencias significativas entre los estratos de mayor nivel socio económico (A y B) y los de menor nivel (C y D) e incluso entre ellos.

Además, los estratos A y B presentan niveles de PPC entre un 18 % y un 54 % superiores a los observados en los estratos C y D, lo que revela un marcado gradiente socio económico a mayor ESE, mayor PPC de RSU. Este comportamiento es coherente con lo señalado por Kaza et al. [18], quienes relacionan el incremento del poder adquisitivo con patrones de consumo más intensivos, especialmente productos empaquetados, alimentos procesados y bienes de corta vida útil o desechables.

Se puede notar que los sectores con más recursos económicos, identificados como grupos A y B, generan casi la misma cantidad de basura. En cambio, en los grupos C y D la producción de desechos es más baja, posiblemente porque consumen menos productos o tienen la cultura de reutilización.

Estos datos demuestran que el nivel socio económico de las familias influye en la cantidad y generación de basura. Se debe tomar en cuenta para organizar y planificar un sistema de gestión de residuos.

4.3.5 Análisis comparativo de la PPC de Baños de Agua Santa

A continuación, se presenta una comparación del valor ponderado de la PPC obtenido en la Sección 4.3.2 con poblaciones medianas del Ecuador (8.000 a 30.000 habitantes) definido por Arellano et al., [1]. Así mismo, se contrastan estos resultados con los de diversos autores con el propósito de validar la metodología aplicada y contextualizar la magnitud de la PPC estimada. La Figura 14 y Figura 15 ilustran de mejor manera estas comparaciones.

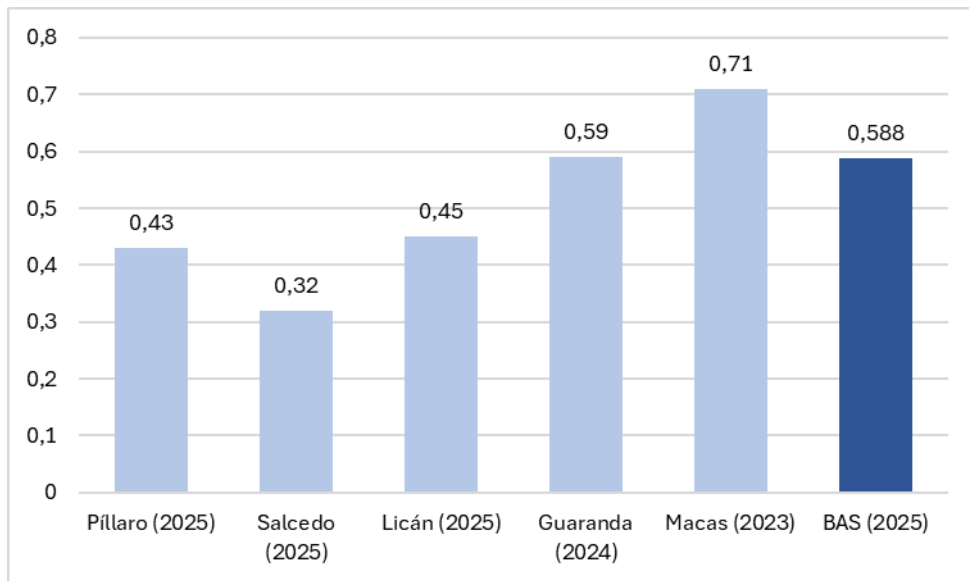


Figura 14. Comparación de la PPC (kg/hab*día) con poblados medianos del Ecuador

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La comparación de la PPC entre los distintos cantones (Figura 14) evidencia una variabilidad marcada pese a que todos corresponden a un mismo rango poblacional. Tal que, Macas presenta la PPC más alta (0,71 kg/hab*día), mientras que Salcedo registra la más baja (0,32 kg/hab*día). Esta diferencia notable entre cantones que comparten características demográficas similares sugiere que la PPC no mantiene una relación directa con la demografía ecuatoriana. Más bien, apunta a la influencia de otros factores locales (socio económicos o incluso funcionales) que podrían modular los niveles de generación de residuos en cada territorio.

Por otro lado, en Baños de Agua Santa se obtuvo una PPC de 0,588 kg/hab*día. Este valor resulta muy cercano al registrado en Guaranda con 0,59 kg/hab*día. Dicha comparación es relevante porque, aunque Guaranda pertenece a otra provincia, los valores se mantienen semejantes. Por tal coincidencia se sugiere que la ubicación provincial no influye de manera decisiva en la generación de RSU.

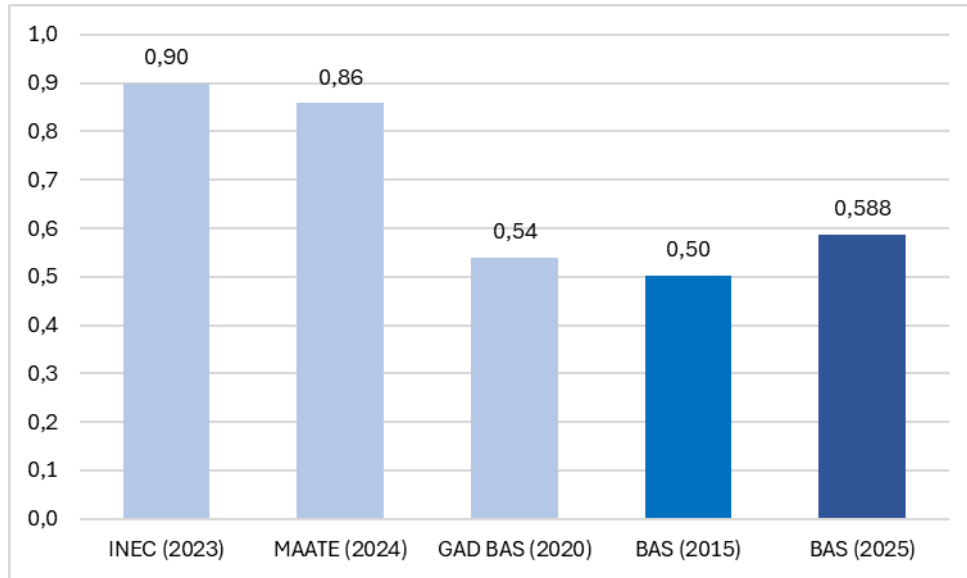


Figura 15. Comparación de la PPC (kg/hab*día) con otros autores

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Se puede notar en la Figura 15 una diferencia clara en los valores de PPC reportados por diversas fuentes, lo cual se debe nuevamente a las diferentes metodologías de cálculo. En este contexto, los datos nacionales publicados por el INEC (2023) y el MAATE (2024) muestran valores mucho más elevados que los obtenidos para Baños de Agua Santa, ya que se basan en promedios generales que no consideran las condiciones propias del cantón. Como consecuencia, estas diferencias tienden a sobredimensionar proyectos e infraestructuras puesto que no se ajustan de forma adecuada a la realidad local.

Otra fuente de variabilidad observable en el gráfico es la diferencia en los años de estudio. La PPC reportada tiende a incrementarse con el tiempo, tendencia que se confirma al comparar la evolución de Baños entre 2015 y 2025. Esta trayectoria creciente sugiere que, a lo largo de una década, la PPC aumenta proporcionalmente al paso del tiempo con una tasa de crecimiento anual del 0,85 % (Tabla 13), posiblemente debido a cambios en patrones de consumo, expansión de la actividad turística o transformaciones socio económicas. Este comportamiento ha sido respaldado por otros estudios, como el realizado en Chambo por Ogoña [11], donde también se observa que el incremento de la PPC (1 % anual) sigue una tendencia ascendente.

Tabla 13. Tasa de crecimiento anual de la PPC de Baños de Agua Santa y Chambo

Ciudad	Fuente	Año	PPC	Tasa de crecimiento anual	
			(kg/hab*día)	(kg/hab*día-año)	(%)
BAS	Cepeda & Costales	2025	0,59	0,009	0,85 %
	Pérez	2015	0,50		
Chambo	González & Gavilanes	2024	0,42	0,010	1,00 %
	Ogoña	2014	0,32		

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

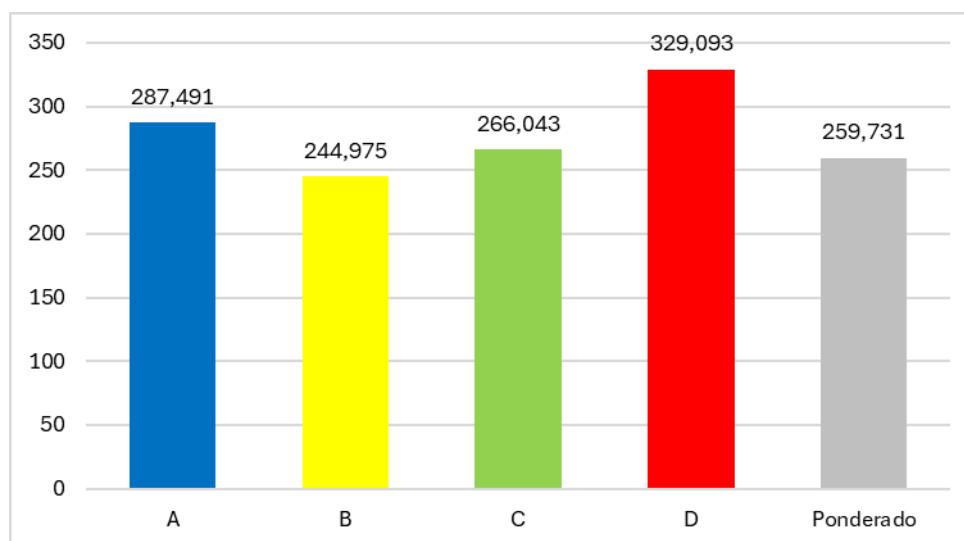
4.4 Densidad suelta de los RSU del cantón Baños de Agua Santa

Los resultados de la densidad suelta obtenidos para los diferentes ESE se presentan en la Tabla 14 y se ilustran de forma más clara en la Figura 16, permitiendo visualizar las variaciones entre grupos y la tendencia general asociada al nivel socio económico.

Tabla 14. Densidad suelta diaria y ponderada

ESE	Densidad suelta (kg/m ³)							% Mz	Promedio Aritmético
	D	L	M	M	J	V	S		
A	354,783	215,130	357,130	224,870	313,826	278,043	268,652	7,98%	287,491
B	238,261	270,391	269,087	230,913	208,174	314,522	183,478	56,44%	244,975
C	353,043	84,565	316,087	194,174	358,087	346,435	209,913	29,45%	266,043
D	232,174	393,565	351,565	308,174	363,913	339,913	314,348	6,13%	329,093
								Ponderado	259,731

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

**Figura 16.** Densidad suelta (kg/m³) por ESE

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 16 muestra variaciones claras en la densidad suelta de los residuos según el ESE. El estrato D presenta la densidad más alta, mientras que el estrato B registra la más baja. Esta variación ocurre porque en las casas con menos ingresos la basura se compone más que nada de sobras de comida y productos sin procesar. Estos desechos suelen pesar bastante debido a que tienen mucha humedad acumulada y no ocupan tanto espacio, lo que hace que la densidad final aumente. En cambio, en las familias de nivel medio o alto es más común hallar plásticos, cartones y restos de productos envasados. Como estos materiales reciclables son livianos, pero abultan mucho, la densidad de la muestra termina siendo más baja en comparación con los sectores de nivel bajo.

Así mismo, analizando esta tendencia, se puede observar que mientras más bajo es el nivel socio económico, mayor es la densidad de los residuos generados. Esto se debe a que la composición de la basura en esos hogares está marcada por materiales orgánicos y pesados. Pese a esto, el estrato A tiene un comportamiento distinto y su densidad es más alta que la del estrato B. Esto puede pasar porque las familias con más ingresos, aunque usan muchos empaques, también tiran bastantes desperdicios orgánicos frescos. Por ejemplo, generan restos de jardín, frutas y verduras que aportan mucho peso y humedad a la basura, haciendo que el resultado final sea más denso de lo que se esperaba originalmente.

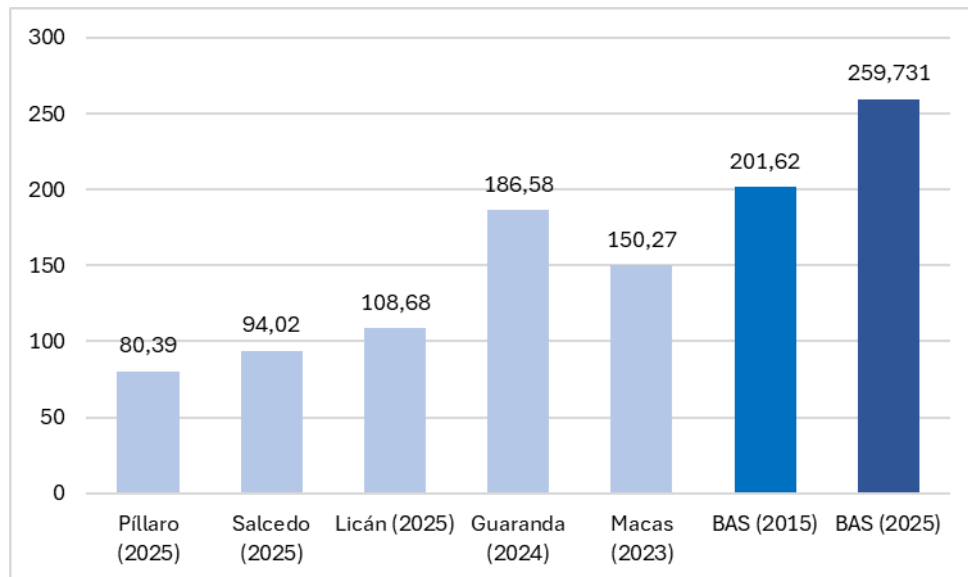


Figura 17. Comparación de la densidad (kg/m³) con poblados medianos del Ecuador

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 17 evidencia que el presente estudio alcanza la mayor densidad suelta frente a los otros poblados analizados, aplicando el mismo enfoque. Esta jerarquía confirma que, bajo condiciones metodológicas comparables, Baños presenta una fracción de residuos más compacta/densa, asociada típicamente a una mayor proporción de orgánicos respecto de

residuos livianos. La amplia dispersión entre cantones reafirma que, aun tratándose de poblados medianos, la densidad no responde de forma directa al factor demográfico. Lo que sugiere otros factores determinantes como patrones de consumo, composición de residuos o la estacionalidad del lugar.

A diferencia de lo observado en la PPC, donde Baños mostró similitud con Guaranda, en la densidad esa relación no se replica, pues existe una diferencia del 28 %, lo que indica que cantidad per cápita y densidad no necesariamente evolucionan entre cantones con la misma demografía.

El análisis de la variación en Baños de Agua Santa muestra que la densidad aumentó un 22 % durante la última década. Este resultado concuerda con lo planteado por Ogoña [11], quien también observa un crecimiento similar en la densidad suelta de los residuos con el paso del tiempo. De esta manera, se evidencian que la composición de los desechos ha cambiado, y ahora se observa una mayor proporción de materiales que aportan peso, influenciada por nuevas formas de consumo y por transformaciones en las rutinas cotidianas propias de cada cantón.

4.5 Composición física de RSU en el cantón Baños de Agua Santa

Los resultados del porcentaje de componentes de los RSU obtenidos para Baños de Agua Santa se presentan en la Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18, donde se detalla la distribución de cada fracción según su clasificación específica para cada ESE. Es importante señalar que dicha clasificación de componentes responde al sistema metodológico propuesto por Arellano et al., cuyo libro constituye la base conceptual del presente estudio.

Tabla 15. *Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato A*

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	1,72%	1,18%	1,01%	1,37%	1,85%	1,28%	1,25%	1,38%
Botellas y Frascos de vidrio	4,68%	3,97%	3,54%	1,58%	5,65%	2,84%	3,34%	3,66%
Cartón	1,15%	1,32%	1,13%	2,07%	3,08%	0,42%	1,99%	1,60%
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)	0,00%	0,00%	1,06%	0,00%	0,00%	0,48%	0,00%	0,22%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,31%	0,00%	0,27%	0,00%	0,38%	0,00%	0,00%	0,14%
Cuero y Caucho	0,00%	0,35%	1,31%	0,09%	0,32%	0,53%	0,42%	0,43%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,17%	0,23%	1,58%	0,19%	0,75%	1,49%	1,20%	0,80%
Maderas	0,26%	0,26%	1,72%	0,30%	0,34%	0,00%	0,15%	0,43%
Material de construcción - cerámicas (loza)	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	1,28%	0,00%	0,24%
Metales	2,10%	2,43%	3,29%	3,52%	2,92%	3,00%	2,68%	2,85%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	58,14%	61,60%	58,35%	65,07%	55,50%	60,64%	63,57%	60,41%
Papel Bond blanco	0,29%	0,14%	0,22%	0,06%	0,25%	0,13%	0,13%	0,17%
Papel de color	2,91%	3,45%	3,18%	3,43%	3,62%	3,74%	1,77%	3,16%
Papel periódico	4,45%	1,05%	0,77%	1,34%	0,91%	1,28%	0,88%	1,53%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	7,91%	6,87%	5,22%	6,83%	7,22%	7,92%	6,68%	6,95%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,31%	1,11%	0,93%	0,00%	0,63%	0,00%	0,47%	0,49%
Pilas y baterías	0,79%	0,00%	1,51%	0,47%	0,00%	0,69%	0,34%	0,54%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	4,58%	5,12%	6,86%	4,33%	5,68%	5,61%	5,48%	5,38%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2,86%	3,16%	2,62%	2,35%	2,92%	2,98%	2,90%	2,83%
Tetra Pack	1,41%	1,27%	1,02%	1,77%	1,81%	2,02%	1,50%	1,54%
Textiles	1,32%	0,28%	1,04%	0,40%	0,52%	1,68%	0,29%	0,79%
Toallas sanitarias y pañales	4,30%	5,22%	3,16%	4,84%	5,15%	2,00%	4,94%	4,23%
Focos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Otros	0,34%	0,58%	0,22%	0,00%	0,48%	0,00%	0,00%	0,23%

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Tabla 16. *Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato B*

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	1,10%	1,58%	1,47%	1,06%	1,13%	1,11%	1,96%	1,35%
Botellas y Frascos de vidrio	5,79%	5,11%	5,18%	3,05%	2,50%	4,23%	3,63%	4,21%
Cartón	3,14%	2,78%	2,31%	3,21%	1,60%	2,96%	3,26%	2,75%
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)	0,00%	0,95%	0,89%	7,39%	7,21%	4,57%	5,22%	3,75%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,27%	0,00%	1,29%	0,00%	0,93%	3,08%	0,57%	0,88%
Cuero y Caucho	0,89%	0,99%	1,55%	1,60%	1,48%	3,00%	2,03%	1,65%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	2,85%	0,81%	0,41%	1,56%	0,78%	1,51%	1,31%	1,32%
Maderas	1,51%	1,55%	0,92%	1,58%	1,55%	1,20%	1,09%	1,34%
Material de construcción - cerámicas (loza)	0,53%	0,89%	0,00%	0,55%	1,73%	0,86%	1,44%	0,86%
Metales	0,73%	1,47%	1,57%	1,71%	0,75%	1,32%	1,28%	1,26%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	54,15%	57,32%	54,59%	48,62%	53,27%	50,70%	48,36%	52,43%
Papel Bond blanco	2,67%	0,35%	0,64%	2,86%	0,45%	1,86%	1,38%	1,46%
Papel de color	2,99%	3,23%	2,91%	2,96%	2,80%	3,03%	1,91%	2,83%
Papel periódico	1,12%	1,50%	3,09%	3,05%	2,10%	1,35%	1,39%	1,94%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	6,25%	5,63%	6,41%	4,75%	5,61%	5,66%	5,92%	5,75%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,48%	0,48%	0,69%	0,61%	0,65%	0,86%	0,84%	0,66%
Pilas y baterías	0,00%	0,54%	0,41%	0,71%	0,45%	0,54%	0,78%	0,49%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6,29%	6,46%	6,42%	6,30%	6,32%	5,76%	6,26%	6,26%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	0,98%	1,34%	0,88%	1,00%	0,98%	0,99%	1,39%	1,08%
Tetra Pack	0,87%	0,95%	0,97%	0,93%	0,88%	0,88%	1,02%	0,93%
Textiles	4,63%	4,43%	4,76%	4,53%	4,64%	1,43%	4,02%	4,06%
Toallas sanitarias y pañales	2,26%	1,65%	2,30%	1,97%	2,20%	2,17%	2,35%	2,13%
Focos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,92%	2,03%	0,42%
Otros	0,48%	0,00%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	0,20%

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Tabla 17. Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato C

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	1,33%	1,66%	1,59%	1,32%	1,34%	1,67%	1,60%	1,50%
Botellas y Frascos de vidrio	4,63%	5,66%	6,15%	5,20%	4,42%	4,56%	5,83%	5,21%
Cartón	2,98%	3,67%	3,89%	3,23%	3,73%	2,84%	3,20%	3,36%
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)	0,00%	0,68%	0,00%	1,69%	0,93%	0,00%	0,00%	0,47%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,00%	0,00%	0,33%	0,00%	0,00%	0,49%	1,27%	0,30%
Cuero y Caucho	1,14%	1,01%	3,24%	1,98%	1,20%	2,48%	1,52%	1,80%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	1,69%	2,25%	0,90%	1,09%	2,27%	1,78%	2,89%	1,84%
Maderas	0,83%	2,53%	1,06%	0,96%	1,53%	0,22%	1,58%	1,25%
Material de construcción - cerámicas (loza)	2,57%	1,97%	4,19%	3,90%	3,80%	2,59%	3,60%	3,23%
Metales	1,86%	2,13%	2,26%	1,59%	2,31%	2,68%	1,54%	2,05%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	57,15%	53,86%	53,57%	56,76%	56,06%	56,46%	55,26%	55,59%
Papel Bond blanco	2,01%	2,15%	2,26%	2,46%	2,81%	1,87%	1,56%	2,16%
Papel de color	0,60%	1,00%	0,65%	0,57%	1,16%	1,05%	0,69%	0,82%
Papel periódico	0,85%	0,79%	0,53%	0,45%	0,56%	1,34%	0,00%	0,65%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	3,41%	3,23%	3,71%	3,28%	2,89%	3,02%	3,37%	3,27%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	1,01%	1,47%	0,83%	0,71%	0,66%	0,00%	0,00%	0,67%
Pilas y baterías	0,00%	0,58%	0,00%	0,00%	0,17%	0,45%	0,69%	0,27%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6,92%	6,24%	6,94%	7,15%	6,40%	7,37%	7,14%	6,88%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1,47%	0,73%	0,90%	0,80%	0,93%	1,68%	1,46%	1,14%
Tetra Pack	2,11%	1,03%	0,35%	0,29%	0,19%	1,52%	0,17%	0,81%
Textiles	2,01%	2,73%	1,32%	2,58%	2,60%	2,34%	2,62%	2,31%
Toallas sanitarias y pañales	5,24%	4,35%	5,33%	3,99%	3,75%	3,59%	3,33%	4,22%
Focos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,67%	0,10%
Otros	0,18%	0,26%	0,00%	0,00%	0,25%	0,00%	0,00%	0,10%

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Tabla 18. *Porcentaje diario de los componentes físicos en el estrato D*

Componentes	D	L	M	M	J	V	S	Promedio
Botellas de plástico	0,82%	1,00%	0,97%	1,04%	1,07%	0,84%	0,95%	0,96%
Botellas y Frascos de vidrio	0,44%	0,47%	0,50%	0,70%	0,40%	0,54%	0,34%	0,48%
Cartón	1,19%	1,45%	1,12%	1,36%	1,52%	0,98%	1,38%	1,29%
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)	0,00%	0,00%	0,61%	0,00%	0,53%	0,00%	0,00%	0,16%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,40%	0,00%	0,00%	0,48%	0,00%	0,28%	0,23%	0,20%
Cuero y Caucho	0,79%	1,40%	0,73%	1,30%	1,17%	1,13%	1,01%	1,08%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,26%	0,32%	0,00%	0,00%	0,51%	0,39%	0,00%	0,21%
Maderas	0,54%	0,56%	0,77%	0,70%	0,53%	1,02%	0,34%	0,64%
Material de construcción - cerámicas (loza)	0,00%	0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,65%	1,20%	0,40%
Metales	0,97%	1,06%	1,08%	1,06%	0,96%	0,82%	0,97%	0,99%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	73,70%	71,66%	73,48%	75,20%	72,69%	73,91%	72,56%	73,31%
Papel Bond blanco	0,19%	0,17%	0,22%	0,11%	0,16%	0,15%	0,25%	0,18%
Papel de color	0,68%	0,64%	0,77%	0,57%	0,49%	0,69%	0,61%	0,64%
Papel periódico	0,61%	0,42%	0,66%	0,92%	0,68%	0,43%	0,50%	0,60%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	7,19%	7,18%	7,21%	6,89%	7,14%	5,94%	6,81%	6,91%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,26%	0,00%	0,00%	0,82%	0,46%	0,76%	0,00%	0,33%
Pilas y baterías	0,00%	0,41%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,65%	0,18%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6,11%	6,08%	5,78%	5,68%	5,65%	5,76%	5,84%	5,84%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	3,09%	3,18%	2,88%	1,91%	2,94%	2,36%	2,28%	2,66%
Tetra Pack	0,72%	0,79%	0,77%	0,66%	0,75%	1,02%	1,20%	0,85%
Textiles	0,26%	0,39%	0,24%	0,26%	0,33%	0,00%	0,63%	0,30%
Toallas sanitarias y pañales	1,75%	1,89%	1,78%	0,37%	1,51%	1,82%	1,92%	1,58%
Focos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%	0,29%	0,12%
Otros	0,00%	0,00%	0,22%	0,00%	0,51%	0,00%	0,00%	0,10%

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Así mismo, se elaboró un resumen en la Tabla 19 que integra los valores promedios de los porcentajes correspondientes a cada componente de los RSU registrados durante los siete días de muestreo, con el propósito de consolidar la variabilidad diaria observada. Esta tabla incluye además la ponderación respectiva de cada fracción, calculada en función del porcentaje de manzanas establecido en la Sección 4.1, lo que permite obtener una representación más precisa y ajustada de la composición real de los residuos en el área de estudio.

Tabla 19. *Resumen de los componentes físicos y su ponderación*

Componentes	ESE A	ESE B	ESE C	ESE D	Ponderado
Botellas de plástico	1,38%	1,35%	1,50%	0,96%	1,37%
Botellas y Frascos de vidrio	3,66%	4,21%	5,21%	0,48%	4,23%
Cartón	1,60%	2,75%	3,36%	1,29%	2,75%
Componentes de computadoras (PC, monitores, teclados, ratones, cables)	0,22%	3,75%	0,47%	0,16%	2,28%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0,14%	0,88%	0,30%	0,20%	0,61%
Cuero y Caucho	0,43%	1,65%	1,80%	1,08%	1,56%
Infeciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0,80%	1,32%	1,84%	0,21%	1,36%
Maderas	0,43%	1,34%	1,25%	0,64%	1,20%
Material de construcción - cerámicas (loza)	0,24%	0,86%	3,23%	0,40%	1,48%
Metales	2,85%	1,26%	2,05%	0,99%	1,61%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	60,41%	52,43%	55,59%	73,31%	55,28%
Papel Bond blanco	0,17%	1,46%	2,16%	0,18%	1,48%
Papel de color	3,16%	2,83%	0,82%	0,64%	2,13%
Papel periódico	1,53%	1,94%	0,65%	0,60%	1,45%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	6,95%	5,75%	3,27%	6,91%	5,19%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0,49%	0,66%	0,67%	0,33%	0,63%
Pilas y baterías	0,54%	0,49%	0,27%	0,18%	0,41%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	5,38%	6,26%	6,88%	5,84%	6,35%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2,83%	1,08%	1,14%	2,66%	1,33%
Tetra Pack	1,54%	0,93%	0,81%	0,85%	0,94%
Textiles	0,79%	4,06%	2,31%	0,30%	3,06%
Toallas sanitarias y pañales	4,23%	2,13%	4,22%	1,58%	2,88%
Focos	0,00%	0,42%	0,10%	0,12%	0,27%
Otros	0,23%	0,20%	0,10%	0,10%	0,17%
Sumatoria	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Con el fin de realizar una discusión más precisa sobre la variación porcentual de los componentes, se realizó una agrupación en cuatro categorías: orgánicos, potencialmente reciclables, potencialmente reciclables a futuro y no reciclables. Esta clasificación permite una interpretación más comprensible y orientada sobre su asociación con la separación en la fuente. Dado que los residuos orgánicos constituyen la fracción más representativa, se los analizó de manera diferenciada por estratos, con el propósito de compararlos directamente con la densidad

suelta y determinar posibles relaciones. Este procedimiento se muestra en la Figura 18, Figura 19, Figura 20 y Figura 21.

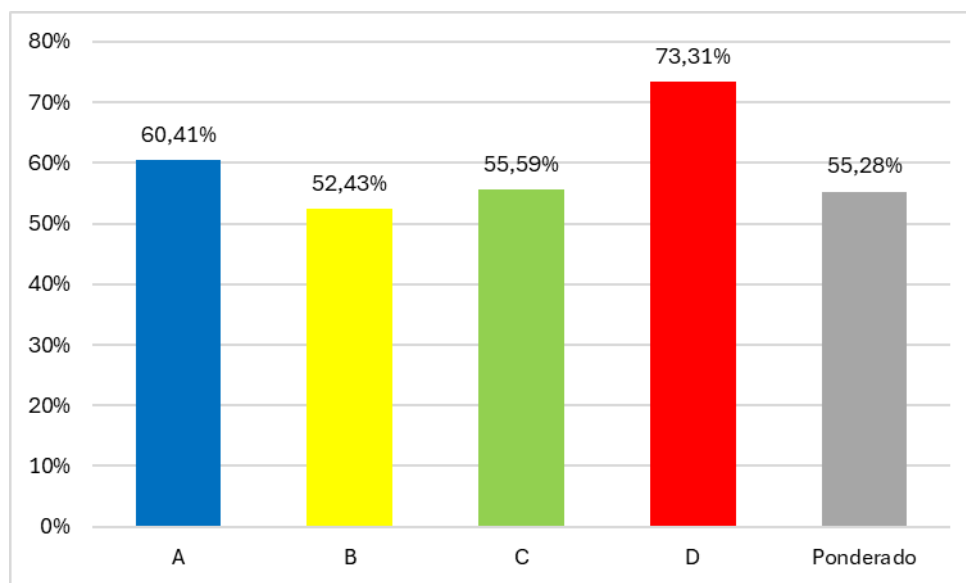


Figura 18. *Componente Orgánico por estratos (%)*

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Como se observa en la Figura 18, la distribución del componente orgánico en los RSU de Baños de Agua Santa muestra diferencias claras entre los estratos, relacionadas tanto por condiciones socio económicas como por hábitos de consumo, lo que influye directamente en las estrategias de manejo. En particular, el estrato D presenta el mayor porcentaje de materia orgánica, mientras que el estrato B registra el menor. Esta diferencia coincide con lo observado en la densidad suelta (Figura 16), ya que la fracción orgánica, por su humedad y facilidad para compactarse, aumenta la masa volumétrica de los residuos y se convierte en el componente más denso dentro de su clasificación.

Además, se comprueba lo expuesto por Peña et al. [23] ya que existe una relación directa entre la densidad suelta y la composición orgánica, independientemente de qué estrato se analice. Es decir, a mayor contenido orgánico, mayor densidad. Esto ayuda a entender qué componente predomina cuando se almacenan o se procesan los desechos. Cabe recalcar la importancia de considerar esta variable como un parámetro relevante en la gestión de los RSU.

Por otra parte, en la Figura 18 se determina un valor promedio ponderado de los residuos orgánicos similar a lo expuesto por el Ministerio del Medio Ambiente en Chile [24] donde se verifica que estos componentes abarcan más de la mitad del total de los RSU.

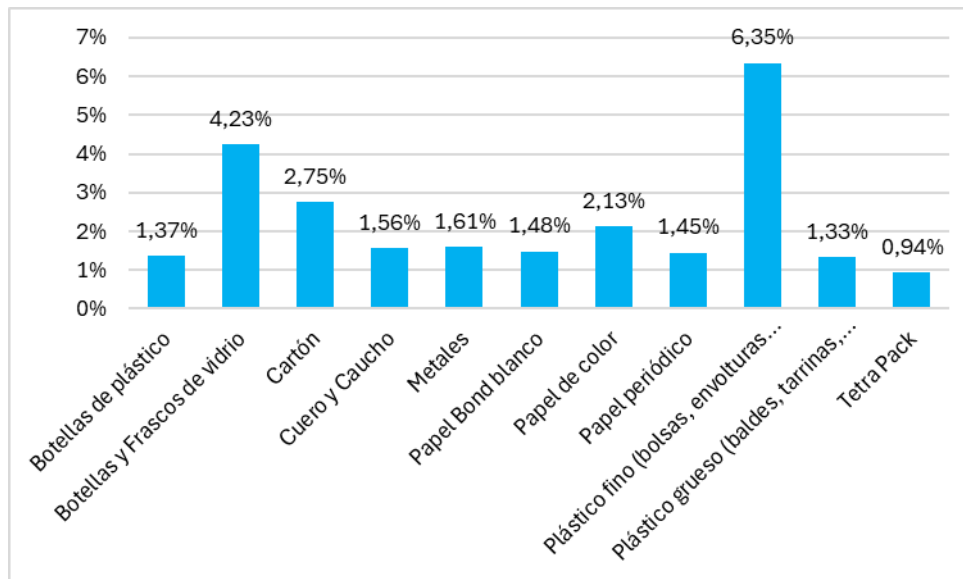


Figura 19. Componentes potencialmente reciclables (%)

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Como se puede apreciar en la Figura 19, el plástico fino aparece como la fracción más frecuente en los hogares. Esto es coherente con el uso cotidiano de bolsas, fundas y envolturas para compras y alimentos. Aunque su peso unitario es bajo, su presencia es constante y dispersa en casi todas las viviendas, lo que termina elevando su participación frente a otros materiales.

Luego del análisis, se identificaron los envases de vidrio y el cartón como elementos importantes. El vidrio aparece por el consumo habitual dentro de las viviendas, ya sea que se utilicen botellas retornables o frascos que se tiran tras un solo uso. El cartón, en cambio, llega a las casas principalmente por las compras de productos básicos y los pedidos que se reciben a domicilio, los cuales siempre dejan cajas de este material.

En cambio, el Tetra Pak aparece con menor frecuencia. Una explicación a esto puede darse ya que muchas familias prefieren la leche en polvo o en envases plásticos, además de bebidas y agua en botellas reutilizables.

De igual manera, se hace una distinción clara entre el plástico que es fino y el que es grueso. El plástico fino viene de productos que se usan y se botan de inmediato. Por el contrario, el grueso pertenece a envases mucho más fuertes que las familias guardan por más tiempo antes de decidir deshacerse de ellos.

La Figura 19 muestra que el 25,20 % de los componentes corresponde a materiales potencialmente reciclables. Debido a que, tras su recolección, estos pueden ser separados y procesados para convertirse en nuevas materias primas. Por ejemplo, el vidrio puede fundirse y transformarse en nuevos envases, el cartón puede reprocesarse para fabricar papel reciclado y los plásticos pueden triturarse y reutilizarse en distintos productos.

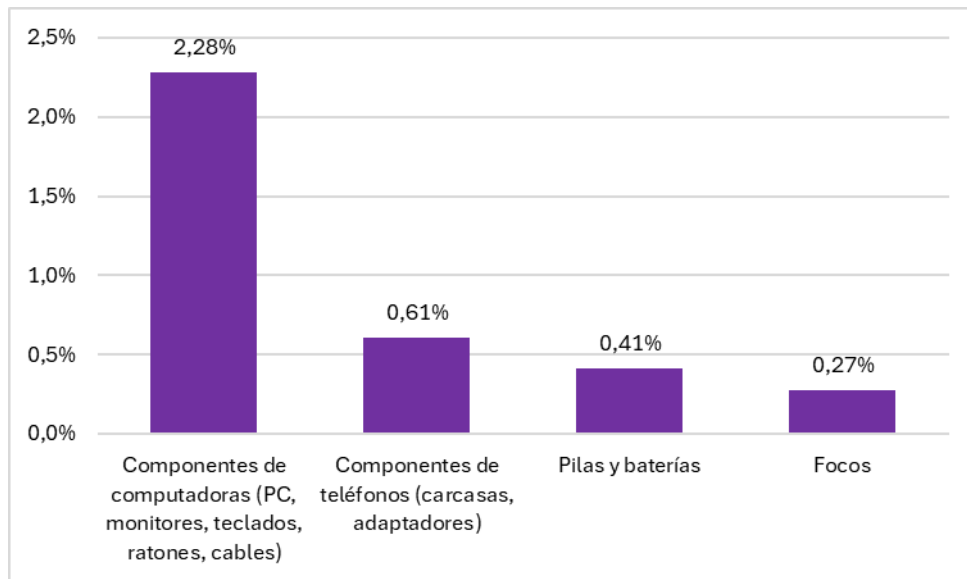


Figura 20. *Componentes potencialmente reciclables a futuro (%)*

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*

Como se observa en la Figura 20, los componentes asociados a computadoras registran el porcentaje más elevado, a pesar de que cabría esperar que el avance tecnológico redundara en equipos de mayor durabilidad y, por ende, en una menor generación de desechos electrónicos. Es preciso insistir en que esta aparente contradicción se explica, en gran medida, por el rápido desfase tecnológico que caracteriza al sector informático; es decir, aunque los dispositivos podrían tener una vida útil técnica más prolongada, las innovaciones constantes en software, aplicaciones y requisitos de rendimiento impulsan renovaciones frecuentes, incluso cuando el hardware aún funciona adecuadamente. Lo cual significa que, en los hogares, los equipos informáticos se descartan no tanto por fallos físicos irreparables, sino por quedar superados frente a nuevas demandas de uso.

Vale la pena señalar a los focos, componente adicional incluido en esta categorización, por su presencia frecuente en las muestras, los cuales poseen la cifra menor. Esto se debe a su mayor durabilidad gracias al uso extendido de tecnologías LED. En cambio, los componentes informáticos se actualizan más rápido, principalmente por necesidades de funcionamiento y tendencias del mercado, y no tanto por el desgaste físico.

El total de componentes obtenidos en la Figura 20 corresponden al 3,57 % considerados reciclables a futuro. Puesto que requieren procesos especializados para separar y recuperar materiales como metales, plásticos o vidrio, los cuales aún no se gestionan de manera amplia en el presente.

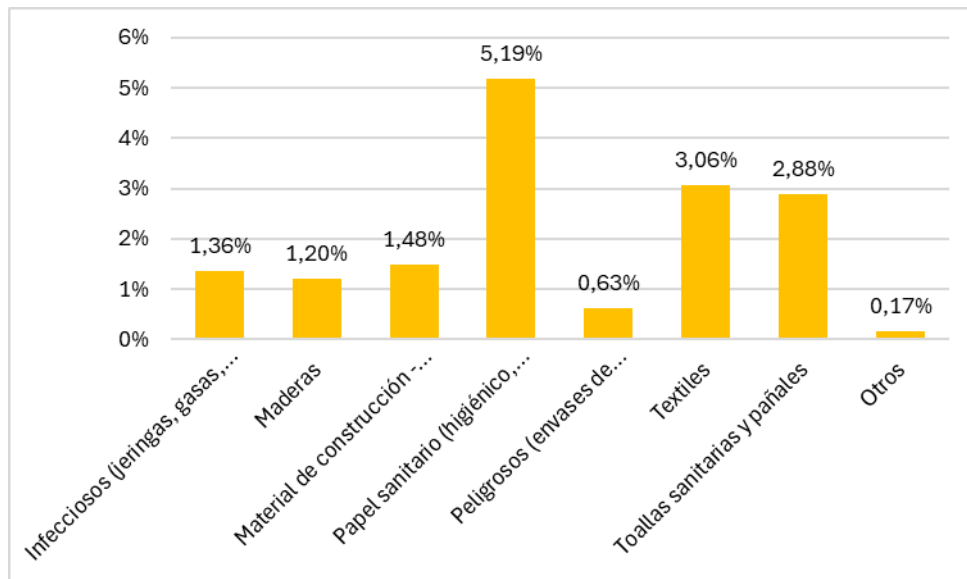


Figura 21. Componentes no reciclables (%)

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 21 muestra que el componente no reciclable más representativo corresponde al papel sanitario, lo cual es coherente con los hábitos de uso en los hogares, ya que constituye un residuo generado diariamente y en volúmenes constantes.

En comparación con las demás categorías, la denominada Otros presenta el porcentaje más bajo. La cual está conformada generalmente por partículas de polvo y algunos objetos variados como velas, limas y artículos de uso ocasional. Además, su aparición no es constante puesto que no están relacionados con actividades cotidianas.

Por su parte, se destacan también los textiles y los productos de higiene, entre los que se encuentran las toallas sanitarias y los pañales. En el caso de los textiles, se refiere a las prendas que se desgastan o la ropa que se desecha después de un tiempo prolongado de uso. La presencia de toallas sanitarias y pañales se relaciona con las rutinas de higiene de cada familia. Lo cual significa que existen hogares con niños o personas mayores.

También se determina que en la Figura 21 el 15,96 % de los desechos corresponde a componentes no reciclables, ya que presentan contaminantes o mezclas de materiales difíciles de separar. Por estas razones no pueden pasar por los procesos de reciclaje ni volver a usarse de manera útil.

4.5.1 Análisis comparativo de la composición física de Baños de Agua Santa

A continuación, se presenta una comparación entre la composición física de los RSU obtenida en este estudio y la reportada por el GADM de Baños de Agua Santa. Así mismo, se contrastan estos resultados con el estudio realizado por Pérez [2] en el mismo lugar. Ambas comparaciones se las realizó con el propósito de validar la metodología aplicada y contextualizar la variación de los componentes durante una década. La Figura 22 y Figura 23 ilustran de mejor manera estas comparaciones.

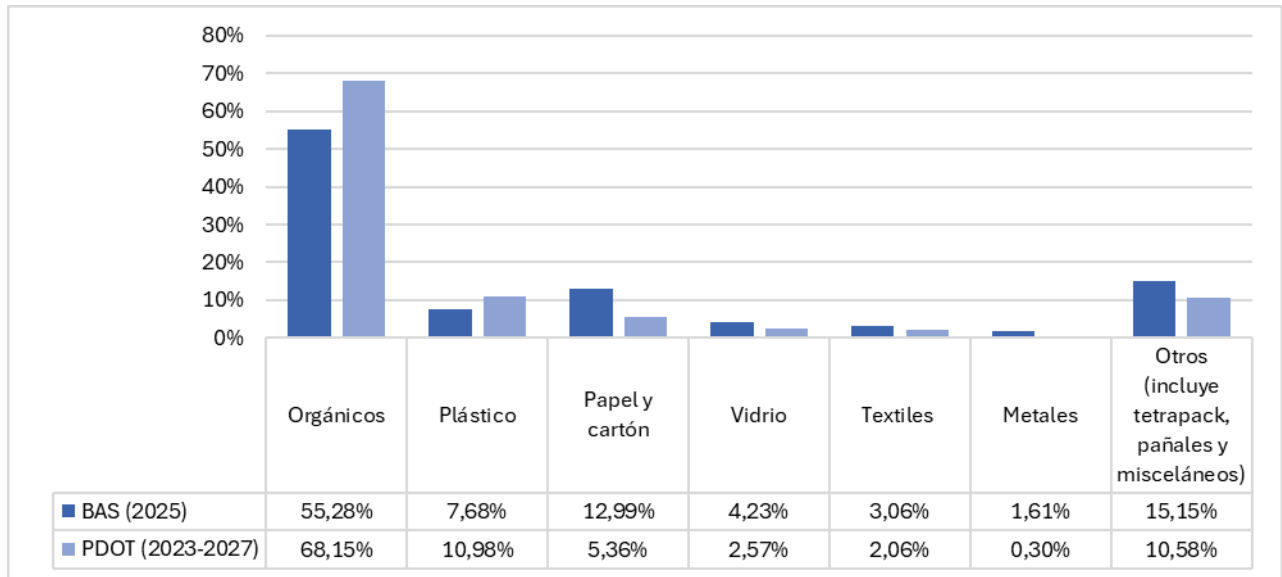


Figura 22. Comparación de la composición física (%) con el GADM BAS

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

En términos generales se puede apreciar en la Figura 22 que sí existe correspondencia entre ambos resultados, ya que la estructura global de la composición se mantiene, con la fracción orgánica como el componente predominante y las fracciones secas en niveles secundarios. Esto indica una coherencia estructural entre ambos conjuntos de datos y sugiere que, a nivel general, los patrones de generación residencial siguen una misma tendencia.

Sin embargo, se observan variaciones en la magnitud de ciertos componentes, particularmente una menor proporción de orgánicos y un mayor peso relativo de algunas fracciones secas en el presente proyecto de investigación. Estas diferencias parecen ser ajustes dentro de una tendencia común, y presumiblemente podrían deberse a variaciones en los periodos de medición, diferencias en la manipulación o humedad del residuo al momento del muestreo (uso de distintas metodologías), o a cambios recientes en prácticas de separación domiciliar que alteran la composición final reportada.

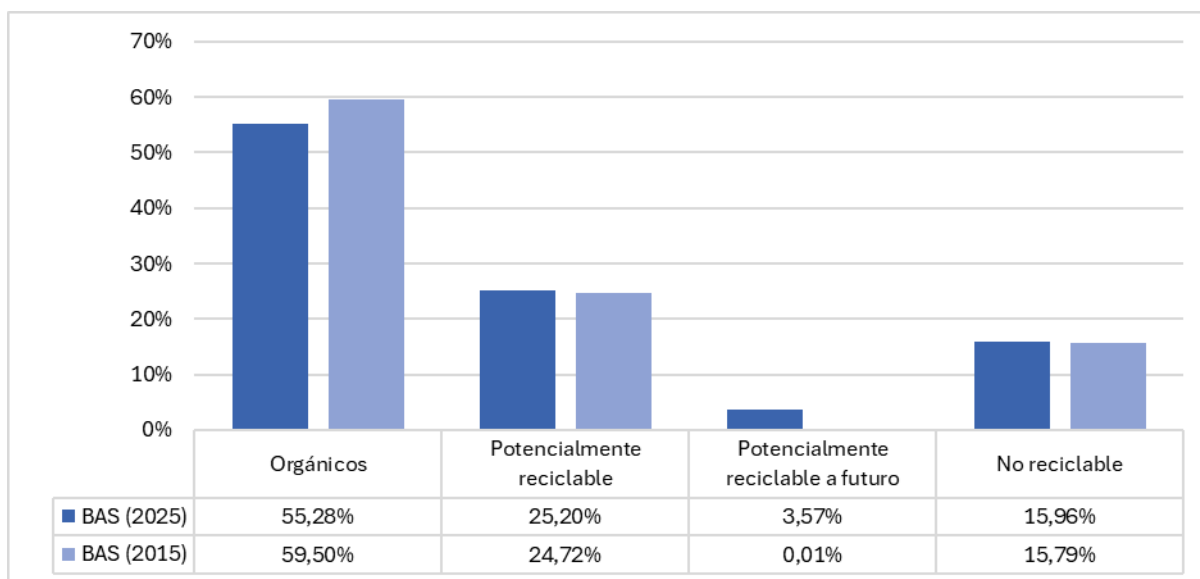


Figura 23. Comparación de la composición física (%) en BAS (2015-2025)

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

La Figura 23 evidencia que, a lo largo de la década comparada, la estructura general de la composición física de los residuos en Baños de Agua Santa se mantiene relativamente estable, sobre todo en los grupos de materiales reciclables y no reciclables. Esto indica que no han cambiado de manera significativa los hábitos de consumo en los hogares. Sin embargo, se observa en la actualidad una ligera reducción en la cifra orgánica, lo cual podría estar relacionado con ajustes en las prácticas de separación en la fuente, mayor aprovechamiento doméstico de restos alimenticios o variaciones en la humedad del residuo, factores que suelen influir en la proporción final reportada.

Por otro lado, se nota que la cantidad de materiales potencialmente reciclables a futuro aumentó. Esto sucede porque ahora hay más residuos de componentes electrónicos, lo cual tiene que ver con que las familias cambian sus aparatos tecnológicos con mucha frecuencia. Aunque este grupo todavía representa una parte pequeña, su aumento deja ver que el tipo de basura está cambiando poco a poco. En cuanto a los materiales no reciclables, estos no variaron casi nada, confirmando que se mantienen los hábitos de consumo de este grupo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se determinó en la caracterización urbanística del cantón Baños de Agua Santa que existen 163 manzanas destinadas al uso residencial en el año 2025. En esta distribución, el estrato B es el más representativo con un 56,44 %, seguido por el estrato C que alcanza el 29,45 %. Por otro lado, los estratos A y D muestran un porcentaje menor, con valores de 7,98 % y 6,13 % respectivamente. Además, se observa un cambio en la estructura social al comparar estos resultados con los obtenidos en el año 2015. Puesto que en dicho periodo se registraron 207 manzanas residenciales, donde el estrato C predominaba con un 50,72 % y el estrato B representaba el 34,30 %. A su vez, las cifras de los estratos D y A en ese año fueron del 14,49 % y el 0,48 % correspondientemente.

En cuanto a la caracterización socio económica en el cantón Baños de Agua Santa se obtuvo un tamaño de los hogares de 3,65 habitantes por vivienda para el año 2025. Donde el estrato C presenta la menor cantidad de personas por hogar, mientras que el estrato D refleja el promedio más alto. Vale la pena señalar que esta cifra se ha mantenido igual al promedio calculado hace una década, en el año 2015.

En el cantón Baños de Agua Santa se determinó que la PPC actual de residuos sólidos urbanos tiene un valor de 0,588 kg/hab*día, superando a la del año 2015, cuando tenía una PPC de 0,503 kg/hab*día. Este incremento indica una tasa de crecimiento promedio anual del 0,85. Por otra parte, se determinó que el coeficiente de máxima producción diaria para el año 2025 presenta un valor de 1,753.

De igual manera, en el año 2025 la densidad suelta de los RSU en el cantón Baños de Agua Santa es de 259,731 kg/m³. Esto presenta un incremento respecto a lo publicado en el año 2015, cuando el valor era de 201,62 kg/m³. Dicho crecimiento equivale a un promedio anual de 5,81 kg/m³ durante la última década. Adicionalmente en la actualidad, el estrato D posee la densidad más alta, a la vez que el estrato B registra el valor más bajo.

En el año 2025 los componentes orgánicos en Baños de Agua Santa alcanzaron un 55,28 %. Si se compara este dato con lo publicado en 2015, se nota una pequeña reducción, ya que en ese entonces la cifra llegaba al 59,50 % del total. Por otro lado, los residuos potencialmente reciclables alcanzan el 25,20 %, un valor muy parecido al 24,72 % publicado hace diez años. También se identificó que los componentes potencialmente reciclables a futuro son de 3,57 %, superando al valor de 0,01 % del estudio anterior. Así pues, los desechos no reciclables se mantienen estables con un 15,96 %, frente al 15,79 % de la década pasada.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos en la presente investigación buscan orientar acciones concretas hacia una gestión más eficiente y sostenible de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el cantón Baños de Agua Santa. Es preciso resaltar que, ante el incremento proporcional observado tanto en la producción per cápita como en la densidad suelta de los residuos durante el periodo 2015-2025, resulta indispensable que el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Baños de Agua Santa fortalezca la capacidad de recolección y transporte mediante la adquisición o adecuación de vehículos compactadores de mayor tonelaje y la optimización de rutas.

El GADM de Baños de Agua Santa debería considerar la creación de ordenanzas que promuevan la separación en la fuente. Dado que es necesario implementar plantas de tratamiento que se encarguen de transformar los restos orgánicos en abono mediante técnicas de compostaje. También se debe disponer de equipos recolectores adecuados para un sistema de rutas de recolección diferenciada de los materiales reciclables. De esta manera, se lograría reducir el volumen de basura que llega al relleno sanitario de Baños de Agua Santa, permitiendo que se aprovechen mejor los recursos.

Un aspecto importante es el tamaño de las familias y el tipo de basura que producen, los cuales no han cambiado en los últimos diez años. Por esta razón, para los próximos estudios o proyectos que realice el municipio, es necesario analizar periodos de tiempo más largos, superiores a una década. Solo así se podrá notar con claridad si existen cambios importantes en la composición de los desechos, ya que en el periodo analizado se mantuvo casi igual. Por el contrario, la PPC y la densidad de los residuos sí han subido en estos años. Esto demuestra que es urgente seguir actualizando estos datos para mejorar la infraestructura y el proceso que se realiza en el manejo de la basura.

Se hace una recomendación a las futuras investigaciones en caracterizar los RSU en sectores diferentes al residencial, como los negocios y locales comerciales. Principalmente en ciudades que dependen netamente del turismo, para entender cómo este grupo afecta la generación de basura.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Arellano, A. Congacha, Lady Espinoza, C. Izurieta, y M. Zuñiga, *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desecho sólidos en el Ecuador*, Primera. Riobamba: Editorial UNACH, 2024.
- [2] F. Pérez, “Caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de baños y propuesta técnica de reciclaje de botellas, plásticos, cartón y papel”, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2015. Consultado: el 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1382>
- [3] GADM Baños de Agua Santa, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT 2023-2027”, 2023.
- [4] A. Durán, “Gestión del Turismo y Recursos Naturales del Cantón Baños De Agua Santa de la Provincia de Tungurahua”, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2024.
- [5] Primicias, “Baños de Agua Santa se aleja del agro para potenciar el turismo”, el 26 de mayo de 2023. Consultado: el 22 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/banos-turismo-agricultura-tungurahua/>
- [6] INEC, “Resultados principales de Tungurahua”. Consultado: el 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/Info_Tungurahua.pdf
- [7] GADM Baños de Agua Santa, “Ordenanza Sustitutiva para la Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos Generados dentro del Cantón Baños de Agua Santa”, Baños de Agua Santa, dic. 2023. Consultado: el 22 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.municipiobanos.gob.ec/wp-content/uploads/2025/02/14.-Ordenanza-sustitutiva-para-la-gestion-integral-de-residuos-solidos-no-peligrosos-generados-dentro-del-Canton-Banos-de-Agua-Santa.pdf>
- [8] C. Núñez, “Estudio de factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral de residuos sólidos que incluya el diseño del relleno sanitario de residuos sólidos generados en el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua y su respectiva regularización ambiental”, Baños de Agua Santa, sep. 2022.
- [9] N. Jiménez, “La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad”, *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, vol. 17, p. 33, mar. 2015, doi: 10.17141/letrasverdes.17.2015.1419.
- [10] MAATE, “Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI)”, 2023, Consultado: el 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf>
- [11] J. Ogoña, “Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Chambo”, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2025. Consultado: el 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15673>
- [12] AME, “El GAD Municipal de Baños de Agua Santa propone mejorar sistema de recolección de basura. Asociación de Municipalidades Ecuatorianas.” Consultado: el 9

- de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ame.gob.ec/el-gad-municipal-de-banos-de-agua-santa-propone-mejorar-sistema-de-recoleccion-de-basura/>
- [13] La Hora, “Relleno Sanitario de Baños está al borde de su capacidad”. Consultado: el 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/Relleno-Sanitario-de-Banos-esta-al-borde-de-su-capacidad-20250821-0077.html>
- [14] MAATE, “Boletín 2024. Estadísticas del proyecto. Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular Inclusiva (GRECI)”, 2024. [En línea]. Disponible en: www.ambiente.gob.ec
- [15] INEC, AME, y BDE, “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales”, 2022. Consultado: el 11 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec
- [16] INEC, AME, y BDE, “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales”, 2021.
- [17] UNEP, *Beyond an age of waste Turning rubbish into a resource*. 2024. doi: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>.
- [18] S. Kaza, L. C. Yao, P. Bhada-Tata, y F. Van Woerden, “What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”, sep. 2018, doi: 10.1596/978-1-4648-1329-0.
- [19] INEC, “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos 2022”, 2023. [En línea]. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec
- [20] MAATE y GRECI, “Instructivo para la elaboración del plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos”, Quito, 2024. [En línea]. Disponible en: www.ambiente.gob.ec
- [21] S. Chaabouni, “Tourism Development, Waste Generation, and Economic Performance: Panel Evidence from European Countries”, dic. 2025, doi: 10.20944/preprints202512.2229.v1.
- [22] INEC, “Resultados Principales Tungurahua”, 2022. Consultado: el 13 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/Info_Tungurahua.pdf
- [23] Z. Peña, R. Beristain, I. Cervantes, D. García, I. Gallego, y G. González, “Physical, Chemical and Bromatological Characterization of the Organic Fraction of Urban Solid Waste: Potential and Possible Applications”, *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 41, pp. 297–309, ene. 2025, doi: 10.20937/RICA.55161.
- [24] Ministerio del Medio Ambiente, “Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040”, 2021.

Anexo 3. 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	
6. Puntuación del tipo de calzada		
Calificación calzada	Puntos	
Asfaltada/adoquinada	20	
Piedra	10	
Tierra	5	
7. Puntuación de servicios básicos		
Servicios	Puntos	
Agua potable	2	
Luz eléctrica	2	
Alcantarillado	2	
Alumbrado público	2	
Seguridad privada	2	

Fuente: Arellano et al., (2024)

Anexo 4. Criterios para categorizar a la familia o vivienda

Preguntas 4 y 5		Puntos
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es mayor que el número de personas que no lo hacen (beneficiarios).		35
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es igual que el número de personas que no lo hacen (beneficiarios).		25
Cuando el número de personas que aportan económicamente al hogar es menor al número de beneficiarios; y, los beneficiarios son uno más que los aportantes.		15
Como el caso anterior pero cuando los beneficiarios son 2 más que los aportantes		5
Cuando los beneficiarios son tres o más que los aportantes		0
Pregunta 12		Puntos
Cuando la vivienda es propia		20
Cuando la vivienda es heredada		10
Cuando la vivienda es arrendada		5
Cuando la vivienda es prestada		0
Pregunta 13		Puntos
Cuando la vivienda es propia		20
Cuando la vivienda es heredada		10
Cuando la vivienda es arrendada		5
Cuando la vivienda es prestada		0
Pregunta 14		Puntos
Agua potable		1
Luz Eléctrica		1
Teléfono convencional		1
Alcantarillado		1
Alumbrado Público		1
Recolección de Basura		1
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 5. Resultados generales de la caracterización socio económica

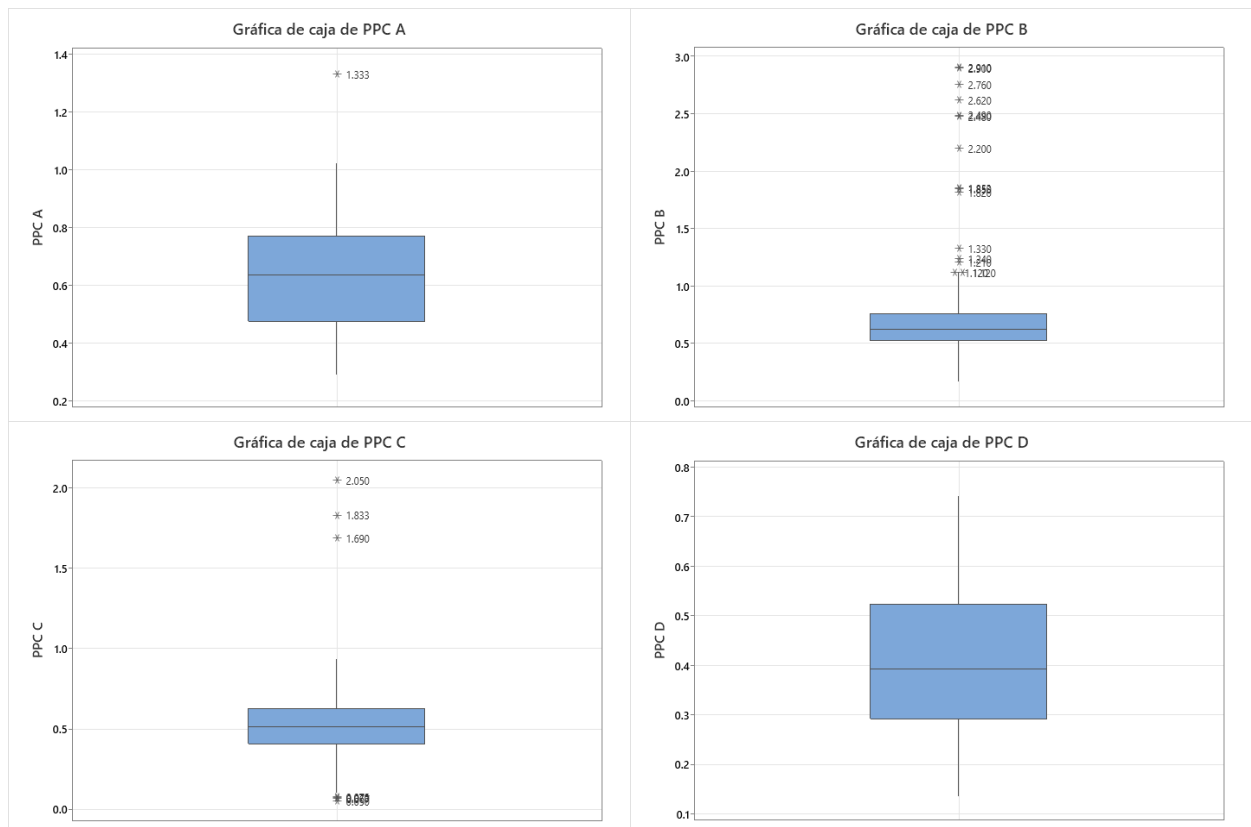
No.	Propietario	No. personas	Puntaje total	Categoría asignada	Código de vivienda
1	Patricia Velasco	4	95	A	A-01
2	Carmita Fiallos	4	90	A	A-02
3	Elbia Chavez	4	85	A	A-03
4	Valeria Sánchez	4	95	A	A-04
5	Raquel Ochoa	3	95	A	A-05
6	Carlos Escobar	4	95	A	A-06
7	Henry Luna	3	95	A	A-07
8	Dayanara Guevara	5	85	A	A-08
9	Manuel Morales	5	66	B	B-01
10	Víctor Razo	3	75	B	B-02
11	Jessica Chango	5	76	B	B-03
12	José Borja	3	65	B	B-04
13	Miguel Sailema	4	69	B	B-05
14	Marcela López	3	75	B	B-06
15	Wendy Ríos	1	65	B	B-07
16	Mayra Ramos	4	66	B	B-08
17	Jaime Romero	5	65	B	B-09
18	Edith Luna	2	71	B	B-10
19	Lizeth Lluglla	4	65	B	B-11
20	Javier Sánchez	3	75	B	B-12
21	Sarahi Sánchez	2	70	B	B-13
22	Consuelo Villamarín	4	65	B	B-14
23	Silvia Pazmiño	5	75	B	B-15
24	Nayeli López	4	66	B	B-16
25	Eduardo Guevara	6	69	B	B-17
26	Margot Guevara	3	80	B	B-18
27	María Villavicencio	3	70	B	B-19
28	Christian Vargas	3	66	B	B-20
29	Cristhian Montaluisa	1	65	B	B-21
30	Javier Aponte	5	76	B	B-22
31	Martin Vallejo	1	65	B	B-23
32	Tania Díaz	4	70	B	B-24
33	Carmita Díaz	2	65	B	B-25
34	Andrés Tixe	2	70	B	B-26
35	Jorge Aguila	2	65	B	B-27
36	Patricia Salazar	3	70	B	B-28
37	Mauricio Zabala	5	80	B	B-29
38	Bolívar Villalba	3	80	B	B-30
39	Ronnie Carrillo	4	75	B	B-31
40	Alex Pilco	4	80	B	B-32
41	Daniel Cárdenas	4	66	B	B-33

42	Ángel Tixe	5	80	B	B-34
43	Jason Guevara	4	75	B	B-35
44	Mariana Meneses	3	66	B	B-36
45	Steven Caza	3	65	B	B-37
46	Verónica Lesano	2	75	B	B-38
47	Daniel Pérez	5	66	B	B-39
48	Jennifer Peñafiel	3	65	B	B-40
49	Martina Méndez	5	75	B	B-41
50	Karina Argoti	3	66	B	B-42
51	Damian Tamayo	3	80	B	B-43
52	Melva Ortiz	2	76	B	B-44
53	Diego Meneces	5	64	B	B-45
54	Gabriela Arcos	3	61	B	B-46
55	Alexandra Reinoso	1	65	B	B-47
56	Lorena Villavicencio	4	70	B	B-48
57	Mauricio Salcedo	6	64	B	B-49
58	Patricio Pineda	3	64	B	B-50
59	Darlin Mejia	3	80	B	B-51
60	Tereza Soria	6	69	B	B-52
61	Maribel Pullugando	5	76	B	B-53
62	Sonia Barrionuevo	5	70	B	B-54
63	Gladys Naveda	4	61	B	B-55
64	Jairo Villavicencio	3	80	B	B-56
65	Hugo Herrera	4	65	B	B-57
66	Evelyn Montero	3	70	B	B-58
67	Edwin Morales	1	57	C	C-01
68	Estela Paca	5	30	C	C-02
69	Matilde Razo	5	45	C	C-03
70	Estefany Herrera	6	35	C	C-04
71	Cristhian Freire	2	40	C	C-05
72	Paul Sánchez	4	60	C	C-06
73	Blanca Luna	2	60	C	C-07
74	Carlos Chucuyan	3	54	C	C-08
75	Evelyn Fiallos	4	55	C	C-09
76	Laura Fiallos	3	45	C	C-10
77	Yoconda Chucuyan	2	32	C	C-11
78	María Toapaxi	3	30	C	C-12
79	Sara Chavez	5	30	C	C-13
80	Naomi Aguilar	2	30	C	C-14
81	Erick Tintin	5	49	C	C-15
82	Mayi Mieles	4	35	C	C-16
83	Daysi Choca	3	27	C	C-17
84	Nayeli Andrade	4	60	C	C-18
85	Ivonne Rovayo	4	55	C	C-19

86	Mayra Acosta	2	60	C	C-20
87	Blanca Toalombo	3	30	C	C-21
88	Jonathan Villena	3	45	C	C-22
89	Pablo Mariño	6	60	C	C-23
90	Dayana Chizaguano	3	30	C	C-24
91	Angelica Carrillo	4	54	C	C-25
92	Itzel Villaroel	3	27	C	C-26
93	Jazmin Bonilla	2	40	C	C-27
94	Marcelo Pilataxi	3	40	C	C-28
95	Melissa Gómez	3	45	C	C-29
96	Vinicio Jacome	4	36	C	C-30
97	Carolina Sánchez	6	54	C	C-31
98	Oswaldo Merino	4	18	D	D-01
99	Jim Ayuy	7	20	D	D-02
100	Piedad Mariño	4	21	D	D-03
101	David Sinaluisa	4	12	D	D-04
102	Darío Moreta	5	10	D	D-05
103	Margarita Salazar	6	15	D	D-06

Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Anexo 6. Diagramas de caja y bigotes de la PPC para cada ESE



Fuente: Cepeda & Costales (2026)

Anexo 7. Evidencias fotográficas del proyecto de investigación

<p>Fotografía 1. Caracterización urbanística</p>	<p>Fotografía 2. Estratificación socio económica</p>
	
<p>Barrio la Basílica (27-10-2025)</p>	<p>Barrio Inés María (17-11-2025)</p>
<p>Fotografía 3. Recolección diaria de las muestras de RSU</p>	
	
<p>Barrio Oriente (14-12-2025)</p>	<p>Barrio Cosmopolita (16-12-2025)</p>

Fotografía 4. Traslado de muestras al laboratorio de campo



Laboratorio/ Barrio el Recreo (14-12-2025)

Fotografía 5. Determinación de la PPC de RSU



Laboratorio/ Barrio el Recreo (15-12-2025)

Fotografía 6. Cuarteo y homogenización



Laboratorio/ Barrio el Recreo (16-12-2025)

Fotografía 7. Determinación de las densidades de RSU



Laboratorio/ Barrio el Recreo (16-12-2025)

Fotografía 8. Determinación de la composición física de RSU



Laboratorio/ Barrio el Recreo (19-12-2025)

Fuente: *Cepeda & Costales (2026)*