



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Quishpe Quishpi, Fabian Danilo

Tutor:

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. MSc.

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Fabian Danilo Quishpe Quishpi, con cédula de ciudadanía 0604466524, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA YARUQUÍES DEL CANTÓN RIOBAMBA”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 28 de noviembre del 2024.




Fabian Danilo Quishpe Quishpi

C.I: 0604466524

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Alfonso Patricio Arellano Barriga catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA YARUQUÍES DEL CANTÓN RIOBAMBA”, bajo la autoría de Fabian Danilo Quishpe Quishpi; 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 28 días del mes de noviembre de 2024



Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.

C.I: 060182331-3

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA YARUQUÍES DEL CANTÓN RIOBAMBA”, presentado por Fabian Danilo Quishpe Quishpi, con cédula de identidad número 0604466524, bajo la tutoría de Mg. Alfonso Patricio Arellano Barriga; 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 a los 28 días del mes de noviembre.

María Gabriela Zúñiga Rodríguez, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Jéssica Paulina Brito Noboa, Mgs
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Econ. Carlos Izurieta Recalde, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **Fabian Danilo Quishpe Quishpi** con CC: **0604466524** estudiante de la Carrera de **Ingeniería Civil**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA YARUQUÍES DEL CANTÓN RIOBAMBA**", cumple con el 2%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de noviembre de 2024

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga Mgs.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, y de manera especial a mi madre, Manuela Quishpi, cuyo amor y apoyo incondicional me han acompañado desde mi primer día en la primaria hasta la culminación de mis estudios de tercer nivel. Tu sacrificio y dedicación han sido el cimiento sobre el cual he construido mi sueño.

También dedico esta tesis a mis queridas hermanas, quienes han sido mis compañeras de vida. A mi hermana mayor, Norma, por ser un faro de integridad y valentía; a Lorena, por enseñarme que el amor familiar es un lazo inquebrantable y que los sacrificios hechos con amor siempre traen consigo un mundo mejor; y finalmente, a Teresa, por mostrarme que las adversidades son solo pruebas temporales y que, al final del día, siempre nos mantenemos firmes y unidos como familia.

Finalmente, a mis sobrinos Christofer, Evelin, Nayelly, Juleysi, Josué y Carlitos, dedico este logro con la esperanza de que sea una fuente de inspiración para que persigan sus propios sueños con pasión y determinación. Que este esfuerzo les sirva como recordatorio de que, con esfuerzo y amor, todo es posible

AGRADECIMIENTO

Hay tanto que agradecer y a muchas personas que reconocer. Primero, agradezco a Dios por haberme dado la vida y salud a lo largo de estos veintisiete años, y por nunca abandonarme en mi camino.

A mi madre, Manuela, por darme la vida y por cada uno de los sacrificios que hizo para cubrir mis gastos de educación a lo largo de mi vida estudiantil, te agradezco profundamente.

De manera especial y nostálgica, quiero recordar a Jorge Silva (+) quien, en su momento, me apoyó tanto económicamente como con sus palabras para que pudiera seguir con mis estudios universitarios. Gracias por el conocimiento impartido, tus experiencias, consejos y vivencias, los cuales pondré en práctica en mi vida profesional.

Agradezco de corazón a mi tutor, Alfonso Arellano, por todo el conocimiento aportado, por su forma de enseñanza y por estar siempre dispuesto a resolver nuestras dudas, sin importar el horario.

A todas las personas que me ayudaron directamente en el proceso de mi trabajo de titulación: Margeory, Norma, Pedro y Lorena, les agradezco infinitamente.

Finalmente, a mis compañeros de clase, con quienes compartimos tantos momentos de tensión en las aulas, agradezco por la camaradería y el apoyo mutuo. Sé que en el futuro nos encontraremos en el campo laboral, compartiendo anécdotas y experiencias.

ÍNDICE

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. INTRODUCCION.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Planteamiento del Problema	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 General.....	17
1.3.2 Específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Definiciones.....	18
2.1.1 Residuos Sólidos Urbanos	18
2.1.2 Caracterización de residuos sólidos	18
2.1.3 Densidad de residuos sólidos	18
2.1.4 Producción per cápita de residuos sólidos Urbanos	18
2.2 Estado del arte	18
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	21
3.1 Tipo de investigación	21
3.2 Métodos y técnicas de recolección datos.....	21
3.3 Población de estudio y tamaño de muestra.....	22
3.3.1 Población de estudio.....	22
3.3.2 Tamaño de la muestra.....	22

3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	23
3.4.1	Caracterización Urbanística.....	23
3.4.2	Caracterización Socioeconómica	23
3.4.3	Procesamiento y análisis de datos para la PPC de RSU	23
3.4.4	Procesamiento y análisis de datos para determinar los componentes de RS	24
3.4.5	Procesamiento y análisis de datos para determinar la densidad suelta.....	24
3.4.6	Análisis Estadístico con Diagrama de Cajas y Bigotes, ANOVA y Prueba de Tukey para PPC y Densidades	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
4.1	Caracterización urbanística de Yaruquíes	25
4.2	Caracterización Socioeconómica de la Parroquia de Yaruquíes.....	29
4.3	PPC de RSU en la Parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba con valores atípicos	30
4.4	PPC de RSU en la Parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba sin valores atípicos	33
4.5	Análisis Varianza ANOVA-Prueba Tukey para la Producción Per Cápita.....	35
4.6	Densidad Suelta de RSU de la Parroquia Yaruquíes.....	38
4.7	Análisis Varianza ANOVA- Prueba Tukey para las densidades	39
4.8	Composición física de RSU en la Parroquia de Yaruquíes	41
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		49
5.1	Conclusiones.....	49
5.2	Recomendaciones	50
6	BIBLIOGRAFÍA	51
7	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Resultados de la caracterización urbanística.....	25
Tabla 2. Numero de encuestas aplicadas a cada estrato socioeconómico.	29
Tabla 3. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato B	30
Tabla 4. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato C	31
Tabla 5. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato D.....	32
Tabla 6. Valores de PPC atípicos del estrato B	34
Tabla 7. Valores de PPC atípicos del estrato C	34
Tabla 8. Valores de PPC atípicos del estrato D.....	35
Tabla 9. Prueba Tukey de la PPC de los estratos B, C Y D	36
Tabla 10. Densidad suelta diaria de los estratos B, C y D	39
Tabla 11. Prueba Tukey de las densidades de los estratos B, C Y D.....	40
Tabla 12. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato B	41
Tabla 13. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato C	42
Tabla 14. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato D.....	43
Tabla 15. Resumen de los componentes presentes en los estratos B, C Y D y promedio ponderado.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenedor en la Av. Atahualpa y Gral. Pedro Duchi. Fecha: sábado, 20 de abril del 2024.	16
Figura 2. Contenedor en la Av. Atahualpa. Fecha: lunes, 27 de mayo del 2024.....	16
Figura 3. Variación de los estratos socio económicos en 16 poblados ecuatorianos.	20
Figura 4. Comparación de resultados de la producción per cápita (PPC)	20
Figura 5. Esquema metodológico.....	21
Figura 6. Caracterización urbanística.....	25
Figura 7. Identificación de los estratos de las manzanas (Planimetría Urbana)	27
Figura 8. Caracterización Urbanística de la Parroquia Urbana Yaruquíes vs otras ciudades..	28
Figura 9. Estrato socioeconómico de poblados muy pequeños	29
Figura 10. Promedio de habitantes por estrato.....	30
Figura 11. Peso total diario de RSU	33
Figura 12. Comparación de las PPC de los estratos B, C y D	36
Figura 13. PPC real de los estratos B, C Y D	37
Figura 14. PPC [kg/hab/día]en Yaruquíes según otros Autores	38
Figura 15. Densidades Seltas Promedio y Ponderada de los estratos B, C y D.....	39
Figura 16. Comparación de Densidades de los estratos B, C y D.....	40
Figura 17. Componente Orgánico promedio de los estratos y ponderado.....	45
Figura 18. Residuos sólidos potencialmente reciclables	46
Figura 19. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro	47
Figura 20. Residuos sólidos no reciclables.....	48

RESUMEN

Esta investigación caracteriza los residuos sólidos urbanos de la Parroquia urbana de Yaruquíes, ubicada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, empleando técnicas y metodologías descritas por Arellano et al. (2024) en su libro “*Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador*”. En el área urbana de Yaruquíes se identificaron 82 manzanas residenciales, distribuidas en tres niveles socioeconómicos: el estrato B, que representa el nivel de mayor poder adquisitivo (30.49%), el estrato C (54.88%), y el estrato D, con menor capacidad adquisitiva (14.63%). Para determinar la producción per cápita (PPC), la composición física y la densidad suelta de los residuos sólidos urbanos, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado de 45 viviendas, recogidas durante 7 días consecutivos. Los resultados muestran que la PPC media por estrato fue: 0.33 kg/hab/día en el estrato B, 0.29 kg/hab/día en el estrato C y 0.43 kg/hab/día en el estrato D, con una PPC ponderada de 0.32 kg/hab/día. Se aplicó el Test de Cajas y Bigotes para detectar valores atípicos y el análisis ANOVA de Tukey para identificar diferencias significativas en los datos. La composición física de los residuos se caracteriza principalmente por residuos orgánicos con 66.80%, seguidos de materiales potencialmente reciclables con 19.26%, un 0.24% corresponde a residuos con posible reciclaje futuro y el 13.34% restante corresponde a desechos no reciclables mismos que la disposición final se puede hacer en un relleno sanitario. La densidad suelta ponderada de los residuos en el área de estudio es de 157.91 kg/m³. Este estudio contribuye a un entendimiento integral de la generación y composición de residuos en Yaruquíes, lo cual es fundamental para el diseño de estrategias de manejo de residuos más eficientes y sostenibles.

Palabras claves: Residuos sólidos Urbanos, Producción Per Cápita, Composición física, Densidad suelta.

ABSTRACT

This research characterizes the urban solid waste in the urban parish of Yaruquíes, located in the Riobamba canton, Chimborazo province, using techniques and methodologies described by Arellano et al. (2024) in their book *Interdisciplinary Approach for the Sustainable Management of Drinking Water and Solid Waste in Ecuador*. In the urban area of Yaruquíes, 82 residential blocks were identified, distributed across three socioeconomic levels: stratum B, representing the highest purchasing power (30.49%), stratum C (54.88%), and stratum D, with the lowest purchasing power (14.63%). To determine the per capita production (PPC), physical composition, and loose density of urban solid waste, a stratified random sampling of 45 households was conducted over 7 consecutive days. The results show that the average PPC per stratum was: 0.33 kg/person/day in stratum B, 0.29 kg/person/day in stratum C, and 0.43 kg/person/day in stratum D, with a weighted PPC of 0.32 kg/person/day. The Boxplot test was applied to detect outliers, and Tukey's ANOVA analysis was used to identify significant differences in the data. The physical composition of the waste is primarily characterized by organic waste at 60.67%, followed by potentially recyclable materials at 20.11%, 0.3% consists of waste with potential for future recycling, and the remaining 18.61% corresponds to non-recyclable waste, which can be disposed of in a sanitary landfill. The weighted loose density of the waste in the study area is 157.91 kg/m³. This study contributes to a comprehensive understanding of waste generation and composition in Yaruquíes, which is essential for designing more efficient and sustainable waste management strategies.

Keywords: Urban Solid Waste, Per Capita Production, Physical Composition, Loose Density.



Reviewed by:
MsC. Edison Damian Escudero
ENGLISH PROFESSOR
C.C.0601890593

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

Riobamba está situada en el centro interandino del Ecuador, a una altitud de 2,754 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sus coordenadas son 1° 41' 46" de latitud sur y 0° 3' 36" de longitud occidental del meridiano de Quito. La ciudad se encuentra a 175 km al sur de la capital del país, Quito. Riobamba cuenta con 11 Parroquias rurales y 5 Parroquias urbanas (Municipio Riobamba, 2024). Con una población de 188,891 habitantes y una densidad poblacional de 3,049 personas por km² (INEC, 2024).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2023) los hogares en Riobamba están distribuidas en 122,991 viviendas, de las cuales el 98.9 % tiene acceso a energía eléctrica, el 94.8 % tiene agua por red pública, el 88.7% tiene recolección de basura y el 92% tiene conexión a la red de alcantarillado.

Según el Gobierno Municipal del Cantón Riobamba (2015) en Riobamba se generan 162 toneladas de desechos y el 90% de habitantes del Cantón, no separa la basura.

La Parroquia urbana de Yaruquíes, se encuentra ubicada en las faldas de los cerros llamados Yaruquíes y Cacha a 2,798 msnm. La Parroquia Yaruquíes limita: al Norte con Licán; al Este con el Río Chibunga; al Sur con Punín, San Luis y Oeste con la Parroquia rural de Cacha.

En la Parroquia Yaruquíes se encuentran patrimonios culturales de muebles e inmuebles de la ciudad de Riobamba, es cuna de la cultura Puruhá.

En cuanto al turismo en Yaruquíes, se puede recorrer la iglesia colonial San Juan Bautista, El Cementerio Ciudad Esperanza y el mirador de Yaruquíes en el cerro de su mismo nombre que posee vistas panorámicas de toda la ciudad de Riobamba.

Según el Consejo Nacional Electoral CNE (2019) en el modelo de la circunscripción urbana, la población en Yaruquíes es de 2,749 habitantes.

En términos de infraestructura sanitaria, es importante destacar que la Parroquia urbana de Yaruquíes posee una red de alcantarillado dividida en un sistema pluvial y sanitario. Ambos sistemas desembocan en la quebrada Pactus y luego se unen al río Chibunga sin haber sido sometidos previamente a ningún proceso de tratamiento. Durante una visita reciente a la Parroquia, se pudo observar que la mayoría de la red de alcantarillado pluvial se encontraba obstruida debido a la falta de mantenimiento.

El agua de consumo que recibe la Parroquia de Yaruquíes viene de la conexión 4, abastecida del pozo Pedregal que queda cerca de la misma, en esta conexión existen 914

medidores registrados según el Municipio Riobamba (2024) el material de la red de agua es de cemento de asbesto, tubería de hierro fundido y PVC.

En el ámbito de la educación, Yaruquíes presenta bajos porcentajes de alfabetismo debido a que es una Parroquia urbana. En esta Parroquia existen 8 instituciones educativas para el aprendizaje básico y tres instituciones para el nivel de educación medio.

La atención de salud pública de la Parroquia se realiza en el subcentro de Yaruquíes ubicado en las calles 24 de mayo y Fray Astudillo.

La desnutrición en los niños menores a los cinco años, registrados en la parroquia de Yaruquíes es de: 29.6% de desnutrición crónica, 13.1% casos de desnutrición global y 4.3% casos de desnutrición aguda. En la población de Embarazadas el 8.4% presenta bajo peso (COORDINACIÓN ZONAL 3 DISTRITO 06D01 CHAMBO RIOBAMBA, 2022).

La tasa de desnutrición, anemia y otras enfermedades relacionadas con la pobreza, es una estadística a nivel nacional causada por las condiciones económicas de la población.

En el subcentro de Yaruquíes, las enfermedades con mayor incidencia en la población son la hipertensión arterial y la diabetes.

La Gestión de residuos sólidos (RS) en la ciudad, según el MUNICIPIO DE RIOBAMBA (2023) expuesto en la Ordenanza Nro. 014-2023, está a cargo de La Comisión de Ambiente, Salubridad e Higiene. La comisión tendrá la responsabilidad de realizar el estudio, análisis, informe o dictamen previo al conocimiento y resolución del Concejo o resolución administrativa de la alcaldesa o alcalde según corresponda.

El estudio debe estar enfocado en los instrumentos relacionados con la formulación de políticas públicas destinadas a garantizar un ambiente sano, la promoción de la salubridad e higiene.

1.2 Planteamiento del Problema

Los valores de la caracterización de residuos sólidos urbanos (RSU) y producción per cápita (PPC) en la Comisión de Ambiente, Salubridad e Higiene de Riobamba no se actualiza con regularidad. Como resultado, las medidas implementadas en la localidad no logran satisfacer las demandas actuales de recolección de RSU.

En la Parroquia de Yaruquíes, cuentan con un servicio de recolección de residuos puerta a puerta, utilizando un vehículo de carga posterior, de lunes a sábado en el horario de 7:00 a

9:30 a.m. En el 2021, se implementó un plan piloto de separación de residuos sólidos llamado "Yaruquíes sí clasifica", el cual fracasó debido a la pandemia de ese año.

En la avenida Atahualpa, principal acceso a Yaruquíes, se han colocado contenedores de RSU sin un plan adecuado. Esto ha resultado en que los contenedores estén frecuentemente colapsados, demostrando ser ineficientes en la zona, como se puede apreciar en la **Figura 1** y **Figura 2**.



Figura 1. Contenedor en la Av. Atahualpa y Gral. Pedro Duchi. Fecha: sábado, 20 de abril del 2024.

Fuente: (Quishpe, 2024)



Figura 2. Contenedor en la Av. Atahualpa. Fecha: lunes, 27 de mayo del 2024

Fuente: (Quishpe, 2024)

La falta de actualización de la producción per cápita de RSU es un dato esencial para una buena gestión integral de residuos sólidos. Teniendo como recomendación de organismos como la asociación de municipales del Ecuador (AME), recomienda la actualización constante de la producción per cápita realizarlo bianual.

La falta de información actualizada en los GADM, sobre la caracterización de los residuos sólidos urbanos, producción per cápita, composición física y su densidad en toda la ciudad, dificulta considerablemente la formulación y evaluación de políticas locales, destinadas a mejorar la prestación de servicios eficientes de recolección de residuos sólidos. El presente tema pretende abrir una línea de investigación de caracterización de residuos sólidos en el resto de Las Parroquias urbanas de Riobamba con la finalidad de tener información actualizada para la Gestión de Residuos Sólidos en la ciudad.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Realizar la caracterización de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Yaruquíes.

1.3.2 Específicos

Identificar las características urbanísticas y socioeconómicas de la zona urbana correspondiente a la ciudad de Yaruquíes para identificarlos por estratos.

Cuantificar la producción per cápita de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Yaruquíes.

Determinar la composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Yaruquíes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones

2.1.1 Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son aquellos que se generan en las viviendas. Estos residuos provienen de la eliminación de los materiales utilizados en actividades domésticas, así como de los productos consumidos y sus envases o embalajes. Además, incluyen los residuos generados por cualquier otra actividad en establecimientos, siempre que tengan características similares a los residuos domiciliarios (Castro Mercedes, 2021).

2.1.2 Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos urbanos es una etapa fundamental en la gestión de residuos. Su objetivo es identificar las fuentes, cantidades y variaciones en el tiempo, así como observar la calidad de los residuos generados (Alayón Edith, 2020).

2.1.3 Densidad de residuos sólidos

La densidad de residuos sólidos se refiere a la cantidad de masa que estos residuos ocupan en un volumen determinado. Es un valor fundamental para dimensionar contenedores temporales tanto en los hogares como en la vía pública, y también es crucial para el diseño de equipos de recogida y transporte, así como para la capacidad de las disposiciones finales de RSU (Pavón, 2022).

2.1.4 Producción per cápita de residuos sólidos Urbanos

La producción per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) se refiere a la cantidad de basura generada por cada persona en un período determinado (Instituto Nacional de Estadística, 2022).

2.2 Estado del arte

Uno de los desafíos más significativos que enfrentan tanto los gobiernos como la sociedad es el impacto ambiental generado por los residuos sólidos urbanos, constituyendo un problema de alcance global. En las últimas décadas, la producción de estos residuos ha experimentado un incremento notable debido a la comodidad, el avance tecnológico y el consumismo que

caracterizan a la sociedad actual. Por consiguiente, la caracterización de residuos sólidos adquiere una importancia crucial en la gestión Integral de residuos.

Para lograr este cometido Cruz Samantha & Ojeda Sara (2013), señalan la necesidad de contar con datos precisos sobre los volúmenes de producción, la composición y la variabilidad de los RSU, así como sobre el estilo de vida, la estructura familiar y la condición social de la población. Por otro lado, Benavidez et al. (2022) sostienen que los valores obtenidos a partir de las características físicas de los residuos constituyen el punto de partida para establecer mecanismos de gestión que permitan un manejo sostenible de los mismos.

La producción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) depende a una variedad de factores que deben ser tomados en cuenta. Según Arellano et al. (2024) estos factores son socio económico, climatológicos, ambientales y demográficos principalmente. Además, Gonçalves et al. (2018) señalaron que la generación de RSU está vinculada con el desarrollo económico, la industrialización, los hábitos de consumo y las condiciones climáticas de la región. Por otro lado, Aquice (2022) destacó que la producción de RSU ha aumentado significativamente debido a la pandemia de COVID-19, como resultado de las nuevas tendencias de compra de artículos de protección personal y la adquisición de alimentos a través del servicio de entrega a domicilio.

Para llevar a cabo acciones de gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), los municipios deben contar con normativas y estudios que les permitan abordar eficazmente este problema. En Ecuador, la normativa relacionada con el manejo de residuos sólidos es escasa, limitándose solo a la norma NTE INEN 2,841 emitida en 2014 que establece pautas para separar residuos por colores según su tipo. Ante esta falta de normativa específica en Ecuador, se recurre a la metodología para la caracterización urbanística y socioeconómica, así como a técnicas de muestreo y caracterización de RSU que se encuentra en el libro *“Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador”* Arellano et al. (2024) La metodología y técnicas citadas son aplicables a poblaciones con menos de 150,000 habitantes. Estas técnicas han demostrado ser fundamentales al proporcionar datos necesarios que pueden servir como referencia para la gestión de RSU en municipios como: San Andrés, San Luis, Otavalo, Macas, Guamote, Las Naves, Puerto Ayora, Chambo, Baños, Guano, Tena y Riobamba. En la **Figura 3** y **Figura 4** se presentan algunos de

los datos más relevantes obtenidos en varias ciudades del país mediante la aplicación de esta metodología.

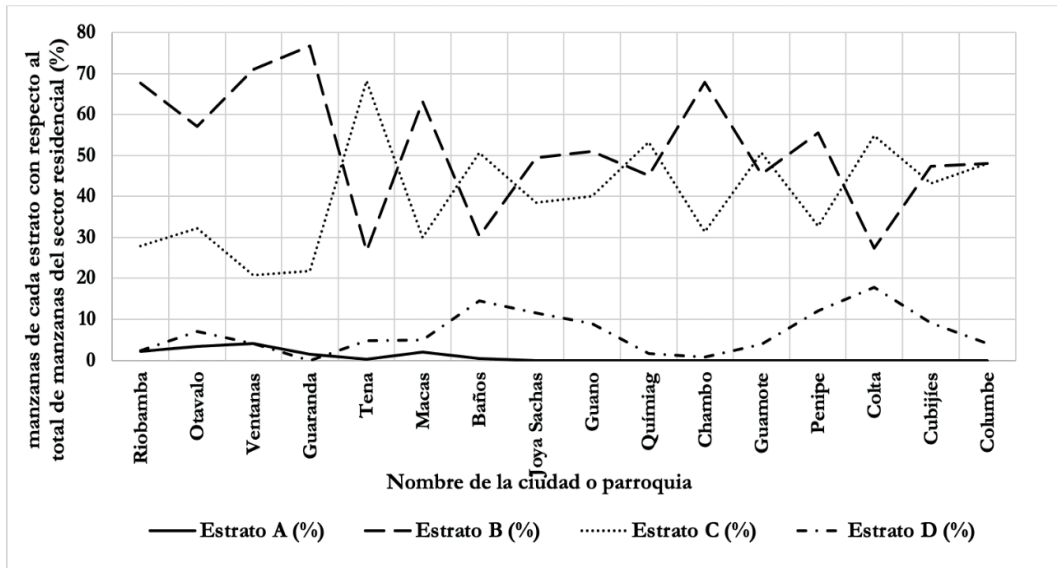


Figura 3. Variación de los estratos socio económicos en 16 poblados ecuatorianos.

Fuente: (Arellano et al., 2024)

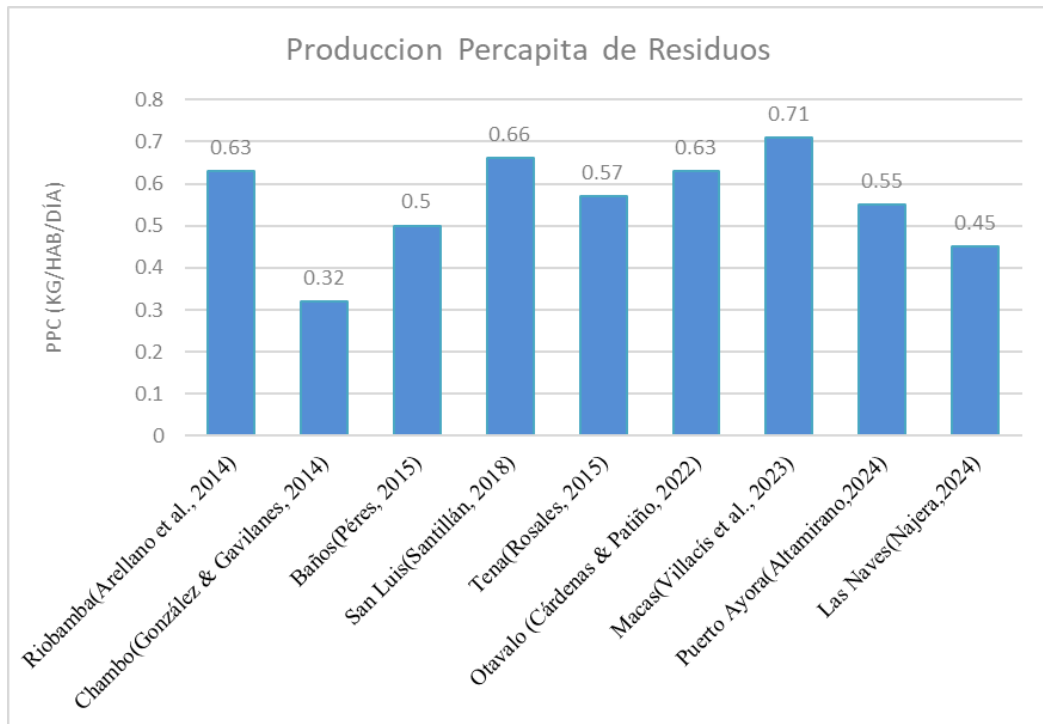


Figura 4. Comparación de resultados de la producción per cápita (PPC)

Fuente: (Quishpe, 2024)

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación

El presente proyecto adopta un enfoque descriptivo en su nivel de investigación, con una orientación cuantitativa, ya que busca describir las características urbanísticas y socioeconómicas de una determinada población. Además, a través del análisis cuantitativo, se pretende medir la producción per cápita de RSU, aquí se debe hacer un análisis estadístico que consiste en el test de cajas y bigotes para identificar los valores atípicos. Después se aplica el análisis ANOVA para saber si hay variaciones significativas entre los PPC de cada estrato Socioeconómico y finalmente el test de Tukey para categorizar esos valores.

Para cuantificar el volumen, composición física y la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en esta investigación, se emplearán técnicas y herramientas para recopilar datos en campo, indispensables para realizar el muestreo y la manipulación de los RSU. En la **Figura 5** se detallan los pasos que se seguirán para llevar a cabo esta investigación.

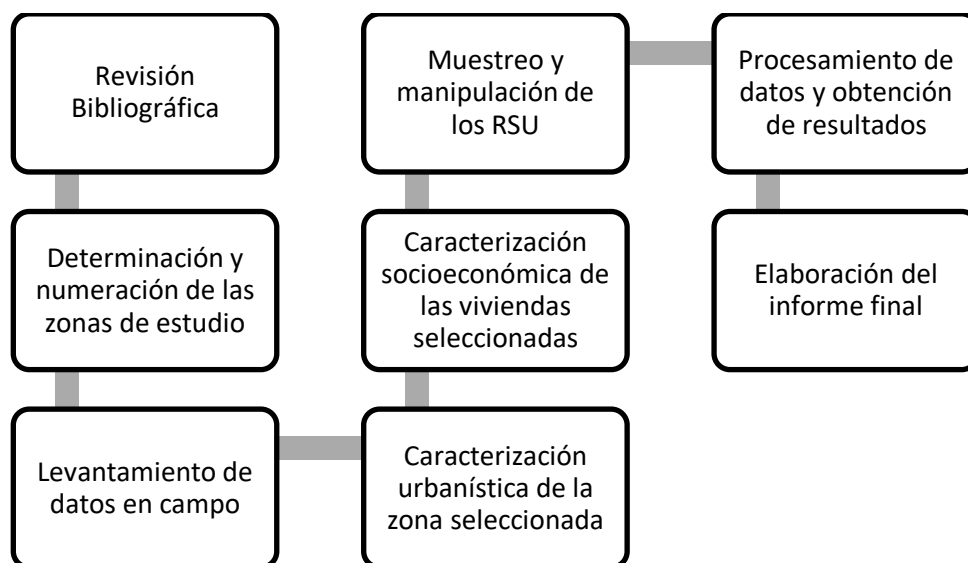


Figura 5. Esquema metodológico

Fuente: (Quishpe, 2024)

3.2 Métodos y técnicas de recolección datos.

El método que se empleará para la caracterización urbanística, socioeconómica y las técnicas para la caracterización de RSU se encuentran publicadas en el libro *Enfoque interdisciplinario*

para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en el Ecuador por Arellano et al. (2024).

3.3 Población de estudio y tamaño de muestra.

3.3.1 Población de estudio

La población de estudio se encuentra en la zona urbana del Cantón Riobamba y abarca 86 manzanas. En total, hay aproximadamente 2,749 habitantes en la zona urbana consolidada. Para calcular la muestra, estas manzanas se estratificaron según su nivel socioeconómico.

3.3.2 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la **Ec.1** de la investigación hecha por Arellano & Cabezas (2014), que describe la relación entre la población y el número mínimo de muestras. La Ec.1 se define como.

$$Y = -5 * 10^{-9}X^2 + 17 * 10^{-4}X + 36.056 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- (Y) es el número de muestras.
- (X) es la población urbana, en este caso, 2754 habitantes.

Realizando el cálculo:

$$Y = -5 * 10^{-9}X^2 + 17 * 10^{-4}X + 36.056$$

$$Y = -5 * 10^{-9}(2749)^2 + 17 * 10^{-4}(2749) + 36.056$$

$$Y = 41 \text{ muestras}$$

Para considerar posibles deserciones o falta de colaboración, se incrementa un 30%, obteniendo:

$$Y * 30\% = 53 \text{ muestras}$$

La muestra final se establece en 53 viviendas, considerando los estratos socioeconómicos identificados en la caracterización urbanística.

Para determinar el número de muestras por cada estrato socioeconómico se utiliza la Ec. 2

$$\text{Numero de muestras}_i = \% Mz_i * Y(\text{min} + 30\%) \quad \text{Ec. 2}$$

$$\% Mz_i = \frac{\text{Número de muestras}_i}{\text{Número de manzanas residenciales}} \quad \text{Ec. 3}$$

Las **Ec.2** y **Ec.3** se emplean para calcular el porcentaje de manzanas correspondientes a cada estrato socioeconómico, siendo (i) el estrato socioeconómico y (% Mzi) el porcentaje de manzanas del estrato (i) respecto al total.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

3.4.1 Caracterización Urbanística

Para la categorización urbanística se tomarán en cuenta los siguientes criterios: número de edificaciones, número de pisos, estado de las fachadas y calzadas y los servicios que disponen ver **Anexo 1**. Con las características antes mencionadas se define la categoría que ocupa dicha manzana, se asigna una puntuación según lo expuesto en la Tabla 1.1 de la investigación hecha por Arellano et al. (2024), ver **Anexo 3**.

3.4.2 Caracterización Socioeconómica

Para la categorización socioeconómica se tomará en cuenta las encuestas dirigidas a las familias que se encuentra en el **Anexo 2** . donde cada respuesta le corresponde una puntuación para categorizar la vivienda en función del ingreso familiar ver **Anexo 4**.

Todos los datos obtenidos en campo serán tabulados mediante el software Excel.

3.4.3 Procesamiento y análisis de datos para la PPC de RSU

Se emplea la siguiente ecuación para determinar la producción residuos sólidos de cada vivienda que se expresa mediante las unidades kg/hab/día.

$$\text{PPC (vivienda)} = \frac{\text{Promedio de pesos de RS (kg)}}{\text{Número de personas}} \quad \text{Ec. 4}$$

Promedio ponderado que representa la distribución económica.

$$\text{PPC (ponderado)} = \frac{\%A}{100} * PPC_A + \frac{\%B}{100} * PPC_B + \frac{\%C}{100} * PPC_C + \frac{\%D}{100} * PPC_D \quad \text{Ec. 5}$$

3.4.4 *Procesamiento y análisis de datos para determinar los componentes de RS*

A los datos obtenidos del pesaje de cada componente se considera un 2 % de error con respecto al peso inicial.

$$Error(\%) = \left| \frac{Peso\ inicial\ (kg) - Peso\ final\ (kg)}{Peso\ inicial\ (kg)} \right| * 100 \quad \text{Ec. 6}$$

3.4.5 *Procesamiento y análisis de datos para determinar la densidad suelta*

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

Promedio ponderado es utilizado para calcular la densidad suelta que represente la distribución socioeconómica.

$$\rho\ ponderada\ (kg/m^3) = \frac{\%A}{100} * \rho_A + \frac{\%B}{100} * \rho_B + \frac{\%C}{100} * \rho_C + \frac{\%D}{100} * \rho_D \quad \text{Ec. 8}$$

3.4.6 *Análisis Estadístico con Diagrama de Cajas y Bigotes, ANOVA y Prueba de Tukey para PPC y Densidades*

Utilizando el software MINITAB, se llevó a cabo un análisis estadístico en el que se empleó el Diagrama de Cajas y Bigotes para identificar y eliminar datos atípicos en las variables PPC y Densidades, asegurando así una mayor precisión y fiabilidad en los resultados. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) junto con la prueba de Tukey, con el propósito de determinar si las medias de los grupos analizados presentan diferencias significativas o son estadísticamente similares.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización urbanística de Yaruquíes

En la Parroquia urbana Yaruquíes, de la ciudad de Riobamba se identificaron 86 manzanas con uso de suelo residencial, comercio, mixta, educación, gestión pública, parques, salud, iglesias y lotes baldíos de los cuales 82 manzanas son aptas para el estudio de caracterización de RSU. En la caracterización urbanística de Yaruquíes se encontró tres estratos económicos que son: B, C y D como se puede observar en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Resultados de la caracterización urbanística

CATEGORÍA	CANTIDAD	%
A	0	0.00%
B	25	30.49%
C	45	54.88%
D	12	14.63%
TOTAL, DE MANZANAS	82	100.00%

Fuente: (Quishpe, 2024)

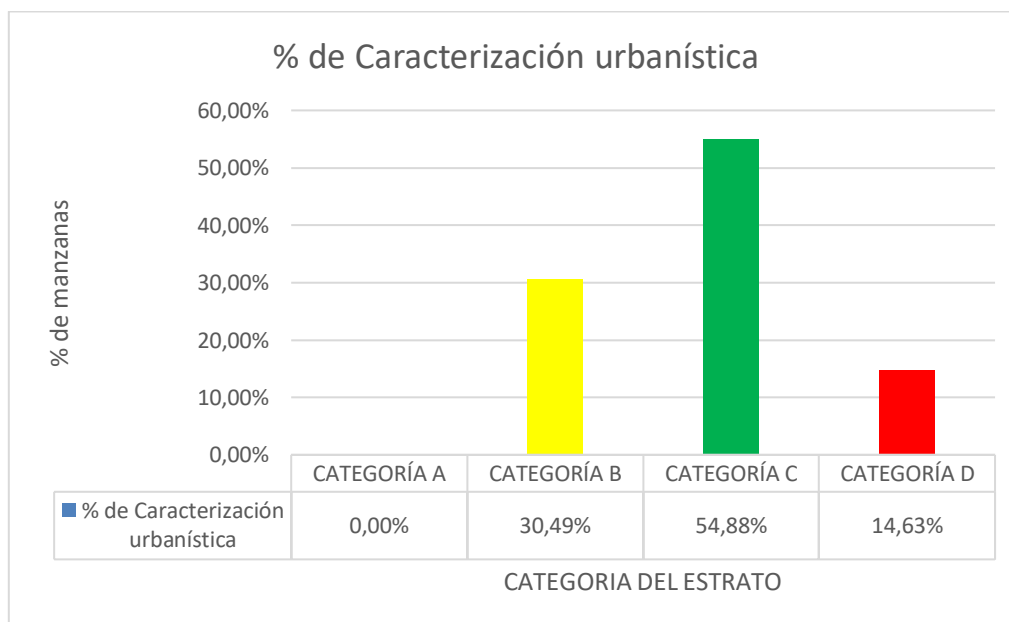


Figura 6. Caracterización urbanística

Fuente: (Quishpe, 2024)

Se categorizaron las manzanas residenciales de la Parroquia Yaruquies, obteniendo los resultados que se presentan en la **Tabla 1** y se visualizan en la **Figura 6**, donde no se identificó manzanas con la categoría A en la Parroquia de Yaruquies.

El estrato B, con un 30.49%, predomina en los barrios San Francisco y La Merced, ambos ubicados en el centro de la Parroquia y con menor presencia del estrato en el barrio llamado Central ubicado al ingreso de la zona de estudio.

El estrato C, con un 54.88%, está principalmente localizado en las zonas sur y nororiental de la Parroquia. Como se observa en la **Figura 7**, este estrato se distribuye a lo largo de la Parroquia, excepto en el barrio San Francisco.

Finalmente, el estrato D, que representa un 14.63%, se ubica en las afueras de la Parroquia, especialmente en los barrios San Antonio de Yaruquies, Santa Rosa y La Piscina.

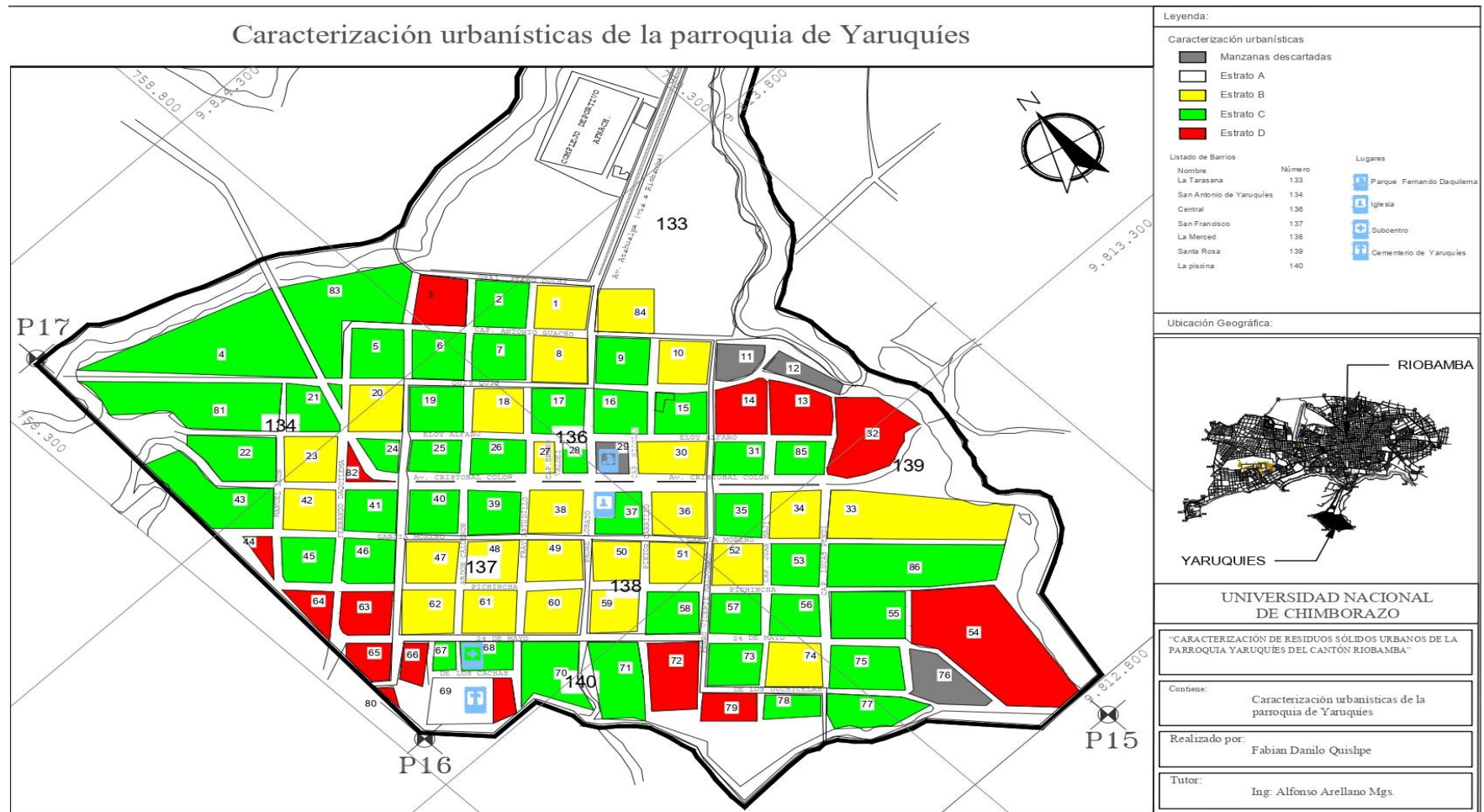


Figura 7. Identificación de los estratos de las manzanas (Planimetría Urbana)

Fuente: (Quishpe, 2024)

A continuación, se presenta una comparación de los estratos socioeconómicos de diferentes ciudades del Ecuador con la metodología de Arellano et al. (2024).

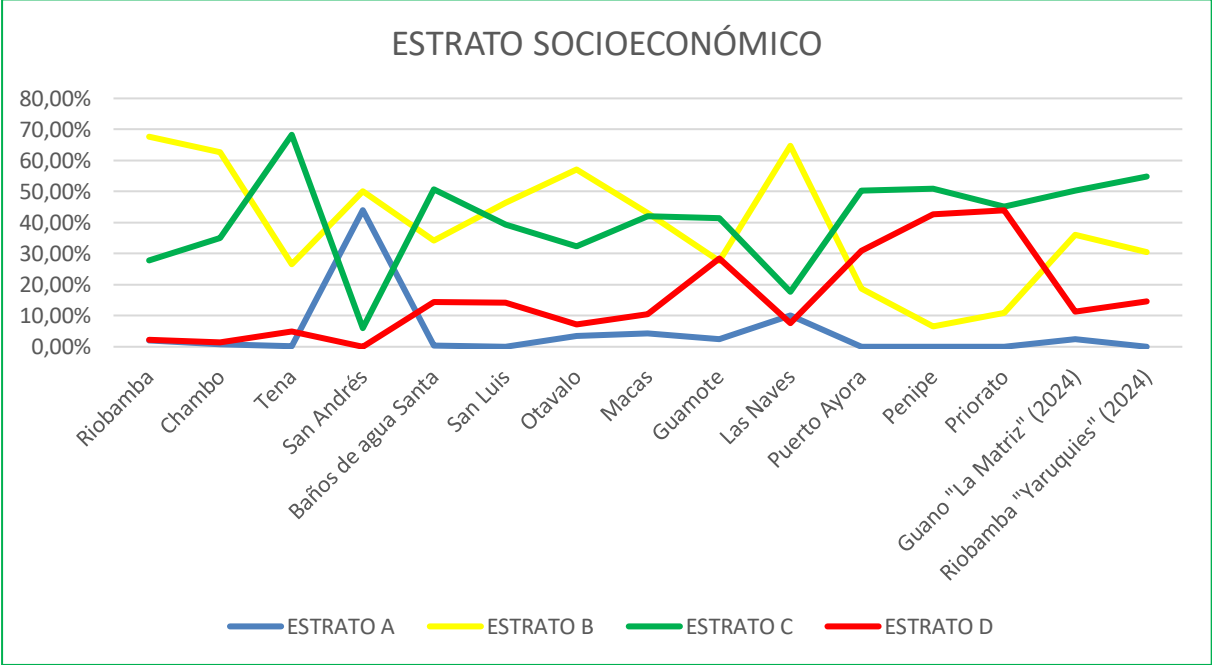


Figura 8. Caracterización Urbanística de la Parroquia Urbana Yaruquíes vs otras ciudades.

Fuente: (Quishpe, 2024)

La estratificación socioeconómica de la Parroquia Yaruquíes muestra una mayor similitud en cuanto a sus valores con el cantón Baños de Agua Santa. Se destaca que los valores correspondientes al estrato B son comparables con los de las ciudades de Tena y Guamote. En la parroquia de estudio, el estrato predominante es el C, como se observa en la **Figura 8** superando el 50% del total analizado. Al comparar este valor con otras ciudades de Ecuador, Yaruquíes es la segunda ciudad con mayor predominancia del estrato C, con un 54.88%, solo superada por Tena en el estudio realizado por Rosales en el 2015, que alcanza un 68.28%. El estrato D presenta similitudes con las ciudades de Baños y San Luis. Por último, el estrato A refleja un valor del 0%, similar a las ciudades de San Luis, Puerto Ayora, Penipe y Priorato.

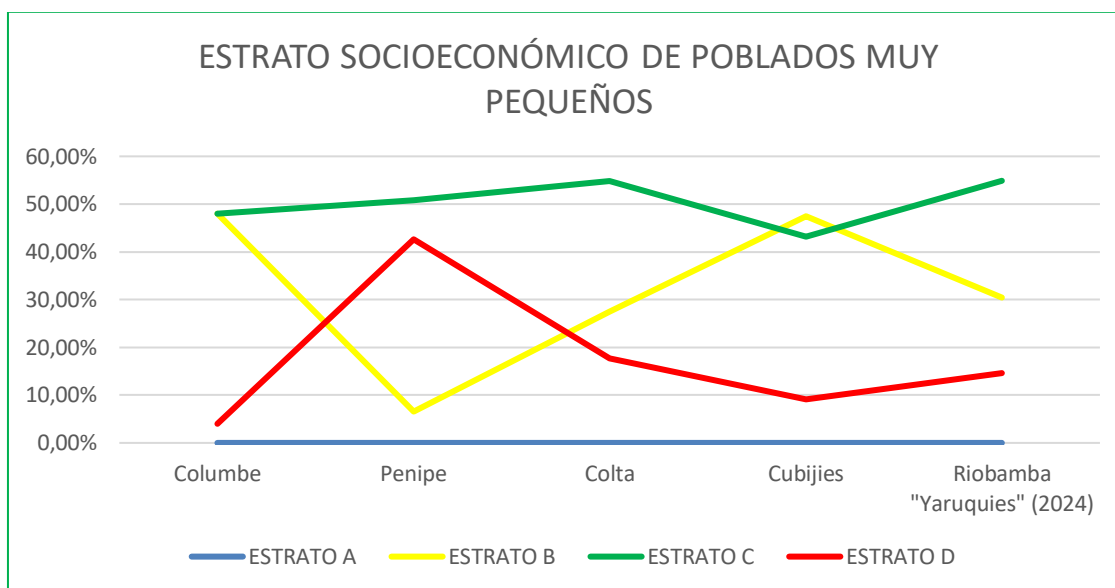


Figura 9. Estrato socioeconómico de poblados muy pequeños

Fuente: (Quishpe, 2024)

Se llevó a cabo un análisis comparativo de los estratos socioeconómicos en poblaciones de pequeño tamaño, caracterizadas por contar con una cantidad de habitantes que oscila entre 500 y 8,000 personas, observándose en la **Figura 9** que Yaruquíes presenta el valor más alto en el estrato C, seguido por Colta. En cuanto a los estratos D y B, estos muestran similitudes entre las ciudades de Columbe, Colta y Cubijies mientras que Penipe no muestra el mismo comportamiento en estos estratos. Cabe señalar que en ninguna de estas poblaciones se evidencia la presencia del estrato A.

4.2 Caracterización Socioeconómica de la Parroquia de Yaruquíes.

Para determinar la muestra de cada estrato socioeconómico a las cuales aplicar la encuesta se utilizó la **Ec. 2**. Los resultados finales se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Numero de encuestas aplicadas a cada estrato socioeconómico.

CATEGORÍA	PORCENTAJE	N.º DE MUESTRA
A	0.00%	0
B	30.49%	16
C	54.88%	29
D	14.63%	8
TOTAL	100.00%	53

Fuente: (Quishpe, 2024)

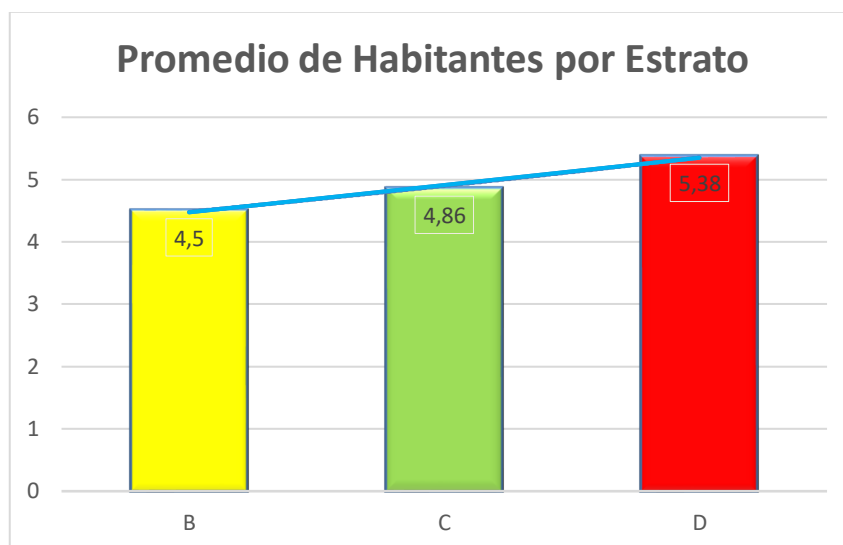


Figura 10. Promedio de habitantes por estrato

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la **Figura 10** se observa que el estrato con mayor ingreso familiar presenta un menor número de habitantes por familia, mientras que los estratos D registra una población mayor por núcleo familiar. Esta variación confirma que las familias con menos recursos económicos tienden a tener más miembros. La línea de tendencia refleja una relación inversamente proporcional entre el número de habitantes y el ingreso económico, lo que indica que, a menor nivel de ingresos económicos, mayor es el número de integrantes en el hogar, confirmando lo escrito por Izurieta et al. En el año 2022 en la publicación “*La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio económicos Urbanos*”.

4.3 PPC de RSU en la Parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba con valores atípicos

En el registro de la producción de residuos sólidos por cada familia (kg), posteriormente se dividió para el número habitantes por familia para obtener la PPC EN kg/hab/día.

El volumen obtenido de cada muestra se presenta en la **Tabla 3****Tabla 4****Tabla 5** de los estratos socioeconómicos B, C y D respectivamente mismas que fueron seleccionadas aleatoriamente.

Tabla 3. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato B

N.º	CÓD. VIVIENDA	N.º HABITANTES	PESO [kg]							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
1	B01	5	1.686	1.676	4.410	3.237	1.377	1.526	2.534	2.350	0.470
2	B02	5	2.780	2.810	3.118	2.126	4.360	1.889	5.140	3.170	0.630

3	B03	3	1.406	0.258	2.454	0.554	0.100	0.681	2.944	1.200	0.400
4	B04	6	4.370	1.771	3.470	3.379	3.134	2.165	1.327	2.800	0.470
5	B05	5	0.000	0.000						0.000	0.000
6	B06	5	0.246	1.222	2.094	0.420	2.745	1.428	1.428	1.370	0.270
7	B07	4	0.991	2.440	1.856	1.659	0.366	0.232	0.975	1.220	0.310
8	B08	6	0.320	0.500	0.780	0.973	0.933	0.670	0.862	0.720	0.120
9	B09	5	6.690	9.530						8.110	1.620
10	B10	5	2.508	0.733	1.404	0.335	1.141	0.498	0.859	1.070	0.210
11	B11	2	0.593	0.379	0.350	0.350	0.302	0.302	0.410	0.380	0.190
12	B12	4	0.629	0.321	0.551	0.112	0.302	0.273	0.273	0.350	0.090
13	B13	6	0.000	0.000						0.000	0.000
14	B14	4	3.130	1.360	2.329	2.028	3.058	1.100	2.441	2.210	0.550
15	B15	4	0.000	0.000						0.000	0.000
16	B16	3	0.344	0.928	1.041	0.976	0.246	0.704	0.709	0.710	0.240

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 4. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato C

N.º	CÓD. VIVIENDA	N.º HABITANTES	PESO [kg]							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
17	C01	4	0.370	0.145	0.145	0.658	1.265			0.520	0.130
18	C02	2	0.136	0.352	0.328	0.250	0.648	0.474	0.203	0.340	0.170
19	C03	2	0.499	0.433	0.433	2.990	1.590	1.487	2.798	1.460	0.730
20	C04	6	0.132	1.622	0.397	1.287	0.834	0.543	1.141	0.850	0.140
21	C05	4	0.831	0.714	0.419	0.301	0.381	0.483	1.788	0.700	0.180
22	C06	4	0.554	0.390	0.403	0.345	0.130	0.125	0.310	0.320	0.080
23	C07	5	1.355	0.392	2.963	1.561	1.561	3.652	1.487	1.850	0.370
24	C08	5	5.460	3.670	2.935	2.300	2.251	2.894	3.486	3.290	0.660
25	C09	6	4.970	0.751	2.356	6.470				3.640	0.610
26	C10	3	0.320	0.820	0.258	0.656	0.656	0.364	0.534	0.520	0.170
27	C11	4	4.124	3.550	3.471	2.496	4.120	1.041	3.091	3.130	0.780
28	C12	4	1.785	1.123	2.261	1.639	1.495	0.575	0.865	1.390	0.350
29	C13	5	1.659	1.452	1.098	0.898	0.972	0.414	2.381	1.270	0.250
30	C14	6	0.537	1.012	1.012	0.607	0.879	0.879	0.955	0.840	0.140
31	C15	4	1.925	1.674	4.477	1.310	1.817	0.735	0.490	1.780	0.450
32	C16	2	3.724	3.871	5.420	2.201	1.525	0.550	6.210	3.360	1.680
33	C17	5	0.000	0.00						0.000	0.000
34	C18	5	1.548	1.209	0.819	1.416	1.283	0.207	1.283	1.110	0.220
35	C19	10	1.463	0.931	0.791	4.006	0.504	2.246	1.838	1.680	0.170
36	C20	6	5.300	3.253	4.910	0.564	1.005	0.309	1.089	2.350	0.390
37	C21	3	1.301	0.386	0.551	1.180	0.356	1.678	0.675	0.880	0.290
38	C22	10	4.720	1.507	1.624	0.334	2.431	3.163	0.491	2.040	0.200

39	C23	10	0.842	0.204	3.615	3.615	2.810	9.830	1.188	3.160	0.320
40	C24	5	1.008	1.306	0.995	0.434	0.434	0.827	0.212	0.750	0.150
41	C25	4	0.407	0.124	0.215	0.969	0.711	0.284	0.747	0.490	0.120
42	C26	2	1.014	0.936	0.860	2.244	0.124	0.374	1.590	1.020	0.510
43	C27	7	2.706	1.514	3.730	6.440	2.130	2.109	2.038	2.950	0.420
44	C28	2	0.000	0.000						0.000	0.000
45	C29	6	2.436	0.976	1.324	1.072	0.710	1.273	1.823	1.370	0.230

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 5. Producción Per Cápita y peso diario de RSU del estrato D

N.º	CÓD. VIVIENDA	N.º HABITANTES	PESO [kg]							PROMEDIO ARITMÉTICO	PPC
			D	L	M	M	J	V	S		
46	D01	1	0.290	1.348	1.020	1.020	1.555	1.905	1.028	1.170	1.170
47	D02	5	2.316	3.187	1.801	4.430	2.197	2.080	3.521	2.790	0.560
48	D03	12	8.920	8.700	2.059	4.400	2.640	2.455	4.880	4.860	0.410
49	D04	7	3.820	0.801	0.686	0.686	0.713	0.726	0.726	1.170	0.170
50	D05	4	0.350	0.350	1.923	1.190	0.714	0.358	0.164	0.720	0.180
51	D06	5	4.013	3.009	1.835	1.025	9.322	2.009	2.682	3.410	0.680
52	D07	4	1.547	0.200	4.240	1.198	0.638	3.015	1.124	1.710	0.430
53	D08	5	0.602	1.291	3.820	1.024	1.283	0.389	0.339	1.250	0.250

Fuente: (Quishpe, 2024)

En el registro diario de los pesos se presentaron algunos problemas explicados a continuación:

El día uno y dos de la recolección de las muestras, los habitantes no se encontraron en su domicilio, y el día dos de la recolección de las muestras B05, B13, B15, C17 y C18 tampoco entregaron por lo tanto las viviendas son descartadas del estudio debido a que si dos días no entregaron puede presentar errores considerables en la investigación.

La muestra B09 presentó altos valores de RS, lo que generó la necesidad de consultar a la persona que entregó la muestra acerca del número de integrantes en el hogar. La persona respondió: “En esta vivienda residen 5 personas, yo soy la empleada, y aquí se cocina para un local de comida rápida”. Por esta razón, la muestra fue descartada del estudio.

La muestra C09 no se encontraba en el hogar los últimos 3 días del estudio por lo que se consideró como desertor.

Durante ciertos días algunas viviendas no entregaron los RS por lo que las muestras recibidas el siguiente día, se consideró solo para el peso que fue dividido para dos días y para

la homogenización estas fueron descartadas, fue el caso de: 4 muestras del estrato B, 5 del estrato C y 2 del estrato D.

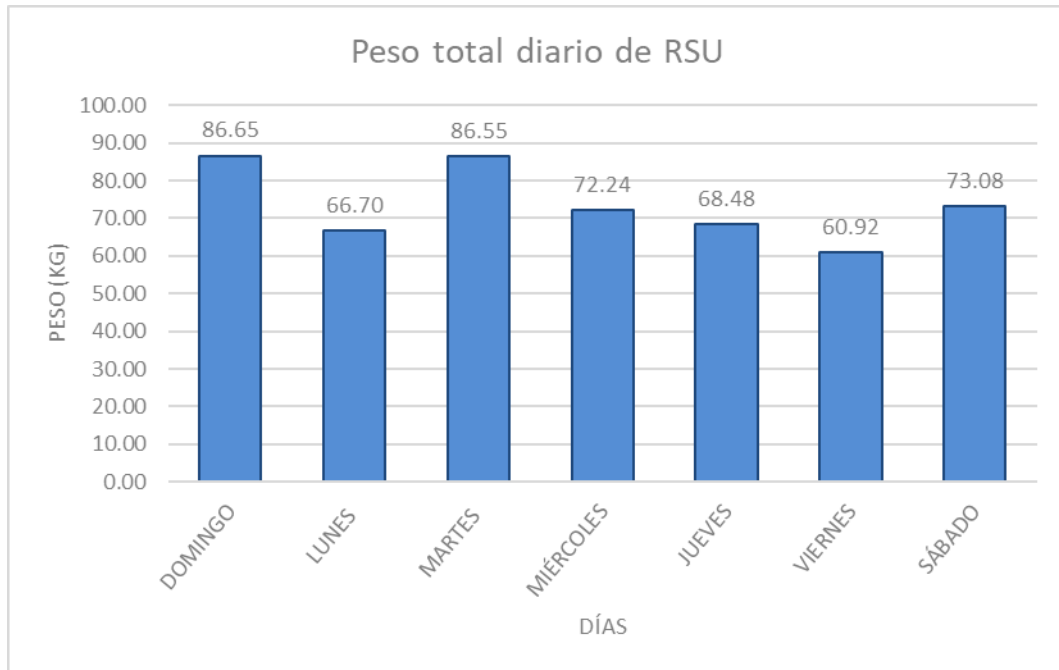


Figura 11. *Peso total diario de RSU*

Fuente: *(Quishpe, 2024)*

En la **Figura 11** se puede apreciar que los días con mayor generación de Residuos sólidos urbanos es el domingo con un valor casi similar al día martes, se debe a que el fin de semana las personas de la zona de estudio salen al mercado en la ciudad de Riobamba para abastecerse de víveres ya que se tiene valores altos de residuos orgánicos y en la parroquia no cuentan con mercados. Por otro lado, el día con menor generación de RSU es el viernes debido a que los víveres de las viviendas se agotan.

4.4 PPC de RSU en la Parroquia Yaruquíes del cantón Riobamba sin valores atípicos

Para la eliminación de valores atípicos se utilizó el software estadístico Minitab, donde se registraron los valores de la PPC para graficarlos en diagramas de cajas y bigotes para luego eliminar los valores que estaban fuera del rango permisible en la gráfica de cajas y bigotes, calculando el nuevo valor de PPC sin valores atípicos.

Tabla 6. Valores de PPC atípicos del estrato B

N.º	CÓD. VIVIENDA	PPC kg/hab/Día						
		PPC DOMINGO	PPC LUNES	PPC MARTES	PPC MIERCOLES	PPC JUEVES	PPC VIERNES	PPC SABADO
1	B01	0.34	0.34	0.88	0.65	0.28	0.31	0.51
2	B02	0.56	0.56	0.62	0.43	0.87	0.38	1.03
3	B03	0.47	0.09	0.82	0.18	0.03	0.23	0.98
4	B04	0.73	0.30	0.58	0.56	0.52	0.36	0.22
5	B06	0.05	0.24	0.42	0.08	0.55	0.29	0.29
6	B07	0.25	0.61	0.46	0.41	0.09	0.06	0.24
7	B08	0.05	0.08	0.13	0.16	0.16	0.11	0.14
8	B10	0.50	0.15	0.28	0.07	0.23	0.10	0.17
9	B11	0.30	0.19	0.17	0.17	0.15	0.15	0.21
10	B12	0.16	0.08	0.14	0.03	0.08	0.07	0.07
11	B14	0.78	0.34	0.58	0.51	0.76	0.28	0.61
12	B16	0.11	0.31	0.35	0.33	0.08	0.23	0.24

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 7. Valores de PPC atípicos del estrato C

N.º	CÓD. VIVIENDA	PPC [kg/hab/día]						
		PPC DOMINGO	PPC LUNES	PPC MARTES	PPC MIERCOLES	PPC JUEVES	PPC VIERNES	PPC SABADO
13	C02	0.07	0.18	0.16	0.13	0.32	0.24	0.10
14	C03	0.25	0.22	0.22	1.50	0.80	0.74	1.40
15	C04	0.02	0.27	0.07	0.21	0.14	0.09	0.19
16	C05	0.21	0.18	0.10	0.08	0.10	0.12	0.45
17	C06	0.14	0.10	0.10	0.09	0.03	0.03	0.08
18	C07	0.27	0.08	0.59	0.31	0.31	0.73	0.30
19	C08	1.09	0.73	0.59	0.46	0.45	0.58	0.70
20	C10	0.11	0.27	0.09	0.22	0.22	0.12	0.18
21	C11	1.03	0.89	0.87	0.62	1.03	0.26	0.77
22	C12	0.45	0.28	0.57	0.41	0.37	0.14	0.22
23	C13	0.33	0.29	0.22	0.18	0.19	0.08	0.48
24	C14	0.09	0.17	0.17	0.10	0.15	0.15	0.16
25	C15	0.48	0.42	1.12	0.33	0.45	0.18	0.12
26	C16	1.86	1.94	2.71	1.10	0.76	0.28	3.11
27	C18	0.31	0.24	0.16	0.28	0.26	0.04	0.26
28	C19	0.15	0.09	0.08	0.40	0.05	0.22	0.18
29	C20	0.88	0.54	0.82	0.09	0.17	0.05	0.18
30	C21	0.43	0.13	0.18	0.39	0.12	0.56	0.23

31	C22	0.47	0.15	0.16	0.03	0.24	0.32	0.05
32	C23	0.08	0.02	0.36	0.36	0.28	0.98	0.12
33	C24	0.20	0.26	0.20	0.09	0.09	0.17	0.04
34	C25	0.10	0.03	0.05	0.24	0.18	0.07	0.19
35	C26	0.51	0.47	0.43	1.12	0.06	0.19	0.80
36	C27	0.39	0.22	0.53	0.92	0.30	0.30	0.29
37	C29	0.41	0.16	0.22	0.18	0.12	0.21	0.30

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 8. Valores de PPC atípicos del estrato D

N.º	CÓD. VIVIENDA	PPC [kg/hab/día]						
		DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
38	D01	0.29	1.35	1.02	1.02	1.56	1.91	1.03
39	D02	0.46	0.64	0.36	0.89	0.44	0.42	0.70
40	D03	0.74	0.73	0.17	0.37	0.22	0.20	0.41
41	D04	0.55	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
42	D05	0.09	0.09	0.48	0.30	0.18	0.09	0.04
43	D06	0.80	0.60	0.37	0.21	1.86	0.40	0.54
44	D07	0.39	0.05	1.06	0.30	0.16	0.75	0.28
45	D08	0.12	0.26	0.76	0.20	0.26	0.08	0.07

Fuente: (Quishpe, 2024)

Los valores de PPC de cada muestra fueron calculados en Excel para luego pasarlos a Minitab donde usamos el diagrama de cajas y bigotes para identificar los valores atípicos. En el estrato B no se encontraron valores atípicos, en el estrato C se encontraron diez valores atípicos en la, muestra C03, C08, C11, C15, C16 y C23 se pueden apreciar en la **Tabla 7**, finalmente el análisis en el estrato D se encontraron dos valores atípicos en la muestra D01 y D06 en los días viernes y jueves respectivamente como se observa en la **Tabla 8**.

En la **Tabla 6****Tabla 7****Tabla 8** se presentan los valores de las PPC diarias de los estratos B, C y D con los valores atípicos con color rojo los cuales no se tomaron en cuenta para el nuevo cálculo de PPC ponderada.

4.5 Análisis Varianza ANOVA-Prueba Tukey para la Producción Per Cápita

Se observa que el valor de P supera el nivel de significancia de 0.05, lo que lleva a aceptar la hipótesis nula. Asimismo, la prueba de Tukey muestra que las medias de la PPC se agrupan en dos categorías (A y B), destacando que en el estrato C hay un traslape de las medias entre

los estratos B y C, así como entre los estratos C y D. Lo que sugiere que los valores de la media presentan diferencias significativas entre sí como se observa en la **Tabla 9** y la **Figura 12**.

Tabla 9. Prueba Tukey de la PPC de los estratos B, C Y D

Población	Valor F	Valor p
Yaruquies	5.79	0.003
Estrato	Media o PPC [kg/hab/día]	Agrupación
ESTRATO D	0.4275	A
ESTRATO C	0.2877	A B
ESTRATO B	0.3292	B

Fuente: (Quishpe, 2024)

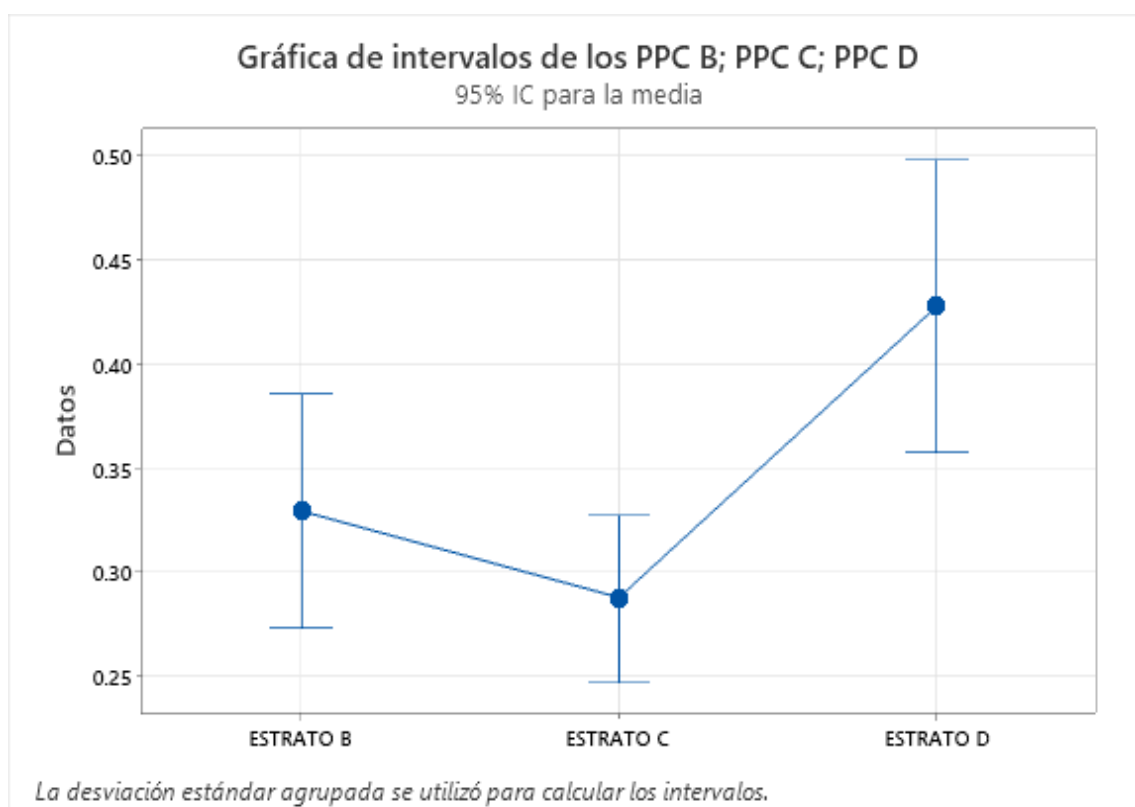


Figura 12. Comparación de las PPC de los estratos B, C y D

Fuente: (Quishpe, 2024)

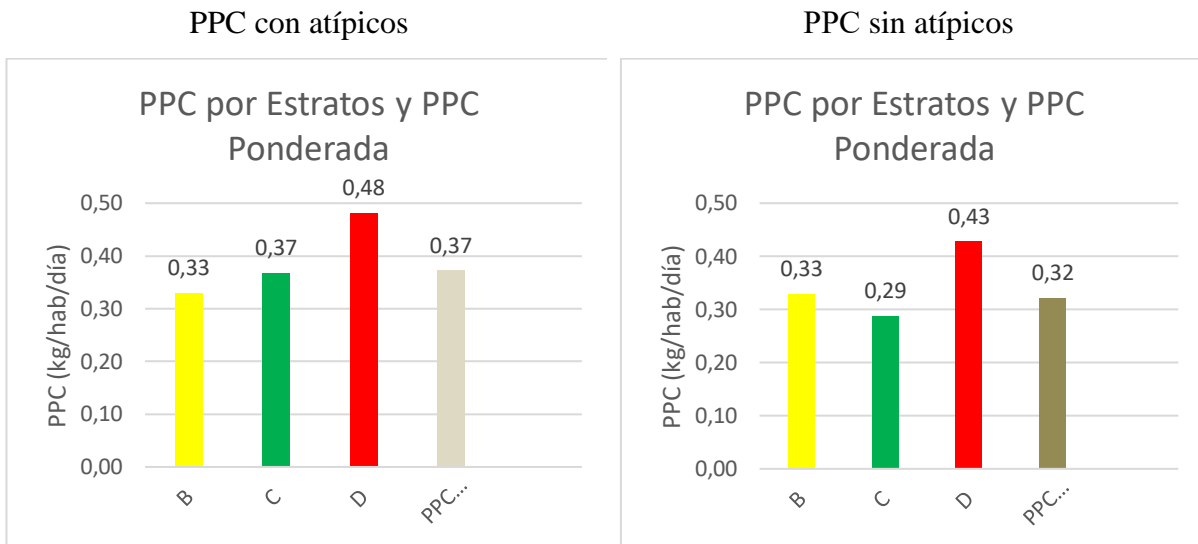


Figura 13. PPC real de los estratos B, C Y D

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la **Figura 13** se observa una reducción de los valores en la PPC de los estratos C y D mientras que el estrato B conserva la PPC DE 0.33kg/hab/día, esto se debe a que en los estratos C y D existieron valores atípicos que fueron filtrados por el diagrama de cajas y bigotes en el programa Minitab (**Anexo 5**), esto lleva a que la PPC ponderada se vea afectada y reduzca su valor en 0.5 kg/hab/día.

La Producción Per Cápita (PPC) de la Parroquia Yaruquíes es de 0.30 kg/hab/día. Sin embargo, este valor es similar al de la ciudad de Chambo en el año 2014. Esto se debe a que Yaruquíes es una de las poblaciones con un gran porcentaje de familias que presentan bajos ingresos económicos.

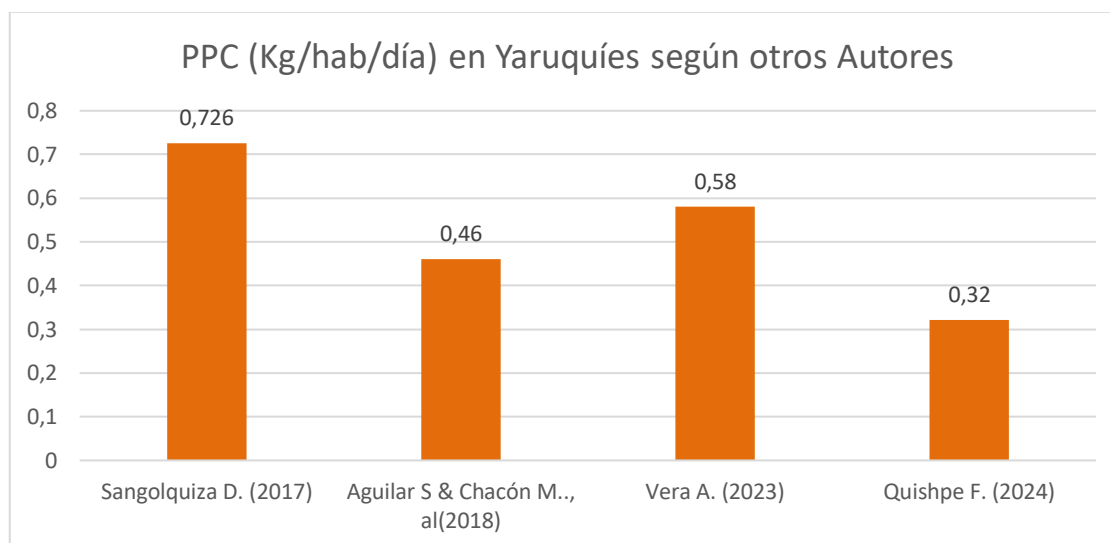


Figura 14. PPC [kg/hab/día] en Yaruquíes según otros Autores

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la **Figura 14** se observa que la generación de RSU en la Parroquia urbana de Yaruquíes presenta variaciones, ya que es un valor dinámico influido por los métodos y técnicas aplicados en la investigación. Los resultados de las investigaciones de Sangolquiza (2017) y Aguilar & Chacón (2018) presentan una PPC de 0.73 y 0.46 kg/hab/día, respectivamente. En la investigación de 2017 tiene una metodología de campo propia del autor aplicando en la zona rural y urbana de la Parroquia, en la investigación del 2018 se desconoce la metodología aplicada. Dado que no existen registros de estudios entre los años 2019 al 2022, analizamos la PPC en los estudios realizados por Vera (2023) y la presente investigación hecha en el 2024 donde se obtiene una PPC de 0.58 y 0.32 kg/hab/día respectivamente. La investigación de 2023 adapta parcialmente la metodología de (Arellano et al., 2013) lo que puede conllevar a discrepancias en los resultados si no se siguen los protocolos de esa metodología. En cambio, la esta investigación se implementa completamente la metodología de Arellano et al. (2024) para el cálculo de la producción per cápita de RSU.

4.6 Densidad Suelta de RSU de la Parroquia Yaruquíes

En la **Tabla 10** se muestra los registros de las densidades sueltas diarias de cada estrato socioeconómico durante 7 días.

Tabla 10. Densidad suelta diaria de los estratos B, C y D

ESTRATO	DENSIDAD SUELTA DIARIA [kg/m ³]							PROMEDIO ARITMÉTICO
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
B	162.92	87.92	182.92	112.92	107.79	109.54	165.46	132.78
C	209.63	178.75	211.67	261.25	117.13	138.92	160.46	182.54
D	112.50	161.67	136.96	156.25	84.67	99.29	73.96	117.90

Fuente: (Quishpe, 2024)

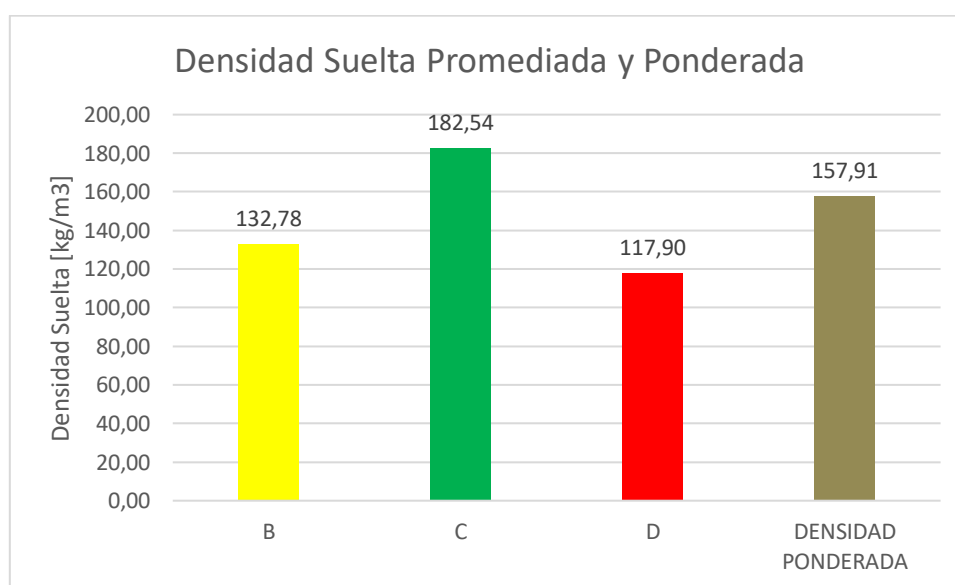


Figura 15. Densidades Seltas Promedio y Ponderada de los estratos B, C y D

Fuente: (Quishpe, 2024)

Uno de los factores que pueden variar la densidad de los RSU es la composición física de los residuos, relacionando directamente la densidad con la cantidad de residuos orgánicos. En la **Figura 15** se muestra los resultados de la densidad suelta ponderada de la Parroquia de Yaruquíes siendo de 157.91 kg/m³. También se realizó el diagrama de cajas y bigotes para identificar la existencia de datos atípicos en las densidades y no se encontró valores fuera del rango admisible (**Anexo 6**) por lo que el valor de la densidad ponderada no cambio.

4.7 Análisis Varianza ANOVA- Prueba Tukey para las densidades

En el análisis de varianza (ANOVA), se observa un valor de P inferior al nivel de significancia de 0.05, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. Posteriormente, la prueba de Tukey revela que las densidades de los estratos C y D presentan diferencias significativas (ver **Tabla 11**).

Tabla 11. Prueba Tukey de las densidades de los estratos B, C Y D

Población	Valor F	Valor p
Yaruquíes	4.86	0.02
Estrato	Densidad (kg/m ³)	Agrupación
ESTRATO C	182.5	A
ESTRATO B	132.8	A B
ESTRATO D	117.9	B

Fuente: (Quishpe, 2024)

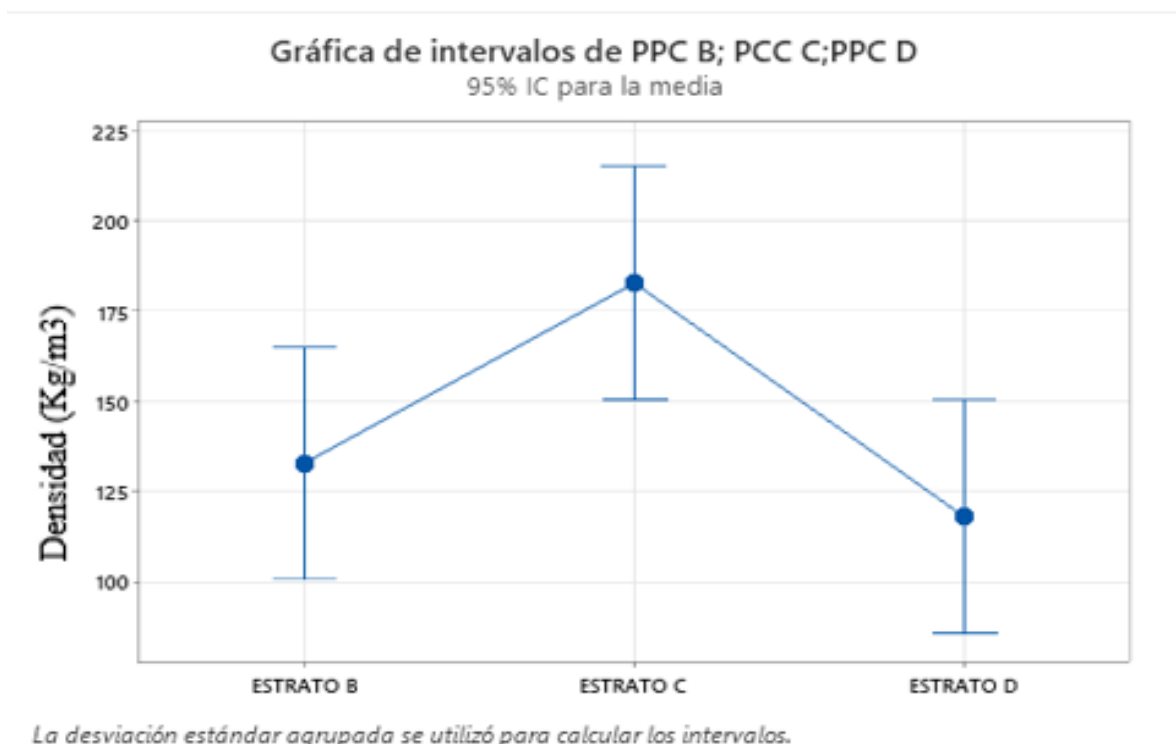


Figura 16. Comparación de Densidades de los estratos B, C y D

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la **Figura 16** al aplicar la prueba de Tukey, se observó que las medias de las densidades se agrupan en dos grupos diferenciados (A y B). Aunque los estratos C y D no presentan una relación directa, el estrato B actúa como un enlace entre ambos. El estrato C muestra una mayor proporción de densidad suelta, lo que se atribuye a su alto contenido de material orgánico, por otro lado, el estrato D es el que muestra el valor más bajo en cuanto a densidad suelta (**Figura 17**).

4.8 Composición física de RSU en la Parroquia de Yaruquíes

Para analizar la composición física de los residuos sólidos urbanos (RSU) en la zona de estudio, se empleó la **Técnica para la Determinación de Densidades** descrita en la página 69 del libro *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador* del autor Arellano et al. (2024). Se tomaron muestras correspondientes mediante el método de cuarteo para determinar las densidades. Los resultados se presentan en la **Tabla 12, 14, 15 y 16**, las cuales contienen una lista de 26 componentes recolectados durante 7 días consecutivos.

Tabla 12. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato B

COMPONENTES	D	L	M	M	J	V	S	PROMEDIO
	4.34	6.62	4.85	3.71	4.67	1.82	4.84	4.41
Botellas de plástico	1.7%	2.6%	0.89%	1.78%	1.30%	2.04%	0.65%	1.57%
Botellas y Frascos de vidrio	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cartón	2.6%	2.1%	5.82%	1.68%	14.51	0.44%	1.10%	4.02%
					%			
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.05%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cuero	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caucho	0.0%	0.0%	0.00%	6.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.96%
Infeciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.0%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
Maderas	0.0%	0.0%	0.00%	0.05%	0.28%	0.00%	0.00%	0.05%
Material de construcción- cerámicas (loza	0.0%	1.9%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%
Metales	0.0%	2.3%	0.00%	0.00%	1.38%	2.15%	1.46%	1.04%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras	71.3	71.0	59.87	51.38	65.05	57.92	78.89	65.07%
	%	%	%	%	%	%	%	
Papel bond blanco	0.0%	0.0%	0.99%	0.43%	0.00%	0.00%	0.10%	0.22%
Papel de color	0.0%	0.0%	5.78%	0.03%	0.00%	0.17%	0.00%	0.85%
Papel periódico	0.0%	0.5%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.3%	4.9%	2.09%	7.63%	4.67%	2.59%	6.24%	4.64%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	15.6 %	6.4%	6.67%	10.84 %	3.31%	12.69 %	8.14%	9.10%
Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)	1.1%	0.8%	4.77%	2.68%	0.02%	0.28%	0.79%	1.48%
Tetrapak	2.4%	0.7%	0.25%	0.00%	0.00%	0.33%	0.85%	0.65%
Poliestireno	0.9%	0.6%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.22%
Textiles	0.0%	0.0%	4.05%	1.76%	0.00%	3.75%	0.54%	1.44%
Mascarillas	0.0%	0.1%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
Toallas sanitarias y pañales	0.0%	6.1%	7.41%	9.41%	9.47%	0.00%	0.37%	4.68%
Otros	0.0%	0.0%	0.50%	5.08%	0.00%	17.65 %	0.00%	3.32%

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 13. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato C

COMPONENTES	D	L	M	M	J	V	S	PROMEDI O
		9.343	7.91	9.45	10.6	5.95	9.49	7.78
Botellas de plástico	2.58%	1.27%	1.96%	0.22%	2.92%	0.89%	1.38%	1.60%
Botellas y Frascos de vidrio	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cartón	1.62%	3.19%	3.51%	0.91%	1.34%	0.43%	2.77%	1.97%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.94%	0.00%	0.13%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.48%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%
Cuero	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.81%	0.00%	0.12%
Caucho	0.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.12%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
Maderas	0.14%	0.09%	0.98%	0.00%	0.00%	0.25%	0.00%	0.21%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Metales	0.44%	0.22%	1.02%	1.36%	0.91%	0.17%	0.82%	0.70%
Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	71.14 %	76.91 %	75.35 %	68.65 %	77.14 %	73.09 %	76.98 %	74.18%
Papel bond blanco	1.36%	0.11%	0.24%	0.00%	0.00%	0.45%	0.31%	0.35%
Papel de color	0.70%	0.37%	0.10%	0.49%	1.61%	0.11%	0.17%	0.51%
Papel periódico	0.22%	0.00%	0.00%	0.25%	1.19%	0.69%	0.37%	0.39%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	2.67%	1.94%	4.19%	3.58%	4.30%	4.93%	4.61%	3.75%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pilas y baterías	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	10.60 %	12.79 %	9.13%	11.09 %	7.88%	10.51 %	8.69%	10.10%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1.77%	1.32%	1.28%	2.99%	1.68%	1.03%	1.62%	1.67%
Tetrapak	0.12%	0.46%	0.16%	0.47%	0.24%	0.00%	0.85%	0.33%
Poliestireno	0.81%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%
Textiles	2.40%	0.20%	0.00%	2.33%	0.27%	2.06%	0.54%	1.11%
Mascarillas	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.01%
Toallas sanitarias y pañales	2.65%	0.00%	1.79%	5.70%	0.07%	2.72%	0.00%	1.85%
Otros	0.00%	0.63%	0.15%	0.34%	0.00%	0.49%	0.00%	0.23%

Fuente: (Quishpe, 2024)

Tabla 14. Composición física de los residuos sólidos presentes en el estrato D

COMPONENTES	D	L	M	M	J	V	S	PROMEDIO
	5.8	3.64	3.55	4.4	4.58	3.74	1.43	3.88
Botellas de plástico	1.4%	2.9%	1%	1%	2%	1%	2%	1.7%
Botellas y Frascos de vidrio	16.4%	0.0%	0%	5%	0%	0%	0%	3.5%
Cartón	2.3%	0.7%	2%	1%	4%	3%	1%	1.9%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.0%	0.0%	1%	0%	0%	0%	0%	0.1%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.0%	0.0%	0%	3%	0%	0%	0%	0.4%
Cuero	2.3%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.4%
Caucho	0.0%	1.2%	0%	0%	0%	0%	0%	0.2%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.1%
Maderas	4.5%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.7%
Material de construcción- cerámicas (loza)	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Metales	3.9%	0.0%	7%	0%	3%	0%	0%	2.4%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)	33.6%	43.6%	23%	56%	42%	27%	58%	42.8%
Papel bond blanco	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Papel de color	1.4%	0.6%	1%	0%	0%	1%	3%	1.0%
Papel periódico	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)	1.7%	9.3%	2%	7%	5%	3%	0%	4.2%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Pilas y baterías	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	6.2%	12.6%	13%	9%	5%	3%	8%	9.1%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	2.3%	1.2%	1%	1%	4%	0%	3%	2.0%
Tetrapak	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Poliestireno	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%

Textiles	1.9%	0.0%	13%	0%	14%	2%	1%	5.0%
Mascarillas	0.0%	0.0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%
Toallas sanitarias y pañales	21.1%	24.6%	37%	9%	15%	60%	21%	21.3%
Otros	0.0%	3.3%	0%	8%	4%	0%	2%	3.0%

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la **Tabla 15** se presenta los valores resumidos en porcentajes de los componentes físicos, los estratos B, C y D, con su respectivo promedio ponderado.

Tabla 15. Resumen de los componentes presentes en los estratos B, C Y D y promedio ponderado

COMPONENTES	Estratos			PROMEDIO
	B	C	D	PONDERADO
Botellas de plástico	1.57%	1.60%	1.73%	1.61%
Botellas y Frascos de vidrio	0.00%	0.00%	3.50%	0.51%
Cartón	4.02%	1.97%	1.92%	2.59%
Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)	0.05%	0.13%	0.10%	0.10%
Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)	0.00%	0.13%	0.44%	0.14%
Cuero	0.00%	0.12%	0.39%	0.12%
Caucho	0.96%	0.12%	0.20%	0.39%
Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)	0.01%	0.02%	0.07%	0.02%
Maderas	0.05%	0.21%	0.75%	0.24%
Material de construcción- cerámicas (loza	0.28%	0.00%	0.00%	0.08%
Metales	1.04%	0.70%	2.36%	1.05%
Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras	65.07%	74.18%	42.75%	66.80%
Papel bond blanco	0.22%	0.35%	0.01%	0.26%
Papel de color	0.85%	0.51%	0.98%	0.68%
Papel periódico	0.07%	0.39%	0.05%	0.24%
Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina	4.64%	3.75%	4.18%	4.08%
Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pilas y baterías	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)	9.10%	10.10%	9.06%	9.64%
Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)	1.48%	1.67%	1.97%	1.66%

Tetrapak	0.65%	0.33%	0.00%	0.38%
Poliestireno	0.22%	0.12%	0.00%	0.13%
Textiles	1.44%	1.11%	4.97%	1.78%
Mascarillas	0.02%	0.01%	0.02%	0.01%
Toallas sanitarias y pañales	4.68%	1.85%	21.25%	5.55%
Otros	3.32%	0.23%	2.99%	1.57%

Fuente: (Quishpe, 2024)

En la zona de estudio se identificó que el componente predominante de los RSU fue los Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras) con un promedio de 66.80% (**Tabla 15**).

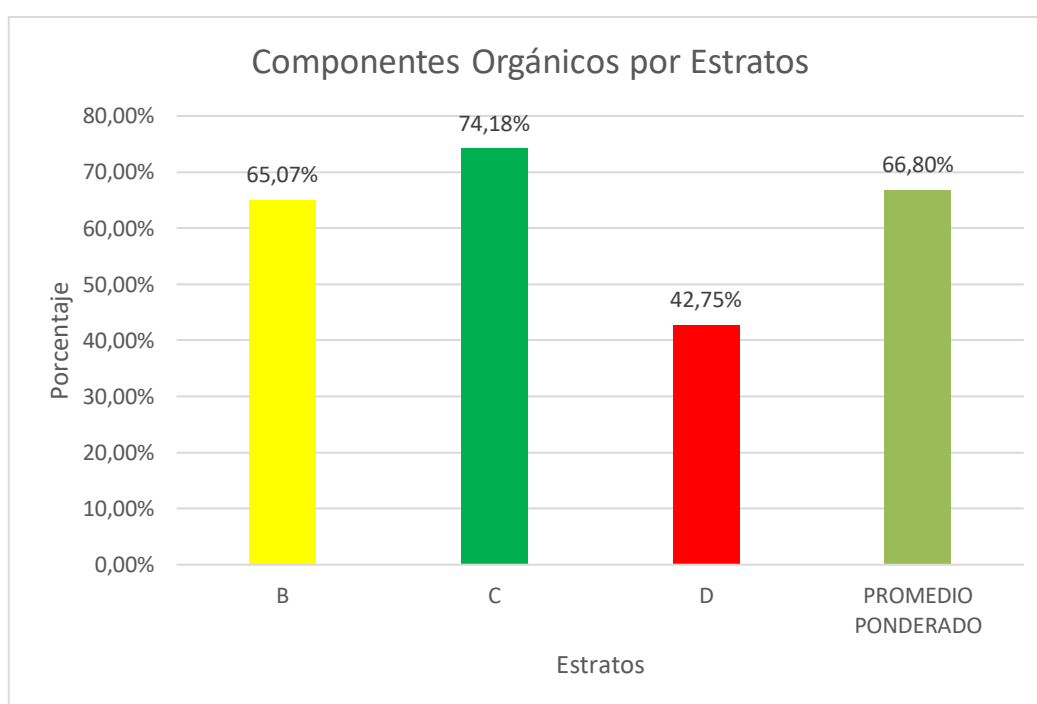


Figura 17. *Componente Orgánico promedio de los estratos y ponderado*

Fuente: (Quishpe, 2024)

El estrato económico con mayor porcentaje de componentes orgánicos es el estrato C con un valor de 74.18 % (**Figura 17**), esto podría ser atribuido a que la mayor parte de las personas del núcleo familiar pasan en la casa lo que implica preparar los alimentos en su hogar. Esto se relaciona directamente con la densidad suelta del estrato, dándonos una densidad de 182.54 kg/m³ debido a su gran contenido orgánico.

Seguido por el estrato B con 65.07 %, un alto porcentaje de residuos orgánicos, pero también notamos mayor presencia de cartón y Tetrapak en comparación a los otros estratos socioeconómicos lo que implica en la reducción de la densidad suelta a 132.78 kg/m³.

Finalmente, el estrato D con 42.75%. debido a que está a los alrededores de la parroquia y tienen animales domésticos como cuyes, conejos y aves los cuales aprovechan los residuos orgánicos pese a que socializamos que nos entregaran todos los residuos que se produjera en el hogar, también se observa en la **Tabla 15** que el estrato D es el productor mayoritario de toallas sanitarias y pañales desechables, lo que reduce la densidad suelta de este estrato a 117.9 kg/m³ siendo este el valor más bajo.

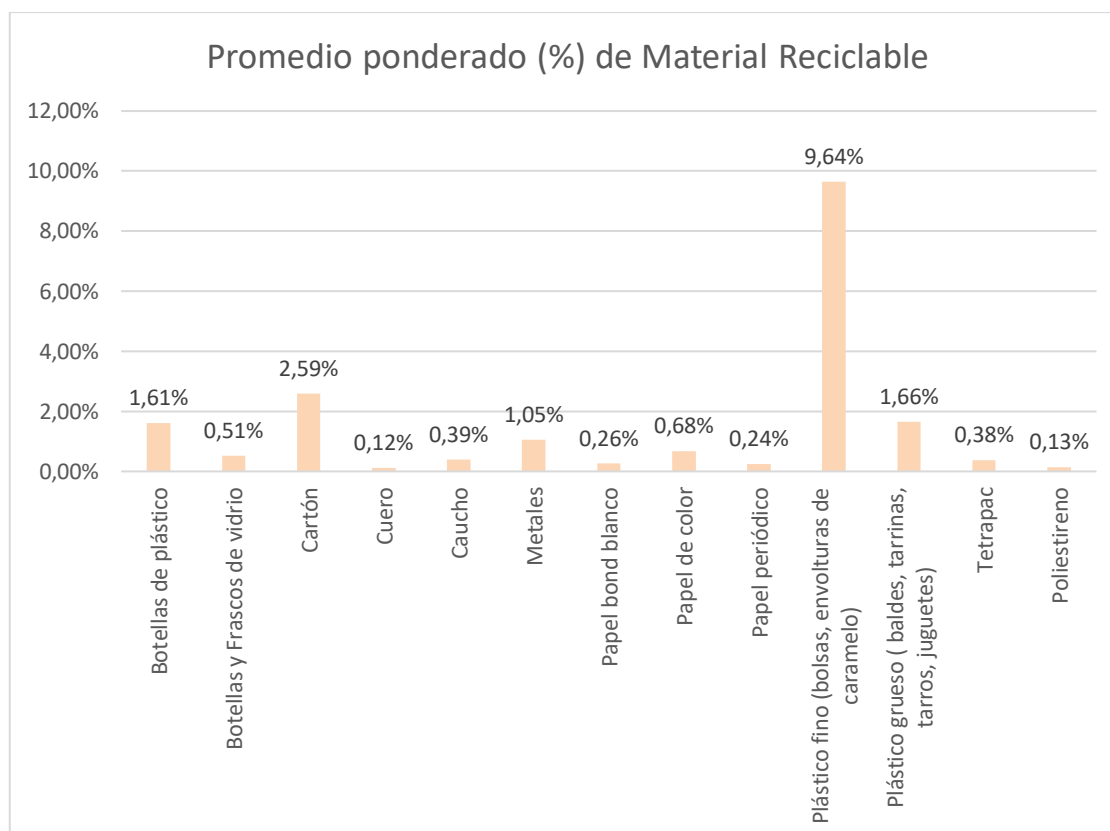


Figura 18. Residuos sólidos potencialmente reciclables

Fuente: (Quishpe, 2024)

Los residuos potencialmente reciclables en Yaruquies representan el 19.26% del total de componentes. Dentro de esta categoría, los plásticos finos, como bolsas y envolturas de caramelos, constituyen el 9.64%, siendo el componente de mayor proporción (**Figura 18**).

En el año 2021, en la parroquia de Yaruquíes, se lanzó un plan piloto titulado “Yaruquíes Sí Clasifica”, con la visión de expandirse a todo el cantón. Este plan consistió en la separación de residuos sólidos urbanos (RSU), donde las botellas plásticas se colocaron en contenedores azules, a disposición de la Asociación de Recicladores y Comercializadores “Manos que Limpian” (ASORMALIM), integrada por 125 ciudadanos.

Para que un plan de este tipo tenga éxito, es fundamental conocer detalladamente la composición porcentual de los residuos generados. Esta información permite identificar los tipos y volúmenes de materiales reciclables disponibles, como plástico, vidrio, papel y otros componentes, lo que facilita proyectar los beneficios económicos asociados a la valorización y comercialización de dichos residuos. Además, comprender la proporción de cada componente en los residuos sólidos urbanos es clave para optimizar la logística, reducir costos de recolección y aumentar la eficiencia del sistema de separación y reciclaje, contribuyendo al desarrollo sostenible de la comunidad.

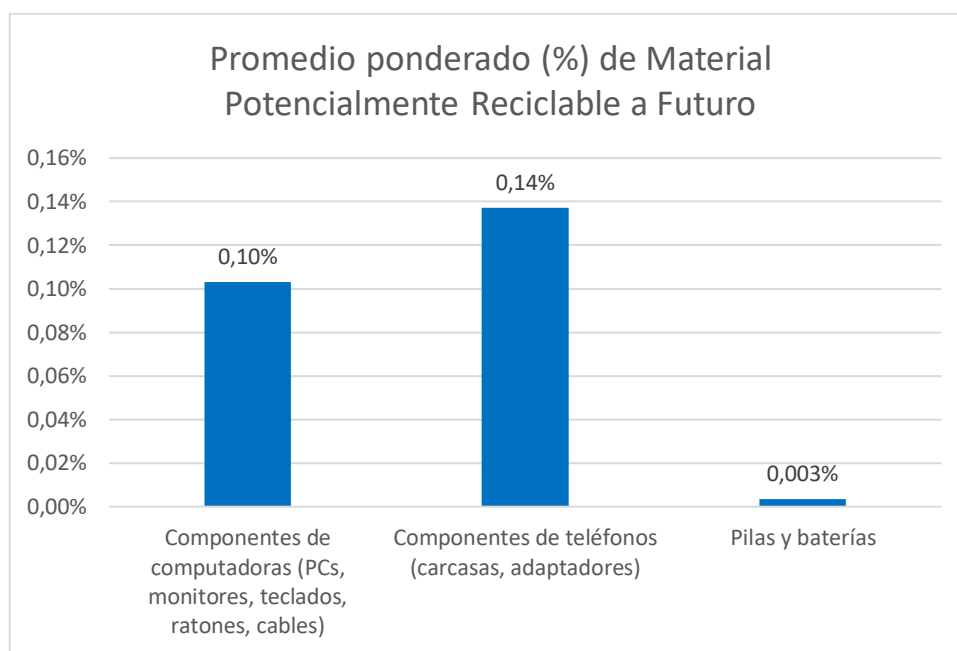


Figura 19. Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro

Fuente: (Quishpe, 2024)

Los residuos potencialmente reciclables en la parroquia de Yaruquíes representan, en promedio, el 0,243 % del total de componentes físicos. Dado este porcentaje reducido, se sugiere considerar estrategias de reciclaje en el futuro para maximizar el aprovechamiento de estos materiales. En la **Figura 19** se observa la composición de los componentes potencialmente reciclables, reflejando un porcentaje bajo, cuya evolución a lo largo del tiempo sería importante analizar para identificar oportunidades de mejora en las prácticas de reciclaje.

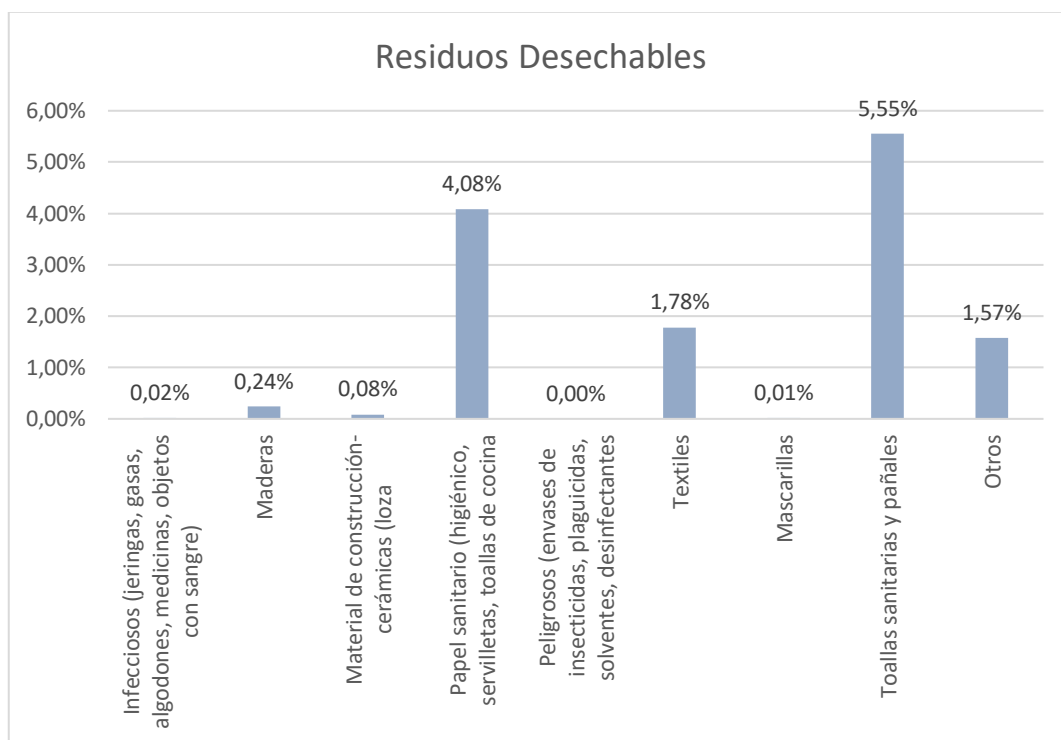


Figura 20. Residuos sólidos no reciclables

Fuente: (Quishpe, 2024)

Los residuos desechables definiremos como productos diseñados para un solo uso, como es el caso de servilletas, pañuelos de papel, toallas sanitarias, pañales, entre otros.

La cantidad total de residuos sólidos desechables en Yaruquíes representa el 13.34% del total, siendo una de las parroquias que registran la mayor producción de estos componentes clasificados como "Desechos" en comparación con el promedio de otras ciudades del país estudiadas en 2024. Aproximadamente el 50% de este grupo de desechos corresponde a toallas sanitarias y pañales (**Figura 20**) valor similar al encontrado en Cevallos (5.81%) en la investigación realizada por Mejía (2024).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En la caracterización urbanística de la Parroquia Yaruquíes, en la ciudad de Riobamba, como parte del análisis de la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se identificó que el 95.35% de las manzanas están destinadas a uso residencial y mixto. Estas 82 manzanas se distribuyen en tres estratos socioeconómicos: Estrato B, con 25 manzanas (30.49%); Estrato C, con 45 manzanas (54.88%); y Estrato D, con 12 manzanas (14.63%). El Estrato C, caracterizado por bajos ingresos económicos, es predominante en la Parroquia, mostrando similitudes con el cantón Colta.

A través de encuestas socioeconómicas, se identificó una relación inversamente proporcional entre el nivel de ingresos económicos familiares y el número de habitantes por hogar. Es decir, a mayor ingreso económico, menor es el número de personas que conforman el núcleo familiar.

Durante el registro diario del pesaje, se observó que el mayor volumen de residuos se genera los días domingo y martes. Se determinó que la producción per cápita de residuos sólidos urbanos en la Parroquia de Yaruquíes es de 0.32 kg/hab/día, con un coeficiente de máxima producción diaria de RSU de 4.86. Este dato es fundamental para una gestión integral de residuos sólidos, de modo que los sistemas de recolección, transporte y disposición final puedan responder eficazmente durante los días de mayor demanda, evitando así posibles colapsos o sobrecargas en comparación con la demanda media.

Se calculó una densidad suelta ponderada de 157.91 kg/m³, presentando el estrato C la densidad mayor de 182.54 kg/m³. atribuida a la alta presencia de desechos orgánicos. En contraste, el estrato socioeconómico más alto (estrato B) genera residuos con menor densidad, debido a la predominancia de productos industrializados.

En cuanto a la composición física de los residuos sólidos de la Parroquia de Yaruquíes, se determinó que el 66.8% corresponde a materia orgánica, mientras que los materiales potencialmente reciclables constituyen el 19.26 %. En total, el 86.07 % de los residuos son aprovechables: la materia orgánica puede utilizarse en procesos como el compostaje y la lumbricultura, y los materiales reciclables pueden ser reutilizados. Además, un 0.24 % tiene proyección de reciclaje en el futuro, mientras que el 13.34 % restante está compuesto por materiales no reciclables, los cuales deben ser dispuestos en el relleno sanitario.

5.2 Recomendaciones

Se sugiere a la Comisión de Ambiente, Salubridad e Higiene de la ciudad de Riobamba dar prioridad a la correcta separación de residuos en la fuente, considerando que en la Parroquia Yaruquíes existe un alto porcentaje de residuos reutilizables. Para ello, se recomienda destinar recursos económicos a la sensibilización de la ciudadanía mediante campañas publicitarias y talleres educativos sobre la gestión integral de los residuos sólidos y la importancia de su separación en la fuente.

Asimismo, con el fin de fomentar una cultura ambientalmente responsable, resulta indispensable actualizar los datos de producción per cápita de residuos sólidos urbanos y sus componentes en las cuatro Parroquias urbanas restantes de Riobamba (Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco), lo que permitirá una mejor planificación y ejecución de las estrategias propuestas y obtener una PPC de residuos actualizada y acorde a la realidad que vive la ciudad, con la finalidad de proporcionar a la ciudadanía un ambiente más sano e higiénico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S., & Chacón, M. (2018). Propuesta de Plan de Gestión Integral para los residuos sólidos generados en la parroquia Yaruquies del cantón Riobamba. *Repositorio Institucional UTPL*. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22651>
- Alayón Edith. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Uniminuto*, 15, 1.
- Aquice, H. (2022). *Cambios de los hábitos de consumo por el COVID 19 y su impacto en la generación de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca – Puno, 2021*. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/331>
- Arellano, A., & Cabezas, L. (2014). *MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA PARA ESTUDIOS DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y-O DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES MENORES A 150.000 HABITANTES*.
343267386_METODO_PARA_LA_DETERMINACION_DE_LA_MUESTRA_PARA_ESTUDIOS_DE_PRODUCCION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_Y
- Arellano, A., Congacha, A., Espinoza, Lady, Izurieta, C., & María, Z. (2024). *Enfoque interdisciplinario para la gestión sustentable del agua potable y de los desechos sólidos en Ecuador*. <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.0000>
- Arellano, A., Gonzáles, J., & Gavilanes, A. (2013). *TÉCNICAS DE MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA POBLACIONES MENORES QUE 150.000 HABITANTES*.
https://www.researchgate.net/publication/343267617_TECNICAS_DE_MUESTREO_Y_CARACTERIZACION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_PARA_POBLACIONES_MENORES_QUE_150000_HABITANTES
- Benavidez, S., Chávez, A., Núñez, M., & Castillo, E. (2022). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca. *CIENCIA NOR@NDINA*, 5. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2022v5n2p212>
- Castro Mercedes. (2021). *Residuos sólidos*. <https://www.lifeder.com/residuos-solidos/>
- CNE. (2019). *MODELO DE LA CIRCUNSCRIPCIÓN URBANA - PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. https://www.cne.gob.ec/wp-content/uploads/2018/12/riobamba_circunscripcion_con_tabla_2019.pdf
- COORDINACIÓN ZONAL 3 DISTRITO 06D01 CHAMBO RIOBAMBA. (2022). *DESNUTRICION NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS*.

- Cruz Samantha, & Ojeda Sara. (2013). GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29.
<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/43784>
- Gobierno Municipal del Cantón Riobamba. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba*.
<http://www.gadmriobamba.gob.ec/phocadownload/lotaip/AnexoS/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20CON%20RESOLUCIONES.pdf>
- Gonçalves, A. T. T., Moraes, F. T. F., Marques, G. L., Lima, J. P., & Da Silva, R. L. (2018). Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review. *Revista Ambiente & Água*, 13. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2157>
- INEC. (2023). *471.933 personas viven en Chimborazo*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/471-933-personas-viven-en-chimborazo/>
- INEC. (2024, May 7). *Resultados - Censo Ecuador. Censo Ecuador*.
<https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2022). Estadística sobre Recogida y Tratamiento de Residuos Año 2020 . *Notas de Prensa*. https://ine.es/prensa/residuos_2020.pdf
- Izurieta, C., Arellano, A., & Muñoz, G. (2022). *La Demografía y el Consumo de Agua Potable en los Estratos Socio Economicos Urbanos*. 7(31), 809–829.
<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v7i1.552>
- Mejía, B. (2024). *Caracterización de residuos sólidos urbanos del cantón Cevallos provincia de Tungurahua*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- MUNICIPIO DE RIOBAMBA. (2023). *ORDENANZA Nro. 014-2023 - ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO CONCEJO*.
https://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=ordenanzas
- Municipio Riobamba. (2024). *PLAN ESTRATEGICO DE DESARROLLO CANTONAL RIOBAMBA 2025*.
- Pavon, R. (2022, November 28). *Características físicas de los residuos sólidos urbanos*.
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/caracteristicas_fisicas.asp

Sangoquiza, D. (2017). Diseño de un sistema integral de manejo de residuos sólidos para la parroquia de Yaruquíes. *DSpace ESPOCH*. .

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6628>

Vera, A. (2023). Plan de manejo de residuos sólidos en la parroquia Yaruquíes. *DSpace ESPOCH*. . <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21622>

Anexo 2. Encuesta socioeconómica.

INFORMACION GENERAL								
ENCUESTA N°	DIRECCION:	FECHA:	SECTOR INEC:	MANZANA	CASA CODIGO			
NOMBRE DEL ENCUESTADO:		ES UD LA CABEZA DEL HOGAR		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
INFORMACION SOCIOECONOMICA								
1.- N° DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR	2.- No DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR	3.- EN QUE TRABAJA UDTED			4.- No DE PERSONAS APORTAN ECONOMICAMENTE EN EL HOGAR	5.- A CUANTAS PERSONAS MANTIENE	6.-	
		1) JUBILADO	9) PROFESIONAL /TECNICO				6.1) CUANTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR	FRECUENTEMENTE <input type="checkbox"/>
		2) COMERCIANTE	10) MANUFACTURA				OCASIONALMENTE <input type="checkbox"/>	
		3) TRANSPORTISTA	11) EMPLEADO DE OFICINA				RARA VEZ <input type="checkbox"/>	
		4) AGRICULTOR	12) TRABAJADOR NO CALIFICADO			6.1) CUANTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR		
		5) GANADERO	13) OPERADOR DE MAQUINARIA					
		6) ENSEÑANZA	14) ESTUDIANTE					
		7) GERENTE O DIRECTOR	15) OTRO					
		8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS						
13.- TIENEN VEHICULO	12.- LA VIVIENDA ES	11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO			10.- No DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA	9.- No DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA	8.- CUALES	7.-TIENE ANIMALES
1) SI <input type="checkbox"/> 2) NO <input type="checkbox"/>	1) PROPIA <input type="checkbox"/>	COMERCIAL <input type="checkbox"/>	MECANICA <input type="checkbox"/>	EDUCATIVA <input type="checkbox"/>			PERRO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
CUANTOS	2) ARRENDADA <input type="checkbox"/>	VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS <input type="checkbox"/>	OFICINA <input type="checkbox"/>	RESIDENCIAL <input type="checkbox"/>			GATO <input type="checkbox"/>	CUANTOS <input type="checkbox"/>
USO PERSONAL	3) PRESTADA <input type="checkbox"/>	TIENDA DE ABASTOS <input type="checkbox"/>	FARMACIA <input type="checkbox"/>	CASA <input type="checkbox"/>			CHANCHO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
DE TRABAJO <input type="checkbox"/>	4) HEREDADA <input type="checkbox"/>	SUPERMERCADO <input type="checkbox"/>	LICORERIA <input type="checkbox"/>	DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/>			BURRO <input type="checkbox"/>	
		ROPA <input type="checkbox"/>	HOSPDAJE <input type="checkbox"/>	CUARTO <input type="checkbox"/>			OTRO <input type="checkbox"/>	
		PELUQUERIA <input type="checkbox"/>	PAPELERIA <input type="checkbox"/>					
14.- SERVICIOS QUE DISPONE				15.- CUALES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MAS IMPORTANTES (ENUMERE EN ORDEN DE IMPORTANCIA)			16.- TIENE JARDIN	
1) AGUA POTABLE <input type="checkbox"/>	5) ALUMBRADO PUBLICO <input type="checkbox"/>	9) TV PAGADA <input type="checkbox"/>	ALIMENTACION <input type="checkbox"/>	EDUCACION <input type="checkbox"/>	SEGUROS <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>		
2) LUZ ELECTRICA <input type="checkbox"/>	6) RECOLECCION DE BASURA <input type="checkbox"/>	10) EMPLEADA DOMESTICA <input type="checkbox"/>	SALUD <input type="checkbox"/>	VESTUARIO <input type="checkbox"/>	VIAJES <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>	7) TELF CELULAR <input type="checkbox"/>	11) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/>	VIVIENDA <input type="checkbox"/>	CREDITOS <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>			
4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	8) INTERNET <input type="checkbox"/>	12) OTRO <input type="checkbox"/>						
RESIDUOS								
21.- BOTA UD EL PAPEL HIGIENICO EN EL INODORO	20.- COBRA ALGO POR ENTREGAR ESTOS MATERIALES A LOS RECICLADORES	19.- CADA CUANTO TIEMPO ENTREGA ESTOS MATERIALES A LOS REICLADORES	18.- QUE TIPO DE MATERIALES ENTREGA A LOS RECICLADORES			17.- ENTREGA ALGUN TIPO DE BASURA A LOS RECICLADORES		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	CONSTANTEMENTE <input type="checkbox"/> A RA VEZ <input type="checkbox"/>	1) CHATARRA <input type="checkbox"/>	4) PAPEL Y CARTON <input type="checkbox"/>	7) RESIDUOS PARA CHANCHOS <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
A VECES <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>	2) ROPA <input type="checkbox"/>	5) PERIODICO <input type="checkbox"/>	8) OTRO <input type="checkbox"/>			
			3) BOTELLAS <input type="checkbox"/>	6) MUEBLES <input type="checkbox"/>				
OBSERVACIONES DE CAMPO								
SIMBOLOGIA CALIDAD EN OPTIMAS CONDICIONES A EN BUENAS CONDICIONES B EN MALAS CONDICIONES C	TIPO DE VIVIENDA (INEC)	ESTADO DE FACHADA	ACERA		CATEGORIA	CALLE		
	- MEDIAGUA <input type="checkbox"/>	A	TIPO BALDOSA <input type="checkbox"/>	A	TIPO ASFALTADA <input type="checkbox"/>	CATEGORIA A		
- RANCHO <input type="checkbox"/>	B	ENCEMENTAD <input type="checkbox"/>	B	ADOQUINADA <input type="checkbox"/>	B			
- COVACHA <input type="checkbox"/>	C	TIERRA <input type="checkbox"/>	C	LASTRADA <input type="checkbox"/>	C			
- CHOZA <input type="checkbox"/>		NO EXISTE <input type="checkbox"/>		TIERRA <input type="checkbox"/>				
	*Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramien			EMPEDRADA <input type="checkbox"/>				
NOMBRE DEL ENCUESTADOR				FIRMA				

Fuente:(Arellano et al., 2024)

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	

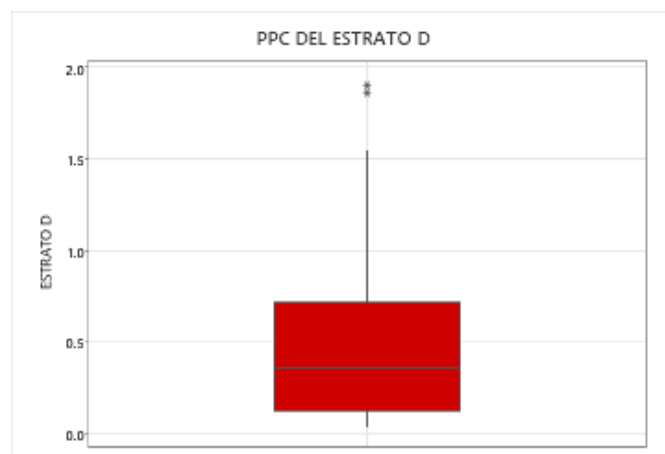
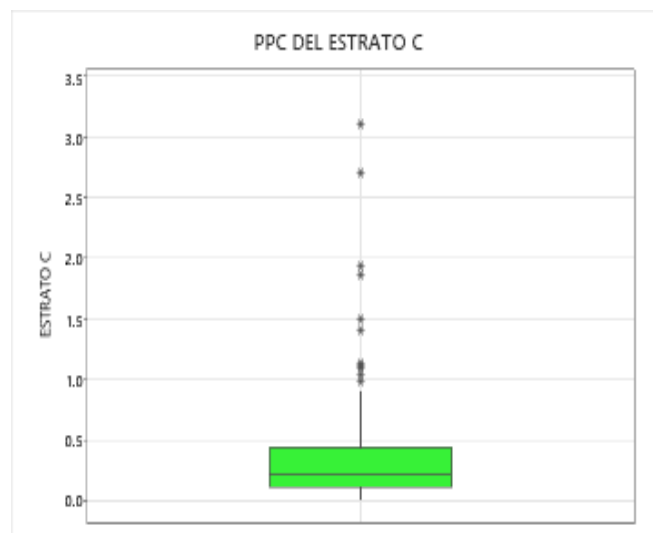
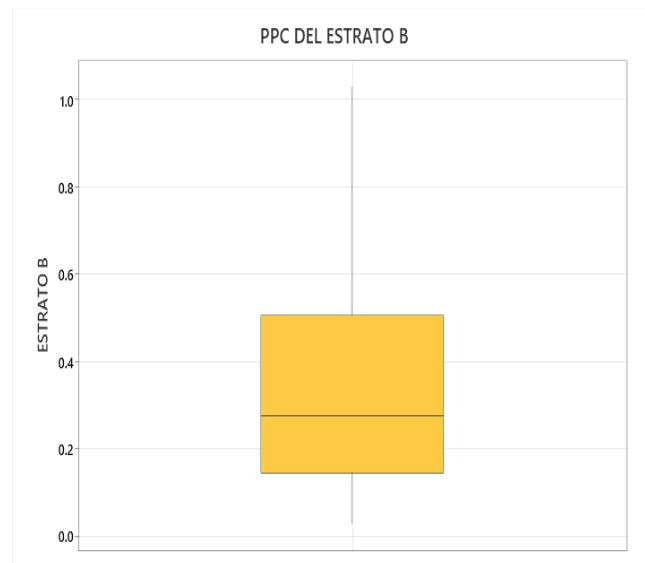
Fuente:(Arellano et al., 2024)

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

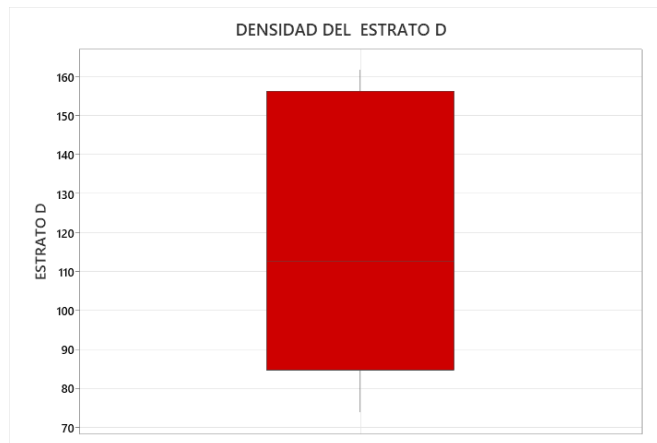
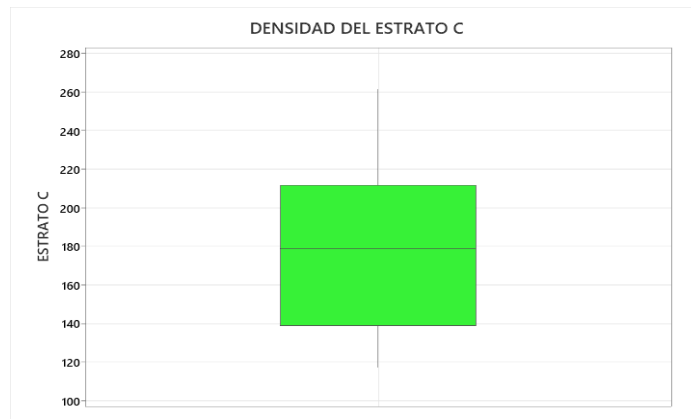
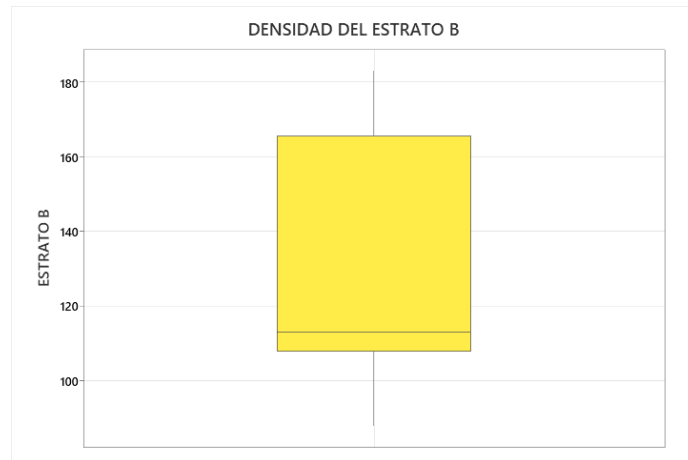
Fuente:(Arellano et al., 2024)

Anexo 5. Diagrama de Cajas y Bigotes (Valores Atípicos) para el PPC



Fuente: (Quishpe, 2024)

Anexo 6. Diagrama de Cajas y Bigotes (Valores Atípicos) para las Densidades



Fuente: (Quishpe, 2024)

Anexo 7. Registro fotográfico realizado en la Parroquia de Yaruquíes



Fotografía 1: Caracterización socioeconómica



Fotografía 2. Codificación de las viviendas. Fotografía



Fotografía 3: Recolección de muestras.



Fotografía 4: Traslado de muestras al lugar de trabajo.



Fotografía 5: Pesaje de las muestras para el PPC.



Fotografía 6: Homogenización de RSU.



Fotografía 7: Cuarteo de RSU de cada estrato.



Fotografía 8: Eliminación de vacíos (densidad suelta).



Fotografía 9: Clasificación de componentes.

Fuente: (Quishpe, 2024)