



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**Título del proyecto:**

Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puerto Ayora de la provincia de Galápagos.

**Trabajo de Titulación para optar el título de ingeniero civil**

**Autor:**

Altamirano Vásquez Eric Sebastian

**Tutor:**

Ing. Alfonso Arellano Barriga Mgs.

**Riobamba, Ecuador.**

**Año 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Eric Sebastian Altamirano Vásquez**, con cédula de ciudadanía **200012433-5**, autor del trabajo de investigación titulado: **“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUERTO AYORA DE LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS”**, 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, **17 de abril de 2024**.



**Eric Sebastian Altamirano Vásquez**

C.I: 200012433-5

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puerto Ayora de la provincia de Galápagos**”, presentado por **Eric Sebastian Altamirano Vásquez**, con cédula de identidad número **200012433-5**; 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.

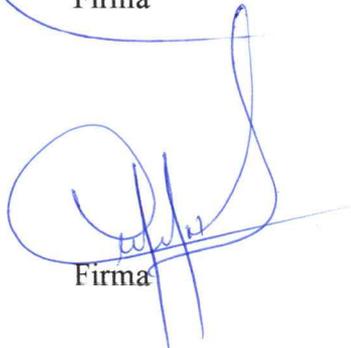
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 17 de abril de 2024.

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



Firma

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



Firma

Jéssica Paulina Brito Noboa, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma

Alfonso Patricio Arellano Barriga, Msc  
**TUTOR**



Firma

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Puerto Ayora de la provincia de Galápagos**”, presentado por **Eric Sebastian Altamirano Vásquez**, con cédula de identidad número **200012433-5**, 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.

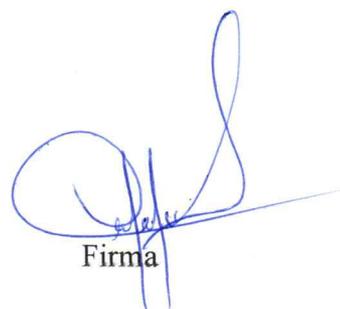
De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 17 de abril de 2024.

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



Firma

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



Firma

Jéssica Paulina Brito Noboa, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma



# CERTIFICACIÓN

Que, **ALTAMIRANO VÁSQUEZ ERIC SEBASTIAN** con CC: **200012433-5**, estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría en el trabajo de investigación titulado "**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE PUERTO AYORA DE LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS**", cumple con el 9 %, 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, 10 de **abril** de **2024**

Ing. Alfonso Patricio Arellano Barriga. Msc

TUTOR(A)

## DEDICATORIA

*A mis padres, Claudia y Juan Pablo, quienes, con carácter diamantino, me impartieron el don de la perseverancia y conocimiento. En los tiempos difíciles, su fe en la educación como luz guía ha sido el faro que ha iluminado mi sendero.*

*A mi hermana, Dayana, mi ser incondicional, su apoyo ha sido la melodía que ha suavizado las asperezas del camino y la inspiración que ha coloreado mi búsqueda.*

*A mi propio ser, testigo de mis luchas y victorias, quien con cada paso ha dejado una huella en el corazón del tiempo. En este viaje, he descubierto la fuerza que se esconde en mi esencia, forjando la historia de quien soy.*

*Esta tesis es más que palabras en papel, es la sinfonía de nuestras vidas entrelazadas. A ustedes, mis amados padres, y a ti, mi hermana, les dedico este capítulo.*

*Con mucho amor,*

*Eric Sebastian Altamirano Vásquez*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres y hermana, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la brújula que ha guiado cada paso de este viaje.*

*A mi tía, “Misha”, quien jugó un papel fundamental en esta trayectoria de mi vida y cuyo cariño ha sido una fuente constante de inspiración.*

*A la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus docentes, por ofrecerme el espacio académico donde floreció esta investigación, especialmente al Ing. Alfonso Arellano, mi tutor y guía durante este proceso, quien con paciencia y sabiduría orientó mis pasos en el intrincado camino de la investigación.*

*Al Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, agradezco la ayuda económica que brindaron, la cual fue un respaldo valioso en este camino académico.*

*Y, por último, a todas esas amistades que me brindaron una mano y que, a pesar de estar a miles de kilómetros lejos de mi hogar, me hicieron sentir como en casa.*

*De manera agradecida,*

*Eric Sebastian Altamirano Vásquez*

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS TRIBUNAL

CERTIFICAO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
1.1 Antecedentes .....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	17
1.3 Justificación .....	18
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1. General.....	19
1.4.2. Específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	20
2.1. Marco teórico .....	20
2.1.1. Residuos sólidos urbanos.....	20
2.1.2. Producción per cápita de residuos sólidos .....	20
2.1.3. Caracterización de residuos sólidos.....	20
2.1.4. Densidad de residuos sólidos.....	20
2.1.5. Componentes de residuos sólidos .....	20
2.1.6. Ecosistema frágil.....	21
2.2. Estado del arte.....	21
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....	24
3.1. Tipo de investigación.....	24
3.2. Técnicas y métodos para la recolección de datos .....	25
3.3. Población de estudio y tamaño de muestra .....	25
3.3.1. Población .....	25
3.3.2. Muestra .....	25
3.4. Análisis y procesamiento de datos.....	26

3.4.1.	Caracterización urbanística y socioeconómica, análisis y procesamiento. ...	26
3.4.2.	Producción per cápita de RSU, análisis y procesamiento. ....	27
3.4.3.	Densidad suelta de los RSU, análisis y procesamiento. ....	28
3.4.4.	Análisis ANOVA – Prueba de Tukey para la PPC y las densidades.....	28
3.4.5.	Componentes de los RSU, análisis y procesamiento.....	29
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>30</b>
4.1.	Caracterización urbanística de Puerto Ayora.....	30
4.2.	Caracterización socioeconómica de Puerto Ayora .....	32
4.3.	PPC de Puerto Ayora considerando valores atípicos.....	35
4.4.	PPC de Puerto Ayora sin valores atípicos .....	39
4.4.1.	Análisis de varianza ANOVA para la PPC. ....	43
4.4.2.	Prueba de Tukey para la PPC. ....	43
4.5.	Densidad de residuos sólidos urbanos de Puerto Ayora .....	45
4.5.1.	Análisis de varianza ANOVA para las densidades. ....	46
4.5.2.	Prueba de Tukey para las densidades. ....	46
4.6.	Composición física de residuos sólidos de Puerto Ayora.....	48
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>58</b>
5.1.	Conclusiones .....	58
5.2.	Recomendaciones .....	59
<b>CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>60</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>		<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Categorización de la manzana .....	27
<b>Tabla 2.</b> Categorización de la vivienda encuestada .....	27
<b>Tabla 3.</b> Resultados de la estratificación urbanística.....	30
<b>Tabla 4.</b> Encuestas aplicadas por cada estrato socioeconómico .....	33
<b>Tabla 5.</b> Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato B. ..	35
<b>Tabla 6.</b> Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato C. ..	35
<b>Tabla 7.</b> Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato D. ..	36
<b>Tabla 8.</b> Valores de PPC atípicos del estrato B. ....	40
<b>Tabla 9.</b> Valores de PPC atípicos del estrato C. ....	40
<b>Tabla 10.</b> Valores de PPC atípicos del estrato D.....	41
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza ANOVA de la PPC de los estratos B, C y D.....	43
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey de la PPC de los estratos B, C y D de Puerto Ayora. ....	43
<b>Tabla 13.</b> PPC ponderado de 6 ciudades del Ecuador .....	44
<b>Tabla 14.</b> Densidad suelta de los estratos B, C y D de Puerto Ayora.....	45
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza ANOVA de las densidades de los estratos B, C y D.....	46
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey de las densidades de los estratos B, C y D .....	46
<b>Tabla 17.</b> Densidad suelta ponderada de 6 ciudades de Ecuador .....	47
<b>Tabla 18.</b> Composición física de los residuos sólidos del estrato B.....	48
<b>Tabla 19.</b> Composición física de los residuos sólidos del estrato C.....	49
<b>Tabla 20.</b> Composición física de los residuos sólidos del estrato D.....	51
<b>Tabla 21.</b> Resumen de los componentes del estrato B, C, D y promedio ponderado.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de la Isla Santa Cruz .....	14
<b>Figura 2.</b> Contenedores de basura situados en puntos estratégicos de la ciudad.....	15
<b>Figura 3.</b> Centro de reciclaje Fabricio Valverde de la isla Santa Cruz.....	16
<b>Figura 4.</b> Relleno sanitario del Km 27 de la isla Santa Cruz.....	16
<b>Figura 5.</b> Metodología del proyecto de investigación .....	24
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de manzanas estratificadas por estrato .....	30
<b>Figura 7.</b> Mapa de categorización urbanística socioeconómica de Puerto Ayora.....	31
<b>Figura 8.</b> Comparación de la caracterización urbanística de diversas ciudades.....	32
<b>Figura 9.</b> Mapa de ubicación de las viviendas a encuestar.....	33
<b>Figura 10.</b> Promedio de habitantes por vivienda de los estratos socioeconómicos.....	34
<b>Figura 11.</b> Peso diario total de RSU de todas las viviendas. ....	38
<b>Figura 12.</b> PPC con valores atípicos de los estratos B, C y D.....	39
<b>Figura 13.</b> PPC real de los estratos B, C, y D.....	42
<b>Figura 14.</b> Comparación de las PPC de los estratos B, C y D de Puerto Ayora.....	44
<b>Figura 15.</b> Densidad promedio de los estratos B, C y D .....	45
<b>Figura 16.</b> Comparación de las densidades de los estratos B, C y D de Puerto Ayora .....	47
<b>Figura 17.</b> Componentes orgánicos promedio de los estratos B, C, D y ponderado .....	54
<b>Figura 18.</b> Residuos sólidos potencialmente reciclables .....	55
<b>Figura 19.</b> Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro.....	56
<b>Figura 20.</b> Componentes de residuos sólidos no reciclables .....	57

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó la caracterización de los residuos sólidos urbanos domiciliarios de la ciudad de Puerto Ayora, cantón Santa Cruz, Provincia de Galápagos. Para ello se implementaron distintas metodologías. La técnica de Arellano et al. (2012), para la caracterización urbanística y socioeconómica. El método de Arellano & Cabezas (2014), para la determinación de la muestra del estudio. Y, por último, la técnica de Arellano et al. (2013), para la determinación de la producción per capita (PPC), densidades sueltas y la composición física de los residuos sólidos urbanos. El resultado de la caracterización urbanística mostró que la ciudad de Puerto Ayora tiene 223 manzanas cuyo uso de suelo es residencial/mixto. El estrato socioeconómico "C" representa el 50,22% de la población de la ciudad, seguida del estrato "D" con 30,94% y por último se encuentra el estrato "B" con 18,83%. A pesar de existir viviendas de estrato "A" cuya fuente de ingresos es alta, no se tomó en cuenta a dicho estrato dentro de la investigación debido a su baja predominancia. El muestreo de residuos sólidos urbanos realizado de manera aleatoria a 74 viviendas durante 7 días arrojó los siguientes resultados para la producción per cápita, densidades y componentes. La PPC del estrato socioeconómico "B" es de 0,53 kg/hab/día, del estrato "C" de 0,56 kg/hab/día y para el estrato "D" de 0,53 kg/hab/día. La producción per cápita ponderada obtenida de la ciudad de Puerto Ayora es de 0,55 kg/hab/día. La densidad suelta ponderada obtenida para la ciudad de Puerto Ayora es de 200,60 kg/m<sup>3</sup>. El estrato "B" tiene una densidad suelta de 104,1 kg/m<sup>3</sup>, el estrato "C" de 240,3 kg/m<sup>3</sup> y por último el estrato "D" de 194,9 kg/m<sup>3</sup>. La composición física de los residuos sólidos tiene una alta presencia de material orgánico el cual representa el 57,92% del total de desechos, seguido del componente de botellas/frascos de vidrio con un 6,84%, y de plásticos finos cuyo material está prohibido dentro de la provincia de Galápagos pero que representa un 5,87% del total de componentes. La caracterización de residuos sólidos en la ciudad de Puerto Ayora permite conocer las costumbres, situación demográfica, situación económica y los hábitos de consumo de sus habitantes. Al conocer el panorama de los residuos sólidos en Puerto Ayora, se espera que se tomen las decisiones más acertadas dentro de la gestión integral de los residuos sólidos.

**Palabras claves:** residuos sólidos, caracterización, producción per cápita, densidad suelta, composición física.

## ABSTRACT

This study aims to characterize household solid urban waste in the city of Puerto Ayora, Santa Cruz Canton, Galapagos Province. Various methodologies were employed, including the approach by Arellano et al. (2012) for urban and socioeconomic characterization, the method outlined by Arellano & Cabezas (2014) for determining the study sample, and the technique introduced by Arellano et al. (2013) for assessing per capita production (PPC), loose densities, and physical composition of municipal solid waste.

Urban characterization revealed 223 residential/mixed-use blocks in Puerto Ayora. Socioeconomic stratum "C" accounts for 50.22% of the population, followed by stratum "D" with 30.94%, and stratum "B" with 18.83%. Despite high-income households in stratum "A," they were excluded due to their low prevalence.

A random sampling of urban solid waste from 74 households over 7 days yielded per capita production, density, and component data. PPC for stratum "B" is 0.53 kg/inhab/day, for "C" it's 0.56 kg/inhab/day, and for "D" it's 0.53 kg/inhab/day. The weighted PPC for Puerto Ayora is 0.55 kg/inhab/day. Loose density for the city is 200.60 kg/m<sup>3</sup>, with stratum "B" at 104.1 kg/m<sup>3</sup>, "C" at 240.3 kg/m<sup>3</sup>, and "D" at 194.9 kg/m<sup>3</sup>. The physical composition is dominated by organic material (57.92%), followed by glass bottles/containers (6.84%), and fine plastics (5.87%).

This waste characterization provides insights into the city's customs, demographics, economic status, and consumption patterns. Understanding Puerto Ayora's waste situation enables informed decisions for integrated waste management.

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

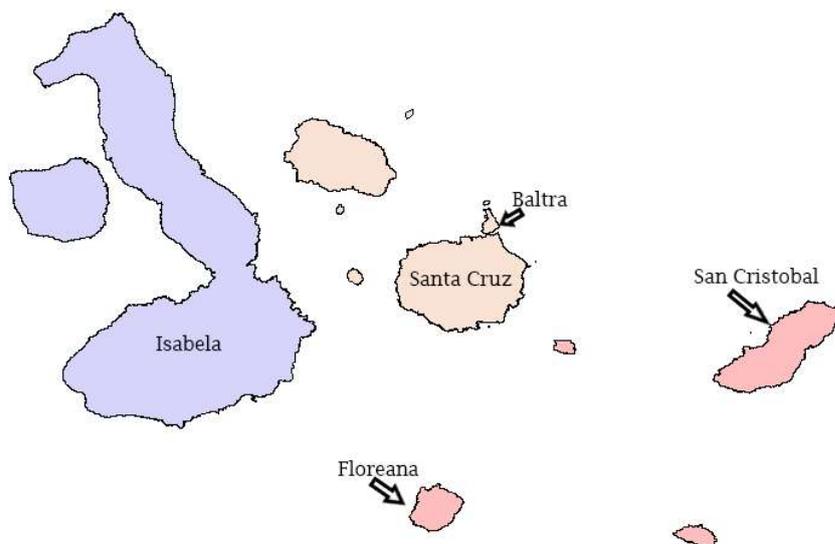


Reviewed by:  
Dra. Nelly Moreano  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 1801807288

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La isla de Santa Cruz se encuentra en la provincia de Galápagos en la región insular con coordenadas UTM (Zona 15 M, 788006.67; 9937641.86). Limita al norte con Isla Baltra, al sur con Isla Floreana, al este con Isla San Cristóbal, y al oeste con Isla Isabela, tal y como se muestra en la **Figura 1**.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Isla Santa Cruz

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Según el Instituto Nacional Ecuatoriano de Censo (INEC), a través del programa Censo Ecuador realizado en 2022, la isla cuenta con 17 233 habitantes a nivel cantonal siendo Puerto Ayora la ciudad más habitada de la isla a nivel provincial, con aproximadamente 12 696 habitantes en la zona urbana. La economía santa cruceña tiene sus bases en el sector turístico y pesquero, siendo ejes principales en el estilo de vida de las personas.

La zona urbana cuenta con servicios principales como: luz eléctrica, internet y recolección de basura. El servicio de agua potable no existe en dicha isla, habiendo un sistema de distribución de agua conocido como “sistema de agua salobre” del cual la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Santa Cruz es responsable.

La recolección de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puerto Ayora se lo realiza desde el año 2006 ligado a este el principio contaminador-pagador o mejor conocido como pago por haber contaminado. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Cruz (GADMSC) proporciona informes anuales sobre la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Puerto Ayora con la finalidad de proporcionar a la ciudadanía información sobre el cómo se está manejando la recolección de los desechos (GADMSC, 2022).

Para el municipio es de vital importancia conocer los porcentajes de materiales reciclables, no reciclables y orgánicos que se generan en la ciudad para de esta manera fomentar la reducción del material reciclable en la isla (Alayón, 2020).

El cantón de Santa Cruz maneja un sistema de clasificación llamado “clasificación en la fuente” donde las viviendas residenciales tienen a su alcance tachos de recolección para la clasificación de los desechos. La categorización de los desechos se la realiza en función de su tipo, es decir, orgánico, no reciclable y reciclable, existiendo 3 tachos por cada tipo de residuo los cuales son de color verde, negro y azul, respectivamente (López, 2008).

Puerto Ayora contaba con puntos de recolección de residuos sólidos urbanos en distintos lugares estratégicos de la ciudad con el fin de que se recolecten todos los desechos generados por los habitantes (**Figura 2**), sin embargo, falló debido al crecimiento poblacional en la isla y a la falta de compromiso de reciclaje por parte de la comunidad.



**Figura 2.** Contenedores de basura situados en puntos estratégicos de la ciudad  
**Fuente:** (GADMSC, 2012)

El aumento de la población en la ciudad de Puerto Ayora afectó al buen manejo de los residuos sólidos urbanos que se llevaba a cabo en la isla, presentando inconvenientes como la no recolección de desechos en zonas que antes se encontraban inhabitadas (Torsten et al., 2010).

En la ciudad de Puerto Ayora el servicio de recolección de residuos sólidos se lo realiza cada semana con el “sistema de recolección en acera”. El GADMSC está encargado de la recolección de los residuos orgánicos (lunes, miércoles y viernes de 07h00 a 09h00), residuos no reciclables (lunes, miércoles y viernes de 13h00 a 17h00) y residuos reciclables (lunes, miércoles y viernes de 07h00 a 12h00 y 13h00 a 16h00 para zonas residenciales y comerciales, respectivamente). Los días martes, jueves y sábado se llevan a cabo actividades de oficina. Además, se clasifican y tratan los residuos sólidos urbanos (RSU) en los respectivos basurales.

En la gestión de residuos sólidos de la ciudad, se utilizan dos sitios de disposición final. El primero es el Centro de Reciclaje Fabricio Valverde (**Figura 3**), que opera como punto de recepción de residuos sólidos reciclables, tales como cartones, papeles, fundas plásticas, botellas y otros desechos con potencial de reciclaje. Este centro además se encarga de clasificar el material reciclable y del tratamiento de dichos residuos para su posterior traslado al Ecuador continental.



**Figura 3.** Centro de reciclaje Fabricio Valverde de la isla Santa Cruz  
**Fuente:** (Galápagos Naciente, 2023)

El segundo sitio corresponde al Relleno Sanitario del Km 27 (**Figura 4**), al cual llegan los residuos orgánicos y no reciclables para su eliminación a través de la incineración, sin embargo, estos incendios en raras ocasiones no son controlados y pueden presentar un problema al medio ambiente.



**Figura 4.** Relleno sanitario del Km 27 de la isla Santa Cruz  
**Fuente:** (Galápagos Naciente, 2023)

Para cubrir toda la ciudad de Puerto Ayora con el servicio de recolección de desechos sólidos, el GADM de Santa Cruz cuenta con 3 camiones recolectores de basura con mecanismo de compactación y 2 camiones de basura el cual sirve para recolectar los desechos reciclables.

La información que nos brinda la gestión de los residuos sólidos urbanos es importante para la toma de decisiones y acciones de entidades municipales o privadas encargadas de la recolección de los desechos residenciales. Datos como la densidad poblacional, el estrato socioeconómico, composición física y producción por habitante permiten realizar el diseño de un relleno sanitario adecuado, la planificación de rutas de recolección óptimas que logren escatimar costos de operación y mantenimiento de los camiones recolectores, entre otros (Rondón et al., 2016).

La organización no gubernamental World Wildlife Fund (WWF) ha venido desarrollando proyectos enfocados al impacto ambiental dentro de la provincia insular. A partir del año 2011, Galápagos se convierte en la primera provincia en contar con un sistema de reciclaje, otorgándole al municipio de Santa Cruz un premio por haber tenido el mejor sistema de gestión de residuos del Ecuador. Uno de los planes de WWF era el de implementar vidrio en materiales de construcción sin que estos pierdan su resistencia. Producto de dicho plan se logró fabricar ladrillos y adoquines con una composición del 25% de vidrio, logrando implementar material reciclable en materiales constructivos con un alto índice de resistencia a comparación de los materiales que no contenían vidrio (WWF, 2013).

El incremento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puerto Ayora representa un problema para la sociedad, flora y fauna de la isla, influenciando directamente en el desarrollo social, sistema de salud y por ultimo al entorno ambiental de la provincia, siendo este último el factor más importante a tomar en cuenta dentro de Galápagos puesto que el archipiélago es reconocido a nivel mundial por la biodiversidad y conservación de la flora y fauna que se tiene en la provincia, a tal punto de haber sido reconocido como Patrimonio Natural de la Humanidad en el año de 1978 por la UNESCO y ocupar el primer lugar en dicho reconocimiento (Báez, 2009).

El presente proyecto abordará la problemática de los residuos sólidos urbanos de la zona residencial de la ciudad de Puerto Ayora y se realizará la caracterización de ésta haciendo uso de la “Técnica de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores a 150 000 habitantes” y el “Método de caracterización urbanística y caracterización socioeconómica” (Arellano et al., 2013).

## **1.2 Planteamiento del problema**

Según World Wildlife Fund (2014), la última caracterización realizada en la isla Santa Cruz fue en el año 2014, y el Ministerio del Ambiente de Perú MINAM (2019) hace énfasis a que los GADS municipales deben de realizar estudios de caracterización de residuos sólidos cada 5 años. La Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME)

recomienda que la caracterización de residuos sólidos urbanos se lo efectuó como máximo cada 2 años.

El estado socioeconómico de la población de Puerto Ayora es desconocido y la importancia de poder estratificar dicho parámetro radica en identificar la cantidad de residuos sólidos generados por los distintos niveles económicos presentes en la comunidad.

Durante la recolección de los desechos urbanos, muchas personas acumulan bolsas de basura en las aceras de sus viviendas, lo que genera malos olores y atrae plagas como moscas, cucarachas y ratones, representando un riesgo para la salud pública. Además, estos RSU acumulados generan lixiviados que se filtran por las fundas causando un daño en el estado de las aceras, generándose costos adicionales para el mantenimiento.

El método de “Clasificación en la fuente” empleado en la ciudad se centra exclusivamente en los residuos orgánicos, no reciclables y reciclables (como botellas plásticas, vidrios, cartones, hojas de papel bond, periódicos, fundas plásticas, etc.). A pesar de ello, se considera que esta no es la forma más adecuada para maximizar la valorización de los residuos potencialmente reciclables, ya que estos se almacenan en un mismo contenedor, lo que conduce a la contaminación y pérdida de material reciclable los cuales tienen un alto valor económico.

### **1.3 Justificación**

La información con respecto a la caracterización de residuos sólidos residenciales urbanos dentro de la ciudad de Puerto Ayora se encuentra desactualizada, por lo que el manejo de residuos sólidos en la isla presenta muchas deficiencias a tal punto de encontrar desechos urbanos en las zonas comerciales y turísticas de la ciudad las cuales no son recolectados por ninguna institución.

Al conocer los estratos socioeconómicos y el nivel de residuos sólidos urbanos que la sociedad genera, se abre la posibilidad a plantear un mejor sistema de recolección y manejo de residuos sólidos dentro de la isla. De esta manera, se espera que sea un ejemplo a seguir para las demás islas habitadas de la provincia y así erradicar en su totalidad el problema de los residuos sólidos en Galápagos.

El presente estudio es de vital importancia para mejorar el sistema de manejo de residuos sólidos urbanos, trayendo consigo una mejora en la salud poblacional, desarrollo social y medio ambiente de la provincia de Galápagos puesto que, al tener un ecosistema frágil, las acciones a ejecutar para reducir la producción de residuos sólidos en las islas deben de ser radicales y extremas debido al ecosistema único del archipiélago.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1. General**

- Caracterizar los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Puerto Ayora, provincia de las Galápagos.

### **1.4.2. Específicos**

- Analizar las características urbanísticas y socioeconómicas de la ciudad de Puerto Ayora con el propósito de agruparlos por estratos.
- Identificar la producción per cápita de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Puerto Ayora.
- Determinar la composición física y densidad de los residuos sólidos residenciales urbanos de la ciudad de Puerto Ayora.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1. Residuos sólidos urbanos**

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son aquellos materiales, desechos o residuos que se generan en las zonas urbanas producto de actividades domésticas, comerciales e industriales que no sean consideradas como grandes generadoras de basura. Estos residuos pueden ser orgánicos, reciclables o no reciclables (Rondón et al., 2016).

#### **2.1.2. Producción per cápita de residuos sólidos**

La producción per cápita de residuos sólidos, por sus siglas PPC, es un indicador que demuestra el total de residuos sólidos generados por los habitantes en un día y habitualmente se encuentra expresado con las unidades kg/hab/día. La PPC es base para el diseño de los sistemas de gestión de los residuos sólidos y permite analizar y comparar la generación de residuos sólidos entre una nación y otra (Ibikunle et al., 2019).

#### **2.1.3. Caracterización de residuos sólidos**

La caracterización de residuos sólidos es un estudio empleado en una determinada ciudad, región o lugar, para identificar la composición y características de los residuos sólidos. La caracterización permite implementar medidas de reciclaje y el respectivo tratamiento de los residuos sólidos, así como la disposición final de estos. También identifica las costumbres de las personas con respecto a la generación de residuos sólidos de determinada zona, logrando con esto una estimación del impacto ambiental que estos residuos tienen en el entorno. El estudio es una base sólida para lograr un sistema adecuado para la gestión integral de residuos sólidos (Alayón, 2021).

#### **2.1.4. Densidad de residuos sólidos**

La densidad de los residuos sólidos se refiere al peso de los residuos por unidad de volumen y está expresado generalmente en kg/m<sup>3</sup>. La densidad permite diseñar los sistemas de almacenaje (dimensionamiento), el transporte de recolección de los desechos sólidos y la disposición final dependiendo del tipo de material que sea (MINAM, 2014).

#### **2.1.5. Componentes de residuos sólidos**

La composición de los residuos sólidos se refiere a la identificación de los diversos elementos que se encuentran en los residuos generados en un sector. Con este parámetro se podrá observar la cantidad de material reciclable, orgánico y no reciclable más predominante de la zona, además de poder implementar técnicas de manejo y control de dichos desechos sólidos para su reducción y tratamiento (Flores, 2009).

### **2.1.6. Ecosistema frágil**

Un ecosistema frágil es aquel ambiente natural en donde la flora y fauna se encuentra en constante amenaza debido a las condiciones internas y externas que se presentan como el endemismo, asentamiento humano, cambios climáticos, introducción de especies, entre otras. Galápagos, al ser considerado un ecosistema frágil, tiene medidas especiales las cuales son controladas por diversas entidades nacionales e internacionales con el fin de reducir el impacto ambiental de dichas condiciones que amenazan la fragilidad del mismo (García et al., 2007)

## **2.2. Estado del arte**

La producción de residuos sólidos está estrechamente ligada al estilo de vida de las personas. Actualmente la sociedad se ha vuelto cada vez más consumista de recursos, lo que ha generado muchas problemáticas que a simple vista no se ven. La más notoria es la generación masiva de residuos sólidos urbanos (RSU).

Dependiendo de la zona de estudio, la generación de los RSU se producirá en mayor o menor volumen. Los factores como actividades comerciales, crecimiento poblacional, cultura, hábitos de consumo y nivel socioeconómico influyen en el tipo de desechos generados. La producción de residuos sólidos urbanos ha ido en aumento en estas últimas cinco décadas. La magnitud de esta problemática a nivel global suscita preocupación entre expertos y defensores del medio ambiente debido a la falta de información y malas prácticas en la gestión de los desechos (Cacñahuaray et al., 2018).

En muchos países en desarrollo, los municipios se enfrentan al desafío de determinar la cantidad anual de residuos sólidos. En ocasiones, se ven obligados a basarse en información general del país o, en el peor de los casos, recurren a datos de otras ciudades que tienen contextos y panoramas muy diferentes al de la ciudad de estudio. Esto conduce a obtener información poco confiable, lo que deriva a una gestión inadecuada de los residuos sólidos, generando más problemas que soluciones (Kawai & Tasaki, 2016).

En 2021, la gran mayoría de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) de Ecuador gestionaron sus residuos a través de sus propios departamentos o direcciones. Un porcentaje significativo de los GADM informó que llevaron a cabo procesos de separación en la fuente. A partir de los datos proporcionados por los GADM, se pudo establecer que, en el sector urbano de Ecuador, cada habitante generó en promedio 0,9 kg de residuos sólidos por día. En cuanto a la recolección de residuos sólidos, el INEC (2022) reportó que se recolectaron diariamente alrededor de 13.652,5 toneladas. En la fase de disposición final, los datos indican que el 51,6% de los GADM depositaron los residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios, el 29,9% en celdas emergentes y el 18,6% en botaderos. La Producción Per Cápita (PPC) de residuos sólidos urbanos en la provincia de Galápagos es de 0,6 kg/hab/día.

Existen distintos estudios respecto a la caracterización de residuos sólidos urbanos en Ecuador siguiendo la metodología aplicada en el proyecto presente, obteniendo resultados actuales y confiables para llevar a cabo una correcta gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

En Chambo se llevó a cabo un análisis de los residuos sólidos urbanos que se producen en el cantón, presentando datos socioeconómicos divididos en cuatro estratos sociales (A, B, C y D) de 46 viviendas representativas. La producción per cápita ponderada de la ciudad resultó ser de 0,32 kg/hab/día. Para el estrato “A” se obtuvo una PPC de 0,57 kg/hab/día, para el estrato “B” un valor de 0,31 kg/hab/día, el estrato “C” un valor de 0,34 kg/hab/día y el estrato “D” un valor de 0,32 kg/hab/día. La densidad promedio de los residuos sólidos urbanos obtenida en el cantón fue igual a 155,82 kg/m<sup>3</sup>. Por otra parte, en la composición de los residuos sólidos un 67,54% corresponde a material orgánico y los inorgánicos tienen un 32,46%. De este último el 10,36% pertenece a material plástico y el 6,71% a cartón y papel, residuos altamente reciclables (González & Gavilanes, 2014).

En Baños se realizó la caracterización de los residuos sólidos enfocado a cuatro estratos socioeconómicos (A, B, C y D). El análisis fue ejecutado en 70 residencias representativas de Baños, de donde los autores obtuvieron el PPC: del estrato “A” de 0,52 kg/hab/día, del estrato “B” de 0,55 kg/hab/día, del estrato “C” de 0,49 kg/hab/día y del estrato “D” de 0,45 kg/hab/día. El resultado del PPC ponderado fue de 0,503 kg/hab/día. La composición de los residuos está dada por 62,86% de material orgánico, 21,17% de material no reciclable y 15,97% de material reciclable (Lara & Pérez, 2016).

El proyecto de caracterización de residuos sólidos ejecutado en la parroquia San Luis de la ciudad de Riobamba identificó tres estratos sociales (B, C y D) dentro de la caracterización socioeconómica. El nivel socioeconómico “B” representa el 46,43% de la población de estudio, el nivel “C” el 39,29% y el nivel “D” el restante. El estudio fue implementando en 28 hogares representativos de la parroquia, siendo el estrato económico “B” el de mayor nivel económico y “D” el de menor. La producción per cápita de residuos sólidos urbanos reflejó valores de: 0,51 kg/hab/día para el estrato “B”, 0,89 kg/hab/día para el estrato “C” y 0,52 kg/hab/día para el estrato “D”. Además de conseguir la densidad promedio de RSU generados en la parroquia igual a 274,58 kg/m<sup>3</sup>. La composición de los residuos sólidos arrojó valores de 62% para material orgánico y 38% para inorgánico, conformado este último por residuos plásticos representados por un 9,30% del total y cartonés y Tetrapak cuyo valor 6,55% representa la cantidad de material potencialmente reciclable presente en la muestra (Andrade & Santillán, 2018).

En la ciudad de Tena se llevó a cabo la caracterización de los residuos sólidos empleando el método de Arellano et al. (2013), presentando una caracterización socioeconómica en 4 estratos (A, B, C y D), siendo el estrato “C” predominante ante los demás con el 68,28% y el estrato “A” el más bajo de todos con 0,27%. Se tomaron 51 muestras para realizar el estudio. Los resultados obtenidos muestran la PPC de cada estrato, correspondiéndole al estrato “A” un valor de 0,59 kg/hab/día, 0,63 kg/hab/día para el estrato

“B”, 0,55 kg/hab/día para el estrato “C” y 0,51 kg/hab/día para el estrato “D”. Por otro lado, la densidad ponderada obtenida de los RSU de la ciudad es de 190,72 kg/m<sup>3</sup>. La composición de los residuos sólidos está representada por un 69,75% de residuos orgánicos y 30,25 de inorgánicos, encontrando en este último 13,54% de material altamente reciclable (Rosales, 2015).

En la ciudad de Otavalo se realizó la caracterización de residuos sólidos a partir de 4 estratos socioeconómicos identificados como A, B, C y D. El estrato “A”, perteneciente al estrato con mayor ingreso económico, representa el 3,41% de la muestra de estudio y el estrato “D”, perteneciente al estrato con menor ingreso, representa el 7,11% de la misma. La producción Per Cápita ponderada de la zona urbana de Otavalo es de 0,63 kg/hab/día, mientras que la PPC promedio para los estratos A, B, C y D es de 0,51 kg/hab/día, 0,67 kg/hab/día, 0,56 kg/hab/día y 0,67 kg/hab/día, respectivamente. La densidad suelta obtenida de los residuos es de 187,09 kg/m<sup>3</sup>. Por otro lado, se analizó la composición de los RSU de la ciudad, encontrando un 66,88% de material orgánico, un 17,65% de material reciclable y un 14,20% de material no reciclable (Cárdenas & Patiño, 2022).

En la provincia de Galápagos se han ejecutado, hasta la fecha, dos estudios respecto a la caracterización de residuos sólidos. La metodología aplicada en dicho proyecto es diferente a la que se presenta en la actual investigación.

La caracterización de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Galápagos realizada en el año 2008 demostró que en todo el archipiélago el desecho sólido dominante producido por los habitantes es el orgánico con un 62,23%, sin embargo, esta información es menor con respecto a la de las otras provincias del Ecuador continental. Además, se determinaron producciones per cápita por isla, en donde Santa Cruz tiene una PPC de 0,617 kg/hab/día, San Cristóbal presentó un valor de 0,559 kg/hab/día, y para Isabela la PPC fue de 0,598 kg/hab/día. El estudio de Torsten et al. (2010), demostró que la producción de desechos sólidos se duplica cada década debido al crecimiento poblacional y a los mayores niveles de consumo de la población.

El estudio de Castillo & Hardter (2014), se enfocó en la gestión de los residuos sólidos en regiones insulares y analizó, de manera específica, la gestión de los residuos en el cantón Santa Cruz. A comparación de los resultados mostrados en el estudio de Torsten et al. (2010), el valor de la producción per cápita aumentó. Para la isla de Santa Cruz la PPC determinada fue de 0,776 kg/hab/día, aumentando la PPC en un 25% en tan solo 6 años.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada en el presente proyecto es de carácter descriptivo, enfocándose en la recopilación de información sistemática y objetiva referente a las características poblacionales y socioeconómicas de una ciudad. Se implementará la recolección de datos en campo por muestreo y manipulación de los residuos sólidos urbanos (RSU) para presentar una imagen clara y precisa de lo que está siendo estudiado, sin manipular variables o buscar explicaciones causales. El diseño de la investigación es cuasi experimental, ya que la población de estudio es de aproximadamente 13 000 habitantes. El análisis empleado que se adapta a las necesidades del proyecto es el cuantitativo, ya que se determina de manera precisa y exhaustiva la producción per cápita ponderada, la composición física y densidad de los residuos sólidos urbanos. La **Figura 5** muestra los pasos que se llevarán a cabo para ejecutar la investigación.



**Figura 5.** Metodología del proyecto de investigación

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

### 3.2. Técnicas y métodos para la recolección de datos

El procedimiento para la obtención de los resultados deberá de ser eficiente y previamente evaluada por expertos debido a que son pocos los métodos de caracterización que proporcionan datos precisos y reales. Los métodos a ocupar son:

- El método de caracterización urbanística y socioeconómica para poblaciones no mayores a los 150 000 habitantes (Arellano et al., 2012).
- El método de la determinación de la muestra en poblaciones menores a los 150 000 habitantes, el cual es ideal para residuos sólidos (Arellano & Cabezas, 2014).
- Técnicas de caracterización y muestreo para residuos sólidos en poblaciones no mayores a los 150 000 habitantes (Arellano et al., 2013), siendo este el método más importante de todos porque a raíz de este método se obtendrá la producción per cápita, las densidades y composición de los residuos sólidos de la ciudad de Puerto Ayora.

Es preciso destacar que, para la técnica de caracterización y muestreo para la obtención del PPC, densidades y componentes físicos de residuos sólidos, se tuvo que realizar la recolección de datos durante una semana continua, empezando el 12 de noviembre y finalizando el 18 de noviembre del año 2023.

### 3.3. Población de estudio y tamaño de muestra

#### 3.3.1. Población

La parte urbana de Puerto Ayora según INEC (2022), cuenta con un total de 12 696 habitantes. La ciudad tiene 248 manzanas de las cuales 223 son de uso residencial y/o comercial. Se procede a estratificar las manzanas según su nivel socioeconómico mediante el método de Arellano et al. (2012), procediendo con esta información al cálculo de la muestra del estudio.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra representativa del estudio se logró obtener mediante la **Ec. 1**, que se encuentra presente en el método de Arellano & Cabezas (2014).

$$y = -0.000000005x^2 + 0.0017x + 36.056 \quad (\text{Ec. 1})$$

**Donde:**

y= valor mínimo de la muestra.

X= población de la ciudad de estudio (este valor se lo puede obtener en la base de datos del INEC).

Tras aplicar la ecuación con los datos de la ciudad de Puerto Ayora (cuya población es de 12 696 habitantes), la muestra mínima fue de:

$$y (\text{min}) = -0.000000005(12\ 696)^2 + 0.0017(12\ 696) + 36.056 = \mathbf{57 \text{ muestras}}$$

La muestra mínima es de 57 viviendas, pero por motivos de no colaboración por parte de la población seleccionada para el estudio se incrementará un 30% de muestra.

$$y = y (\text{min}) + y (\text{min}) * 30\% = 57 + 57 * 30\% = \mathbf{74 \text{ viviendas}}$$

La muestra representativa final será seleccionada de manera aleatoria y estará definida en los estratos socioeconómicos determinados por la caracterización urbanística ya realizada en campo. Para saber el número exacto de muestra por cada estrato social se ocupa la **Ec. 2** y la **Ec. 3**

$$\mathbf{Muestra\ del\ estrato\ i = \% Mz\ i * y} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\% Mz\ i = \frac{\text{Numero de manzanas } i}{\text{Numero total de manzanas residenciales}} \quad (\text{Ec. 3})$$

**Donde:**

**i**= Nivel del estrato socioeconómico (A, B, C o D).

**% Mz i**= Porcentaje total de manzanas del estrato i respecto al total de manzanas.

**Y**= Muestra representativa final.

### **3.4. Análisis y procesamiento de datos**

#### **3.4.1. Caracterización urbanística y socioeconómica, análisis y procesamiento.**

Para la caracterización urbanística se implementó la ficha urbanística la cual asigna un puntaje a los lados de la manzana dependiendo de; el uso de edificaciones, el número de pisos, la fachada de la estructura, el tipo de calzada presente, y los servicios que se disponen en dicho lado. Se determina el estrato socioeconómico para cada manzana a partir de los parámetros dictados anteriormente y al final se suma el puntaje de todos los lados que contenga la manzana y se determina el estrato socioeconómico general de la manzana según lo especificado en la metodología de Arellano et al. (2012). En la **Tabla 1** se puede observar la asignación del nivel socioeconómico dependiendo del puntaje obtenido.

**Tabla 1.** Categorización de la manzana

<b>Rango</b>	<b>Categoría</b>	<b>Estrato socioeconómico</b>
$\geq 300$	A	De muy altos ingresos
299 - 200	B	De ingresos mayores que el promedio
199- 100	C	De ingresos menores que el promedio
$99 \leq$	D	De muy bajos ingresos

**Fuente:** (Arellano et al., 2012)

Para la caracterización socioeconómica se ocupó la metodología anterior. Se aplicó una encuesta a las familias seleccionadas aleatoriamente para saber el nivel socioeconómico de la vivienda. La encuesta cuenta con 21 preguntas que brindan información sobre el estado social y económico de las personas, sin embargo, solo las preguntas 4, 5, 12, 13 y 14 son las que otorgan puntuación para determinar el estrato social de la muestra. La puntuación y asignación del estrato socioeconómico a las viviendas encuestadas se indica en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Categorización de la vivienda encuestada

<b>Rango</b>	<b>Categoría</b>	<b>Estrato socioeconómico</b>
100 - 75	A	De ingresos altos
74 - 50	B	De ingresos mayores que el promedio
49 - 25	C	De ingresos menores que el promedio
24 - 0	D	De ingresos bajos

**Fuente:** (Arellano et al., 2012)

Todos estos datos fueron procesados y analizados en el programa informático de Microsoft Excel 2019.

#### **3.4.2. Producción per cápita de RSU, análisis y procesamiento.**

En la obtención de los datos de PPC de los residuos sólidos urbanos se implementará la técnica de muestreo y caracterización de residuos sólidos urbanos que determina la Producción Per Cápita y Densidades a través de la técnica de cuarteo y homogenización (Arellano et al., 2013). La producción per cápita de residuos sólidos de las viviendas analizadas se refleja en la **Ec. 4**, representada con las unidades kg/hab/día.

$$PPC \text{ vivienda} = \frac{\text{Promedio de pesos de residuos solidos}}{\text{Numero de personas}} \quad (\text{Ec. 4})$$

El promedio ponderado de la producción per cápita es el valor final de RSU que generan los habitantes de la ciudad de Puerto Ayora y se lo determina con la **Ec. 5**.

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

**Donde:**

**PPC ponderado**= Representa la producción per cápita final del estudio.

**PPC<sub>i</sub>**= Representa la producción per cápita de los estratos socioeconómicos (A, B, C, D).

**%A, %B, %C, %D**= Representa el porcentaje total de manzanas presentes en cada estrato.

### 3.4.3. Densidad suelta de los RSU, análisis y procesamiento.

Para la determinación de la densidad suelta se colocó la muestra de residuo en un balde y se procedió al cálculo sabiendo que la densidad se la obtiene mediante la relación del peso solamente del RSU y el volumen del recipiente. La **Ec. 6** demuestra dicha relación y se implementó dicha ecuación en el programa Microsoft Excel 2019 para una mayor facilidad.

$$\rho \left( \frac{Kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Peso neto de Residuos Solidos (kg)}}{\text{Volumen del balde (m}^3\text{)}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Para la densidad ponderada se considera la densidad suelta determinada para cada estrato y la **Ec. 7** demuestra su cálculo.

$$\rho \text{ ponderado} = \frac{\%A}{100} * \rho_A + \frac{\%B}{100} * \rho_B + \frac{\%C}{100} * \rho_C + \frac{\%D}{100} * \rho_D \quad (\text{Ec. 7})$$

**Donde:**

**ρ**= Densidad suelta que será determinada para cada estrato socioeconómico.

**ρ ponderado**= Densidad suelta final de toda la muestra de estudio.

**%A, %B, %C, %D**= Representa el porcentaje total de manzanas presentes en cada estrato.

### 3.4.4. Análisis ANOVA – Prueba de Tukey para la PPC y las densidades.

Para el análisis estadístico se realizó una depuración de datos atípicos (tanto en la PPC y densidades) con la finalidad de obtener un resultado final más confiable y realista. Después se realizó un análisis de varianza ANOVA en el software estadístico MiniTab para verificar si todos los promedios son similares o diferentes. El análisis de varianza ANOVA determina si existe una diferencia considerable o no entre las medias, para ello se plantean dos hipótesis:

- **Hipótesis nula**= todas las medias son iguales.
- **Hipótesis alternativa**= no todas las medias son iguales

La hipótesis está limitada según el nivel de significancia ( $\alpha$ ), cuyo valor es de 0,05. Si la hipótesis nula es cierta, el valor de P (probabilidad de obtener un valor grande el cual no contenga diferencias con el valor propio de la muestra) debe de ser mayor que el nivel de significancia, lo que significa que las medias son iguales. Caso contrario, si el valor P es menor que 0,05, las medias son diferentes y la hipótesis alternativa es cierta (Marin & Paredes, 2020).

Después de haber aplicado el análisis de varianza ANOVA, se procedió a ejecutar la prueba Tukey la cual agrupa los valores de las medias (obtenidas en el análisis ANOVA) en diferentes familias. Para eso se crean intervalos de confianza con un nivel de confianza del 95%, con el objetivo de identificar si las muestras analizadas difieren o no significativamente de las otras (García et al., 2001).

### 3.4.5. Componentes de los RSU, análisis y procesamiento.

Después de seleccionar una parte de la muestra y pesarla, se analizará detalladamente los componentes de residuos sólidos que conforman dicha muestra. Se separó de manera minuciosa los elementos que conformaban dicha muestra (material orgánico, reciclable y no reciclable) sin perder una sola parte de dicho componente y se procedió a pesar cada uno de los componentes.

Por último, la suma total de todos los componentes pesados deberá de ser igual al peso inicial de la muestra o existirá un margen de error admisible del 2% (0,02). El cálculo para el error máximo de 2% se encuentra expresado en la **Ec. 8** presentada a continuación.

$$\text{Error max \%} = \left[ \frac{\text{Peso inicial (kg)} - \text{Peso final (kg)}}{\text{Peso inicial (kg)}} \right] * 100 \quad (\text{Ec. 8})$$

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización urbanística de Puerto Ayora

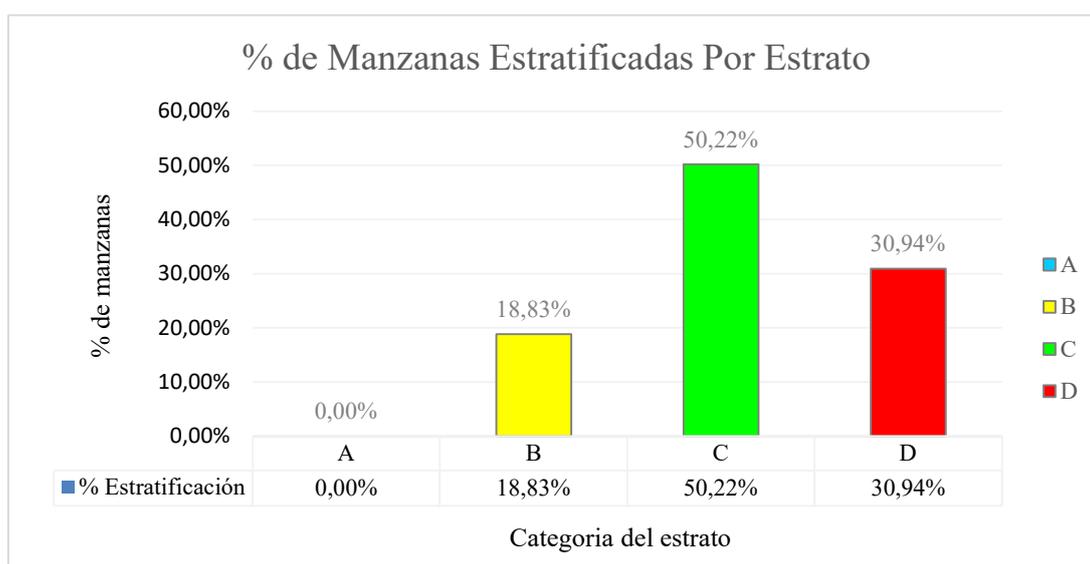
Dentro de la ciudad de Puerto Ayora se identificaron 248 manzanas, las cuales presentan una variedad de usos de suelo, incluyendo residencial, comercial, mixto, áreas verdes, educativas, para la gestión pública, mercados, iglesias, parques, salud y también lotes baldíos. Sin embargo, solo 223 manzanas entrarían dentro del estudio puesto que éstas correspondían a uso residencial.

Se realizó la caracterización de las manzanas residenciales con ayuda de la ficha urbanística (**Anexo 1**), dando como resultado la presencia de 3 estratos socioeconómicos (B, C y D), siendo el estrato C el más abundante en la ciudad tal y como se muestra en la **Tabla 3** y en la **Figura 6**. Con respecto al estrato A, ninguna manzana alcanzó la puntuación establecida en la **Tabla 1** mostrada anteriormente.

**Tabla 3.** Resultados de la estratificación urbanística

ESTRATO	# DE MANZANAS	% ESTRATIFICADO
A	0	0.00%
B	42	18.83 %
C	112	50.22 %
D	69	30.94 %
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: (Altamirano, 2024)

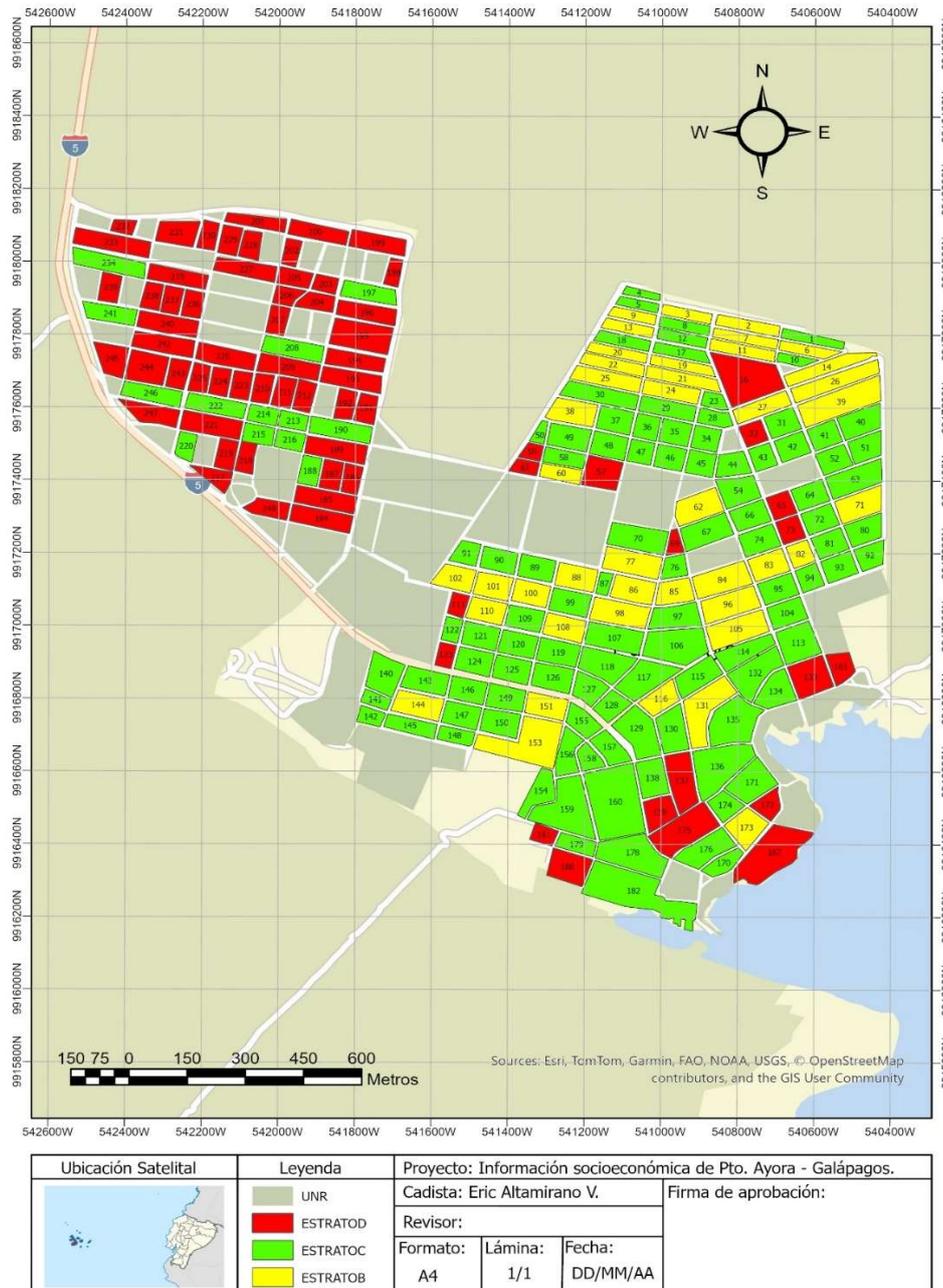


**Figura 6.** Porcentaje de manzanas estratificadas por estrato

Fuente: (Altamirano, 2024)

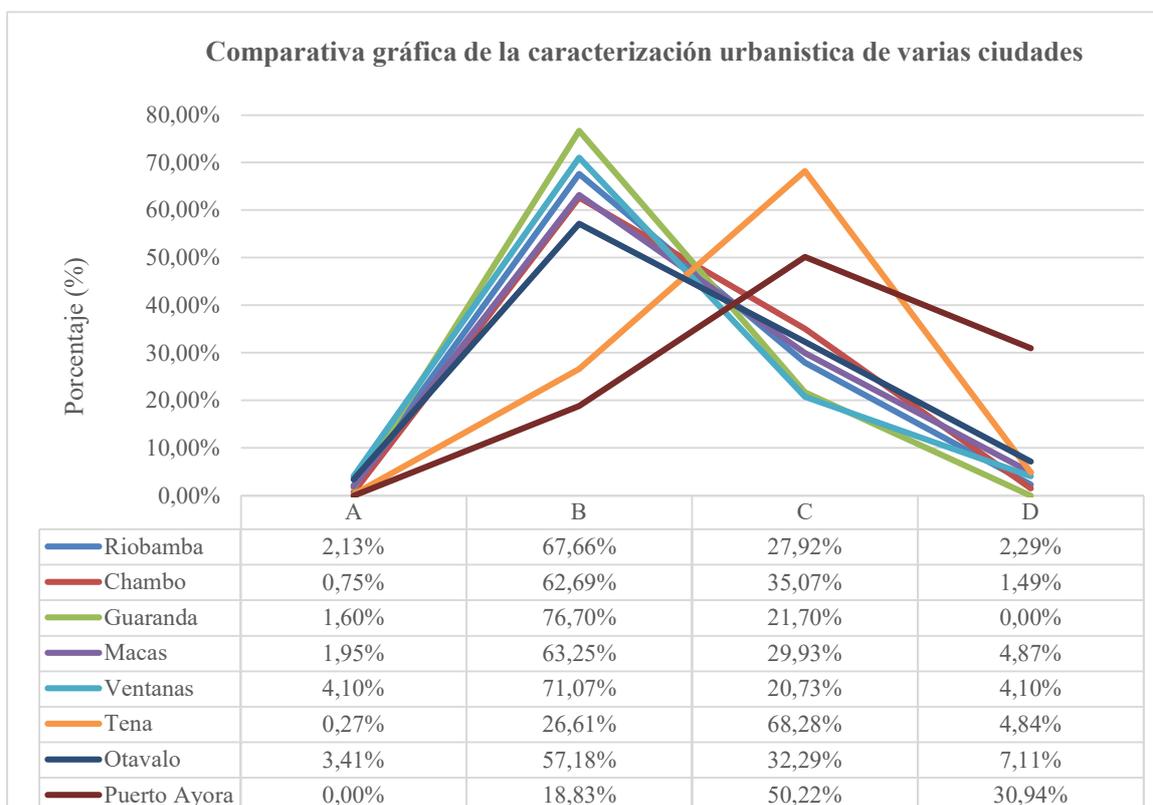
Se realizó un plano de las manzanas según su tipo de estrato socioeconómico (**Figura 7**) y se puede observar que en la ciudad de Puerto Ayora los estratos se distribuyen de la siguiente manera:

- Las manzanas con estrato A no existen en la ciudad de Puerto Ayora esto debido a diversos factores como la falta de servicios básicos como alcantarillado y seguridad privada (este último debido al bajo índice de criminalidad a nivel provincial).
- El estrato socioeconómico B tiene mayor presencia en los sectores de La Cascada, Las Orquídeas, El Edén, Miraflores y Las Pampas Coloradas.
- En Puerto Ayora predomina el estrato C, teniendo una amplia presencia en la zona residencial, comercial y turística de la ciudad.
- El estrato socioeconómico de bajos ingresos D tiene abundante presencia en la urbanización de El Mirador, esto porque dicha zona aún se encuentra en desarrollo.



**Figura 7.** Mapa de categorización urbanística socioeconómica de Puerto Ayora  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Para entender de mejor manera la presencia de los estratos socioeconómicos en la ciudad de Puerto Ayora se realizó una comparación con estudios realizados en las otras ciudades del Ecuador continental aplicando la misma metodología del actual proyecto. En la **Figura 8** podemos visualizar que la ciudad de Tena comparte similitudes con la tendencia de Puerto Ayora, predominando el estrato C sobre el estrato B y D.



**Figura 8.** Comparación de la caracterización urbanística de diversas ciudades

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Es notorio resaltar que la situación urbanística de la ciudad de Santa Cruz es muy diferente a la de las demás ciudades del Ecuador. A pesar de tener una tendencia parecida a la de la ciudad de Tena, la presencia del estrato C es menor comparado con esta última ciudad, mientras que el estrato D en Santa Cruz presenta mayor porcentaje respecto a todas las ciudades presentes en la gráfica cuyas tendencias son menores al 10%.

#### 4.2. Caracterización socioeconómica de Puerto Ayora

La aplicación aleatoria de la encuesta socioeconómica (**Anexo 2**) a las viviendas que se encontraban dentro de las manzanas estratificadas estableció la caracterización social y económica de la ciudad.

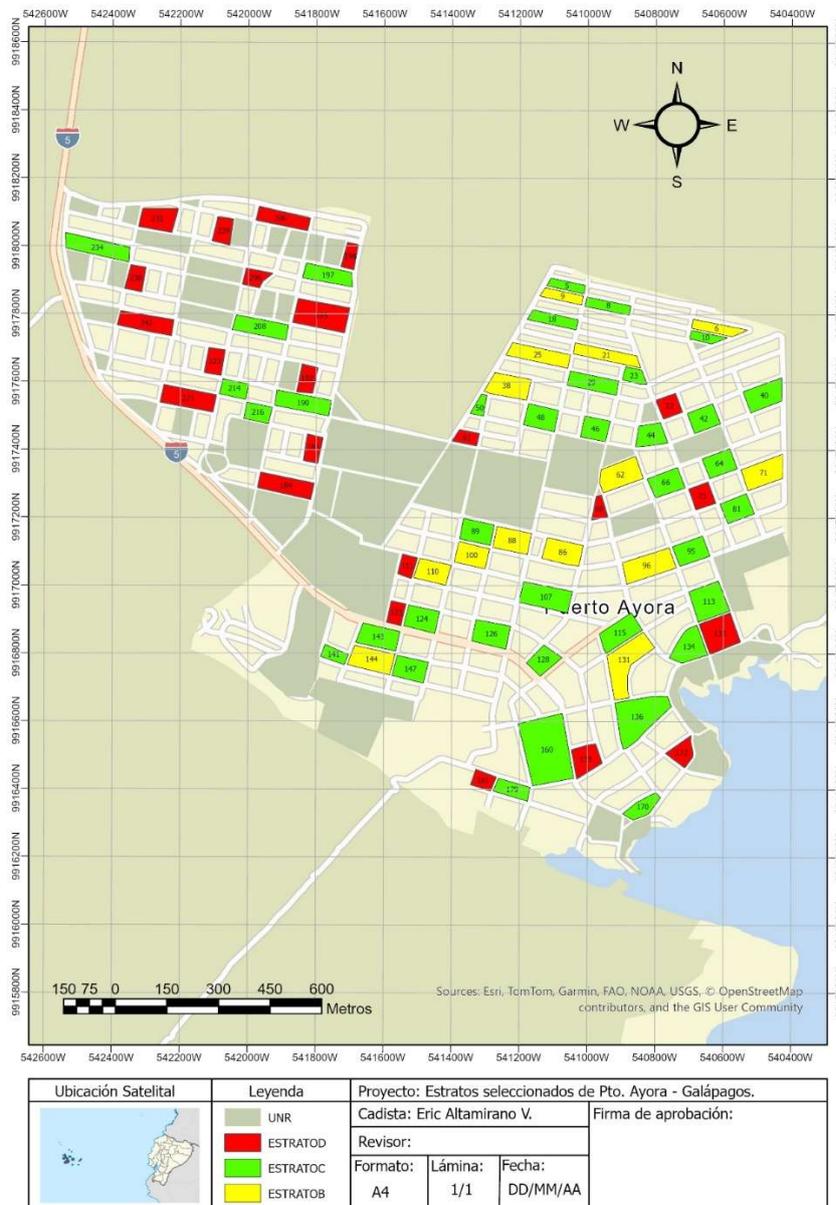
Aplicando la **Ec. 2** y considerando la *muestra representativa final* (en donde se tomaba en consideración un 30% más de muestra) y los resultados de *% estratificado* mostrados en la **Tabla 3**, se logró determinar la muestra exacta a encuestar por cada estrato socioeconómico. En la **Tabla 4** y en la **Figura 9** se pueden ver los resultados finales ya

calculados y la planimetría de las viviendas a encuestar según su estrato socioeconómico, respectivamente.

**Tabla 4.** Encuestas aplicadas por cada estrato socioeconómico

<b>ESTRATO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>% ESTRATIFICADO</b>	<b>ENCUESTAS APLICADAS POR ESTRATO</b>
A	0.00%	0
B	18.83 %	14
C	50.22 %	37
D	30.94 %	23
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>74</b>

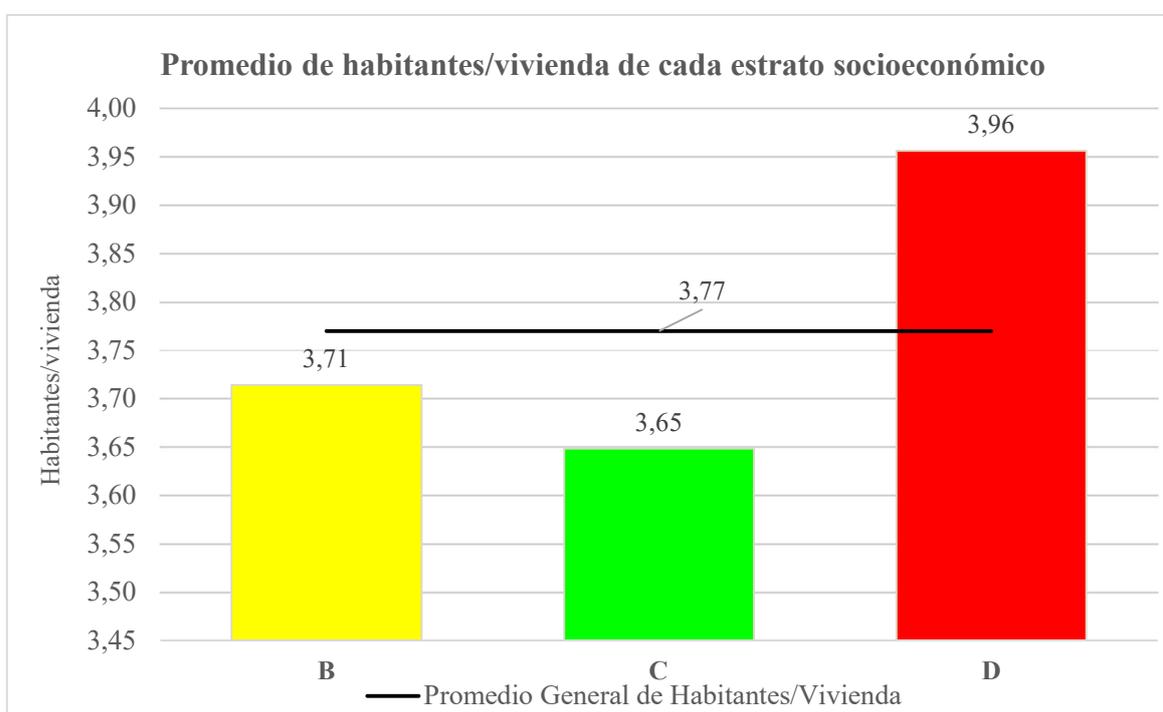
**Fuente:** (Altamirano, 2024)



**Figura 9.** Mapa de ubicación de las viviendas a encuestar  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Los resultados de la caracterización socioeconómica se pueden ver en el **Anexo 3**, donde se muestra la información de las personas encuestadas, el puntaje arrojado por la encuesta y la categoría asignada según la puntuación.

Adicional a esto, se promediaron los habitantes por vivienda de cada uno de los estratos socioeconómicos. El estrato D tiene el valor más alto de todos con 3.69 habitantes por vivienda, el estrato B tiene 3.71 habitantes por vivienda y el estrato C tiene 3.65 habitantes por vivienda siendo este último el más bajo de todos. Por último, el promedio general de habitantes por vivienda, considerando el porcentaje estratificado de cada estrato y las fracciones poblaciones de cada estrato, es de 3.77 hab/vivienda, tal y como se observa en la **Figura 10**.



**Figura 10.** Promedio de habitantes por vivienda de los estratos socioeconómicos  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Figura 10** indica que el estrato de muy bajos ingresos (D) es el que más habitantes por vivienda tiene, coincidiendo con Soledispa et al. (2021) al decir que las familias con menos recursos económicos son las que normalmente tienen más integrantes en su núcleo familiar.

La caracterización socioeconómica en las islas refleja costumbres diferentes a la del Ecuador continental. En la ciudad de Puerto Ayora no se cobra dinero al entregar la basura a los recicladores. El Municipio de Santa Cruz ofrece el servicio de recolección de RSU y es el encargado de retirar dichos residuos para su tratamiento (ya sea del material reciclable, orgánico y no reciclable). Respecto al uso de papel higiénico y la disposición final de éste, el 91.89 % de las personas encuestadas están acostumbradas a botar el papel higiénico en tachos de basura y el 8.11 % a veces botan en el inodoro. Esta práctica se debe a la creencia de que arrojar el papel higiénico en el inodoro podría causar obstrucciones.

### 4.3. PPC de Puerto Ayora considerando valores atípicos

Los pesos de los residuos sólidos expresados en kg, obtenidos durante la semana de recolección de la muestra en las viviendas encuestadas y la producción per cápita (PPC) expresados en kilogramo/habitante/día, se encuentran en la **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7** para el estrato B, C y D, respectivamente.

**Tabla 5.** Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato B.

N°	Código de vivienda	N° de habitantes	Pesos de los residuos sólidos urbanos [kg]							Promedio aritmético de los pesos [kg]	PPC [kg/hab/día]
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	B-01	3	0,31	3,6	1,51	2,43	1,68	2,84	1,77	2,02	0,67
2	B-02	4	-	1,4	1,02	3,33	2,42	2,8	1,36	2,05	0,51
3	B-03	3	0,78	2,04	1,5	2,32	1,47	2,39	2,2	1,81	0,6
4	B-04	4	1,78	3,6	2,31	3,2	2,11	2,92	2,5	2,63	0,66
5	B-05	3	-	3,02	1,92	2,69	1,53	3,29	1,81	2,38	0,79
6	B-06	4	2,52	3,22	1,37	1,37	1,89	3,92	1,88	2,31	0,58
7	B-07	4	-	2,48	2,09	2,4	2,93	3,12	1,8	2,47	0,62
8	B-08	3	-	2,4	1,6	2,61	1,57	1,57	1,5	1,87	0,62
9	B-09	4	1,49	2	2,09	1,4	2,23	3,5	1,62	2,05	0,51
10	B-10	4	2,09	2,88	2,21	1,37	2,00	4,22	1,32	2,3	0,57
11	B-11	2	0,68	0,68	1,53	1,05	1,31	2,53	1,37	1,31	0,65
12	B-12	5	1,48	3,33	2,76	4,1	3,33	4,00	1,09	2,87	0,57
13	B-13	7	1,77	3,59	1,87	2,08	1,5	3,49	2,99	2,47	0,35
14	B-14	2	0,65	0,65	0,6	1,2	1	1,28	0,94	0,90	0,45

Fuente: (Altamirano, 2024)

**Tabla 6.** Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato C.

N°	Código de vivienda	N° de habitantes	Pesos de los residuos sólidos urbanos [kg]							Promedio aritmético de los pesos [kg]	PPC [kg/hab/día]
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	C-01	7	2,00	7,04	2,19	3,80	2,49	4,18	4,98	3,81	0,54
2	C-02	2	2,50	2,03	1,10	1,03	1,49	2,22	1,22	1,65	0,83
3	C-03	3	-	1,26	1,83	0,98	0,98	3,04	1,42	1,59	0,53
4	C-04	4	1,04	1,78	1,48	2,50	2,57	3,83	2,34	2,22	0,55
5	C-05	4	0,88	2,98	1,40	2,29	1,70	3,17	1,74	2,02	0,51
6	C-06	2	0,95	1,62	0,94	1,37	1,80	1,69	1,02	1,34	0,67
7	C-07	11	-	15,1	7,57	7,97	6,46	9,17	6,12	8,73	0,79
8	C-08	2	0,59	0,59	1,29	1,90	1,22	2,07	0,37	1,15	0,57
9	C-09	2	0,88	1,12	1,04	1,68	1,43	1,61	0,49	1,18	0,59
10	C-10	2	0,96	1,10	1,47	1,47	1,41	2,14	0,73	1,33	0,66
11	C-11	2	1,01	1,10	2,39	2,60	1,31	1,47	1,02	1,56	0,78
12	C-12	2	0,51	0,91	0,63	0,99	2,17	-	0,99	1,03	0,52

13	C-13	3	2,50	1,00	0,72	1,00	1,57	1,71	2,09	1,51	0,50
14	C-14	2	-	0,83	1,39	1,00	1,98	1,50	1,22	1,32	0,66
15	C-15	4	1,59	2,40	2,10	3,16	2,59	3,04	1,89	2,40	0,60
16	C-16	3	1,47	3,22	1,22	1,79	2,11	2,58	3,35	2,25	0,75
17	C-17	7	2,81	4,81	3,93	4,39	3,60	4,42	2,62	3,80	0,54
18	C-18	3	1,38	3,49	1,28	2,54	1,73	2,31	-	2,12	0,71
19	C-19	5	1,71	2,60	1,24	2,60	2,20	2,99	1,62	2,14	0,43
20	C-20	4	1,47	1,99	1,36	2,18	1,50	2,31	1,44	1,75	0,44
21	C-21	4	2,12	2,68	1,74	3,50	2,70	2,51	1,92	2,45	0,61
22	C-22	2	-	2,10	1,40	2,48	1,62	0,72	1,50	1,64	0,82
23	C-23	6	2,01	3,42	1,82	5,33	4,16	3,81	2,76	3,33	0,55
24	C-24	3	-	1,98	1,73	1,39	2,33	2,08	2,08	1,93	0,64
25	C-25	3	1,83	3,50	2,37	2,71	1,64	3,18	1,01	2,32	0,77
26	C-26	4	0,69	1,68	1,33	5,33	1,57	3,39	2,21	2,31	0,58
27	C-27	3	1,25	1,24	1,47	2,32	2,32	2,10	0,79	1,64	0,55
28	C-28	2	0,54	1,68	-	1,82	0,66	0,98	0,98	1,11	0,56
29	C-29	4	2,13	3,40	1,42	2,47	2,20	2,96	1,77	2,33	0,58
30	C-30	5	2,29	1,10	1,53	2,10	2,29	3,77	2,74	2,26	0,45
31	C-31	2	0,43	1,27	0,58	2,37	1,17	1,50	-	1,22	0,61
32	C-32	3	2,23	2,73	0,95	2,83	1,67	1,91	1,92	2,03	0,68
33	C-33	6	2,03	2,89	3,43	4,59	3,20	5,16	3,61	3,56	0,59
34	C-34	3	1,50	2,27	1,97	2,60	2,38	3,74	1,75	2,32	0,77
35	C-35	4	1,02	0,57	1,24	1,09	2,24	3,23	1,72	1,59	0,40
36	C-36	3	0,71	1,95	1,99	3,29	2,50	2,91	1,71	2,15	0,72
37	C-37	4	2,18	1,60	2,11	2,33	2,00	3,75	2,46	2,35	0,59

Fuente: (Altamirano, 2024)

**Tabla 7.** Peso diario y PPC de residuos sólidos urbanos residenciales para el estrato D.

N <sup>o</sup>	Código de vivienda	Nº de habitantes	Pesos de los residuos sólidos urbanos [kg]							Promedio aritmético de los pesos [kg]	PPC [kg/hab/día]
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
52	D-01	3	1,31	2,20	1,00	2,57	1,73	0,91	0,91	1,52	0,51
53	D-02	5	1,44	2,97	2,68	3,90	2,50	2,32	4,32	2,87	0,57
54	D-03	4	1,97	2,18	1,82	2,68	1,65	3,14	2,14	2,23	0,56
55	D-04	4	1,11	1,11	1,26	1,77	1,51	3,40	1,70	1,70	0,42
56	D-05	5	2,30	3,62	2,39	2,99	2,32	3,60	1,97	2,74	0,55
57	D-06	3	1,79	0,92	1,10	1,92	1,45	1,45	3,09	1,67	0,56
58	D-07	5	2,26	2,89	2,16	2,50	3,09	4,31	2,43	2,80	0,56
59	D-08	3	2,07	2,45	1,49	2,60	2,09	4,50	1,97	2,45	0,82
60	D-09	2	0,52	1,58	0,60	1,22	1,11	1,51	1,09	1,09	0,55
61	D-10	4	1,07	2,62	1,12	1,50	2,69	3,34	1,62	1,99	0,50
62	D-11	5	1,95	3,23	1,84	2,37	1,66	4,00	-	2,51	0,50
63	D-12	4	-	2,02	1,16	3,32	1,80	2,60	0,68	1,93	0,48
64	D-13	4	0,89	3,05	1,94	2,71	2,02	2,76	1,33	2,10	0,52

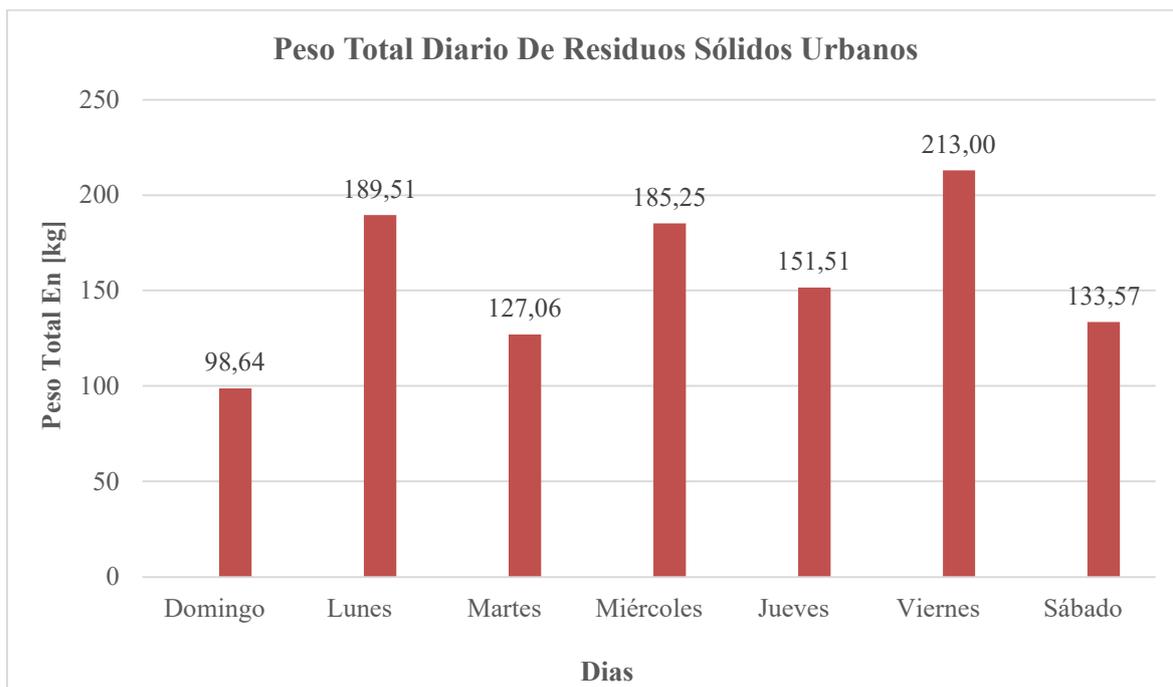
65	D-14	3	1,60	2,38	0,57	1,41	0,83	0,83	0,83	1,21	0,40
66	D-15	4	2,31	2,50	0,86	2,23	2,17	2,06	3,10	2,17	0,54
67	D-16	6	1,46	5,63	3,53	4,10	3,50	6,48	1,93	3,80	0,63
68	D-17	4	1,98	2,33	1,10	3,62	3,32	3,47	2,30	2,59	0,65
69	D-18	2	0,72	1,49	0,50	1,12	0,66	0,51	1,40	0,91	0,46
70	D-19	5	2,54	3,50	3,14	4,20	1,37	3,98	2,03	2,97	0,59
71	D-20	5	2,32	3,93	3,02	3,32	1,50	2,59	2,31	2,71	0,54
72	D-21	3	1,29	2,62	1,06	1,06	2,00	3,30	-	1,89	0,63
73	D-22	5	2,63	2,97	2,22	3,31	2,33	3,76	2,37	2,80	0,56
74	D-23	3	2,37	3,43	2,52	1,52	2,29	3,18	2,29	2,51	0,84

Fuente: (Altamirano, 2024)

Se presentaron algunos problemas tal y como se expone en el documento de técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones no mayores a 150 000 habitantes. Los problemas presentes se debían a que:

- Algunas viviendas (10 en total) no entregaron el enceramiento previo a la recolección de las muestras diarias y entregaron la muestra del día 1 con el enceramiento. Por motivos de no distorsionar los resultados finales, se procedió a eliminar dichos registros para el primer día (ver **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**).
- Hubo días en los que no entregaron la muestra diaria (vivienda **C-12** en el **día 6** y vivienda **C-28** en el **día 3**) y su registro quedó vacío. También existieron casos en donde la muestra que entregaban en determinado día era mayor a la de otros días. Se encontraron 4 casos para el estrato B, mientras que para el estrato C y D se encontraron 5 casos. En este caso se procedió a dividir para dos dichas muestras y el resultado se lo coloca en el día anterior que no existe registro. Dichos valores divididos se resaltaron con un color turquesa (ver **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**).
- No se logró registrar la muestra del día 7 en 4 ocasiones (2 en el estrato C y 2 en el estrato D) debido a que las personas no se encontraban en casa. Al tener contacto con los miembros de cada familia, expresaron que estaban en sus fincas, además de que otras familias viajaron a otras islas por motivos personales (ver **Tabla 5**, **Tabla 6** y **Tabla 7**).

En la **Figura 11** se puede ver la suma total de los pesos diarios de RSU de todas las viviendas. El día viernes demostró ser el día en que más generan residuos sólidos residenciales con un valor de 213,00 kg, seguidos del día lunes y miércoles con 189,51 kg y 185,25 kg, respectivamente.



**Figura 11.** Peso diario total de RSU de todas las viviendas.

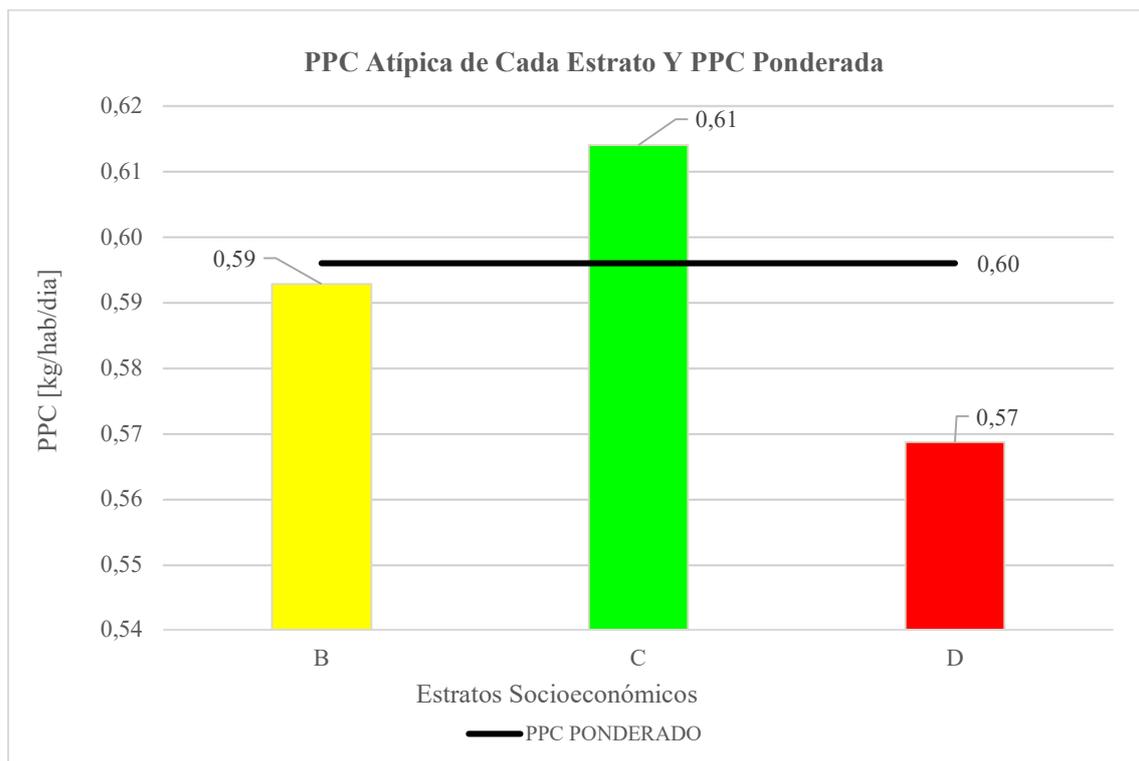
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Figura 11** muestra que el pico más alto de generación de RSU producidos en un solo día por todas las viviendas se dio en el día viernes. Esto posiblemente se debe a que es el último día de la semana en el que el municipio de Santa Cruz ofrece el servicio de recolección de basura. Los días lunes y miércoles de igual manera presentan un pico alto en la gráfica. Esto se debe a que en esos días también se realiza el servicio de recolección de basura por parte del municipio.

La costumbre de las personas santa cruceñas con respecto a la generación de RSU se relaciona mucho con el horario del servicio de recolección de basura los cuales trabajan los días lunes, miércoles y viernes de la semana, tal y como se muestra en el **Anexo 4**.

Los días martes y jueves no se generan muchos residuos debido a que en esos días no se da el servicio de recolección de basura por parte del municipio, mientras que los fines de semana la generación de RSU es baja debido a que las familias no pasan en la ciudad de Puerto Ayora (la mayoría de personas pasan todo el día en otras ciudades como Bellavista o Santa Rosa, o simplemente se van a sus fincas privadas en zonas rurales. En casos más extremos, viajan a otras islas).

La **Figura 12** demuestra la producción per cápita promedio de los estratos socioeconómicos presentes en el estudio (B, C y D). También se refleja la PPC ponderada que corresponde a toda la ciudad de Puerto Ayora.



**Figura 12.** PPC con valores atípicos de los estratos B, C y D  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Figura 12** indica que la producción per cápita ponderada de la ciudad de Puerto Ayora es de 0,60 kg/hab/día, sin embargo, el PPC ponderado obtenido considera valores atípicos los cuales alteran el resultado final.

#### 4.4. PPC de Puerto Ayora sin valores atípicos

Se procede a utilizar el software estadístico Minitab para poder proyectar los resultados de las PPC en un diagrama de cajas y bigotes el cual refleja los valores atípicos (PPC) que se encuentran lejos del rango permisible. Posteriormente se eliminan dichos registros y se determina una nueva PPC ponderada.

El BoxPlot arrojó que las PPC atípicas en el estrato C corresponden al día 1 de la muestra C-02, al día 2 de la muestra C-07, al día 4 de la muestra C-11 y C-26, y al día 6 de la muestra C-34, mientras que el estrato D tiene una PPC atípica en el día 6 que corresponde a la muestra D-08. Para el estrato B no hay datos atípicos. Se marcó de color amarillo el valor atípico y en la **Tabla 8**, **Tabla 9** y **Tabla 10** se refleja la PPC diaria de los estratos socioeconómicos (B, C y D, respectivamente) con dichos valores atípicos los cuales ya no serán considerados para el cálculo del PPC ponderado de la ciudad.

**Tabla 8.** Valores de PPC atípicos del estrato B.

N°	Código de vivienda	Registro de Producción Per Cápita diaria [kg/hab/día]						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	B-01	0,104	1,201	0,503	0,810	0,559	0,947	0,591
2	B-02	0,000	0,349	0,254	0,833	0,605	0,701	0,340
3	B-03	0,259	0,680	0,499	0,773	0,491	0,795	0,734
4	B-04	0,444	0,900	0,578	0,801	0,528	0,730	0,626
5	B-05	0,000	1,007	0,640	0,896	0,510	1,097	0,604
6	B-06	0,630	0,805	0,342	0,342	0,472	0,980	0,469
7	B-07	0,000	0,620	0,522	0,599	0,732	0,780	0,451
8	B-08	0,000	0,799	0,533	0,871	0,522	0,522	0,501
9	B-09	0,372	0,501	0,522	0,349	0,558	0,876	0,405
10	B-10	0,523	0,721	0,553	0,344	0,499	1,054	0,331
11	B-11	0,339	0,339	0,765	0,525	0,655	1,265	0,684
12	B-12	0,296	0,666	0,551	0,820	0,667	0,800	0,219
13	B-13	0,252	0,513	0,267	0,298	0,214	0,498	0,428
14	B-14	0,327	0,327	0,302	0,599	0,500	0,640	0,468

Fuente: (Altamirano, 2024)

**Tabla 9.** Valores de PPC atípicos del estrato C.

N°	Código de vivienda	Registro de Producción Per Cápita diaria [kg/hab/día]						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	C-01	0,286	1,006	0,313	0,542	0,356	0,597	0,711
2	C-02	1,248	1,014	0,549	0,516	0,746	1,109	0,609
3	C-03	0,000	0,420	0,608	0,328	0,328	1,014	0,474
4	C-04	0,261	0,444	0,369	0,624	0,643	0,957	0,585
5	C-05	0,220	0,746	0,350	0,573	0,425	0,794	0,434
6	C-06	0,473	0,810	0,471	0,686	0,901	0,844	0,510
7	C-07	0,000	1,370	0,688	0,724	0,587	0,834	0,556
8	C-08	0,297	0,297	0,644	0,949	0,611	1,035	0,183
9	C-09	0,440	0,560	0,522	0,838	0,716	0,807	0,245
10	C-10	0,481	0,548	0,736	0,736	0,705	1,070	0,365
11	C-11	0,507	0,550	1,194	1,299	0,657	0,734	0,509
12	C-12	0,254	0,456	0,313	0,495	1,083	0,000	0,497
13	C-13	0,833	0,335	0,240	0,332	0,522	0,570	0,695
14	C-14	0,000	0,416	0,694	0,501	0,991	0,748	0,611
15	C-15	0,398	0,600	0,525	0,790	0,647	0,760	0,474
16	C-16	0,491	1,075	0,406	0,596	0,702	0,861	1,116
17	C-17	0,401	0,687	0,562	0,627	0,515	0,631	0,374
18	C-18	0,460	1,165	0,425	0,846	0,578	0,771	0,000
19	C-19	0,341	0,520	0,248	0,520	0,440	0,597	0,324

20	C-20	0,366	0,497	0,339	0,546	0,376	0,577	0,361
21	C-21	0,529	0,670	0,435	0,875	0,675	0,627	0,480
22	C-22	0,000	1,052	0,702	1,239	0,811	0,359	0,750
23	C-23	0,335	0,570	0,303	0,888	0,694	0,635	0,461
24	C-24	0,000	0,659	0,577	0,462	0,776	0,695	0,695
25	C-25	0,610	1,166	0,791	0,903	0,548	1,061	0,337
26	C-26	0,172	0,419	0,332	1,332	0,391	0,848	0,554
27	C-27	0,416	0,414	0,488	0,773	0,772	0,701	0,263
28	C-28	0,270	0,840	0,000	0,910	0,330	0,492	0,492
29	C-29	0,532	0,849	0,355	0,618	0,551	0,739	0,442
30	C-30	0,459	0,219	0,306	0,419	0,457	0,755	0,548
31	C-31	0,215	0,635	0,292	1,186	0,586	0,750	0,000
32	C-32	0,744	0,911	0,316	0,943	0,555	0,638	0,640
33	C-33	0,338	0,482	0,572	0,765	0,533	0,860	0,602
34	C-34	0,499	0,758	0,658	0,865	0,793	1,247	0,583
35	C-35	0,255	0,142	0,310	0,273	0,560	0,808	0,429
36	C-36	0,237	0,650	0,664	1,096	0,833	0,968	0,570
37	C-37	0,546	0,401	0,526	0,583	0,501	0,937	0,616

Fuente: (Altamirano, 2024)

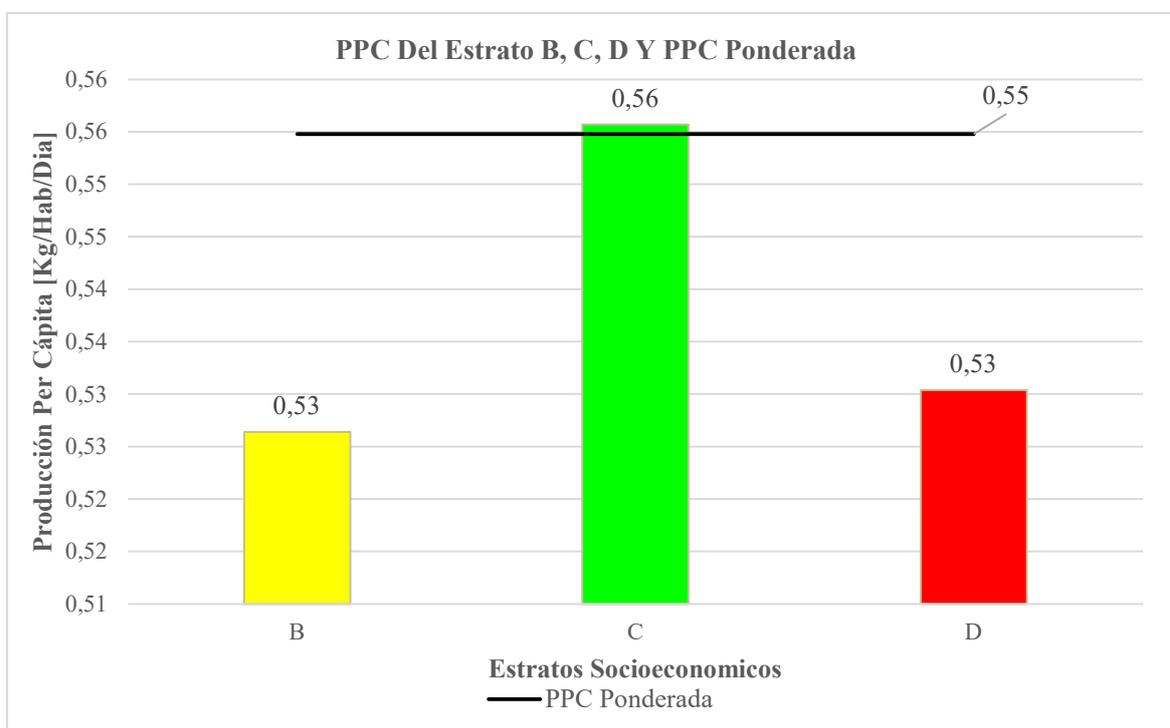
**Tabla 10.** Valores de PPC atípicos del estrato D.

N°	Código de vivienda	Registro de Producción Per Cápita diaria [kg/hab/día]						
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	D-01	0,436	0,733	0,334	0,857	0,577	0,303	0,303
2	D-02	0,287	0,594	0,535	0,780	0,500	0,463	0,864
3	D-03	0,493	0,544	0,455	0,671	0,412	0,786	0,536
4	D-04	0,278	0,278	0,315	0,443	0,378	0,849	0,426
5	D-05	0,460	0,724	0,479	0,598	0,464	0,720	0,393
6	D-06	0,598	0,307	0,366	0,638	0,484	0,484	1,029
7	D-07	0,451	0,578	0,432	0,500	0,617	0,862	0,486
8	D-08	0,690	0,817	0,498	0,867	0,697	1,499	0,657
9	D-09	0,259	0,792	0,300	0,612	0,555	0,755	0,547
10	D-10	0,268	0,655	0,280	0,376	0,673	0,835	0,405
11	D-11	0,390	0,645	0,368	0,475	0,333	0,799	0,000
12	D-12	0,000	0,505	0,291	0,831	0,449	0,650	0,171
13	D-13	0,222	0,762	0,485	0,678	0,505	0,691	0,332
14	D-14	0,534	0,793	0,191	0,471	0,275	0,275	0,277
15	D-15	0,577	0,624	0,215	0,557	0,543	0,514	0,776
16	D-16	0,243	0,938	0,588	0,684	0,584	1,079	0,321
17	D-17	0,496	0,584	0,274	0,904	0,831	0,869	0,576
18	D-18	0,361	0,746	0,248	0,560	0,329	0,256	0,700
19	D-19	0,507	0,700	0,627	0,840	0,274	0,796	0,406

<b>20</b>	D-20	0,465	0,786	0,604	0,664	0,300	0,519	0,462
<b>21</b>	D-21	0,429	0,874	0,352	0,352	0,666	1,100	0,000
<b>22</b>	D-22	0,526	0,594	0,444	0,662	0,467	0,752	0,474
<b>23</b>	D-23	0,791	1,144	0,839	0,505	0,762	1,061	0,762

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

En la **Figura 13** se observa la producción per cápita de los estratos B, C y D libre de valores atípicos, además de que la PPC ponderada de la ciudad de Puerto Ayora cambió debido a la depuración de dichos datos atípicos, arrojando un PPC ponderado de 0,55 kg/hab/día.



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

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

El boletín nacional de INEC (2023), respecto a la gestión de residuos sólidos urbanos en el año 2022 da como resultado una PPC en Ecuador de 0,92 kg/hab/día, mientras que para la región insular el valor del PPC es de 0,60 kg/hab/día.

Según Castillo & Hardter (2014), la PPC de RSU residenciales en la ciudad de Puerto Ayora es de 0,543 kg/hab/día, mientras que Solíz et al. (2020), menciona que la PPC en la provincia de Galápagos oscila entre los 0,67 – 1,09 kg/hab/día. La producción per cápita de RSU residenciales determinada en el presente estudio es casi similar a la PPC del estudio de Castillo y Hardter ya que este último clasifica la PPC de la provincia de Galápagos en diferentes parámetros (isla, ciudad, zona urbana, zona rural, zona comercial, zona turística y embarcaciones), mientras que el estudio de Solíz et al., abarca a toda la región insular donde

la PPC es mayor debido a que no se enfoca netamente en los usos de suelo residencial, sino que abarca de manera general los usos de suelo residencial, comercial, industrial y turístico.

La **Figura 13** demuestra que el estrato B tiene la menor producción per capita del estudio con 0,526 kg/hab/día. Al tener un nivel reducido de miembros en su familia y debido a las condiciones laborales de los miembros, estos se ven obligados a consumir más productos industrializados y a comer fuera de casa, además de ser el estrato que más plásticos finos y gruesos genera tal y como se muestra en la **Tabla 18**. La PPC del estrato D es de 0,53 kg/hab/día, demostrando ser la segunda mayor de todas. Al tener un nivel de compra bajo y debido a las condiciones de trabajo en la que se encuentran, este estrato se ve obligado a no consumir muchos productos en casa (ya sean orgánicos o industriales) y se ven en la necesidad de consumir alimentos fuera del hogar debido al corto tiempo que tienen para volver a sus actividades laborales. El estrato C tiene una PPC de 0,56 kg/hab/día. La cantidad numerosa de mascotas presente en las viviendas de dicho estrato hace que la PPC de este estrato sea la mayor de todas, derivándose a su vez a la generación masiva de residuos orgánicos (ver **Tabla 19**) debido a la costumbre de cocinar en casa con el fin de escatimar en gastos.

#### 4.4.1. Análisis de varianza ANOVA para la PPC.

Para el análisis ANOVA se identificó como constante a la ciudad de Puerto Ayora y como variables a los estratos socioeconómicos y sus valores de PPC correspondientes.

La **Tabla 11** contiene el valor F y el valor P (resultado del ANOVA). Este último valor es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ), obteniéndose una hipótesis nula y deduciendo que las medias de la PPC de los estratos B, C y D son significativamente iguales.

**Tabla 11.** Análisis de varianza ANOVA de la PPC de los estratos B, C y D.

Ciudad	Valor F	Valor P
Puerto Ayora	0,71	0,492

Fuente: (Altamirano, 2024)

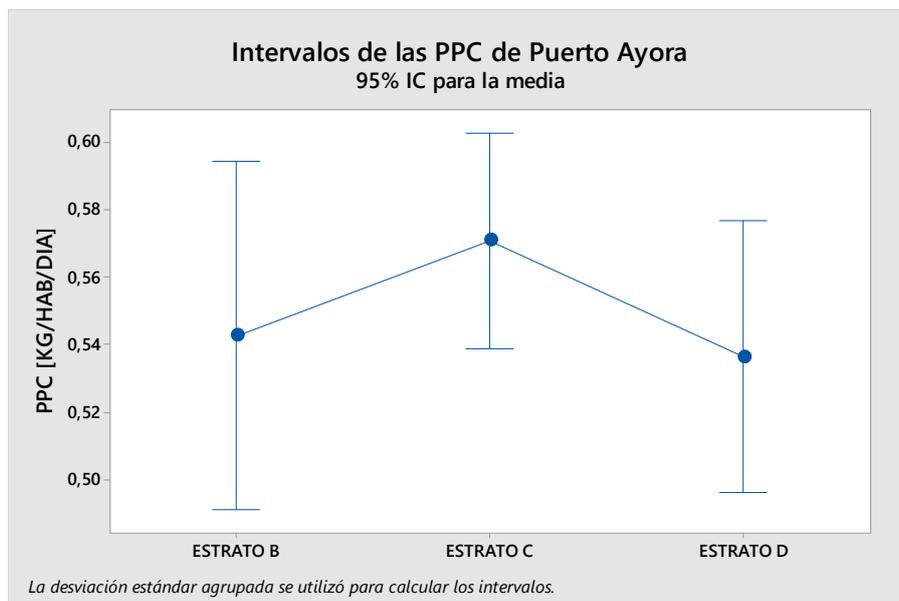
#### 4.4.2. Prueba de Tukey para la PPC.

El resultado de la prueba de Tukey arrojó que la PPC de los estratos socioeconómicos B, C y D se encuentran en un mismo grupo (A), tal y como se indica en la **Tabla 12**. De esta manera se deduce que los valores de la media (PPC) no son significativamente diferentes.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey de la PPC de los estratos B, C y D de Puerto Ayora.

Estrato	Media o PPC [kg/hab/día]	Agrupación
Estrato C	0,5655	A
Estrato B	0,5426	A
Estrato D	0,5364	A
PPC ponderado	0,552	

Fuente: (Altamirano, 2024)



**Figura 14.** Comparación de las PPC de los estratos B, C y D de Puerto Ayora  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Tabla 12** presenta el PPC ponderado de la ciudad de Puerto Ayora, cuyo valor es de 0,55 kg/hab/día, además de que el comportamiento de las PPC de los estratos B, C y D se sobrepone entre sí, tal y como se observa en la **Figura 14**.

El PPC ponderado en el presente estudio tiene similitud con lo expuesto por Castillo & Hardter (2014), cuyo valor del PPC fue de 0,543 kg/hab/día. Una de las razones del porque ambos datos son significativamente similares se debe a que en Galápagos el control de los residuos sólidos es muy estricto y el nivel de concientización por parte de los habitantes al momento de generar residuos sólidos es fuerte por el motivo de encontrarse en un área natural protegida. La densidad poblacional de la provincia también influye mucho y es que en Galápagos el control migratorio es fundamental dentro de las islas, evitándose así problemas como la sobrepoblación el cual deriva a otros problemas como la generación masiva de residuos sólidos dentro de las ciudades, entre otros.

El estudio de Chalacán (2023), compara la PPC de 5 ciudades del Ecuador aplicando la misma metodología del presente proyecto y la **Tabla 13** demuestra dichos valores sumándose la PPC de Puerto Ayora.

Ciudad	Producción Per Cápita [Kg/Hab/día]
Riobamba	0,57
Otavalo	0,62
Tena	0,57
Baños	0,48
Chambo	0,37
Puerto Ayora	0,55

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La producción per cápita de RSU residenciales de las 6 ciudades es muy diferente entre sí. Esto se debe a las distintas situaciones territoriales, económicas y poblacionales de cada ciudad. Un ejemplo es el contexto territorial de la ciudad de Puerto Ayora con respecto a la generación de residuos sólidos urbanos. El Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos (CGREG) prohibió la venta de fundas de polietileno en rollo a nivel provincial, a diferencia de las ciudades del Ecuador continental en donde la venta y uso de dichas fundas está normalizada. En el contexto económico, la ciudad de Puerto Ayora se dedica netamente al turismo, haciendo que los residuos sólidos generados por actividades turísticas no entren en la zona urbana, sino más bien en las zonas comerciales como restaurantes, hoteles y embarcaciones.

#### 4.5. Densidad de residuos sólidos urbanos de Puerto Ayora

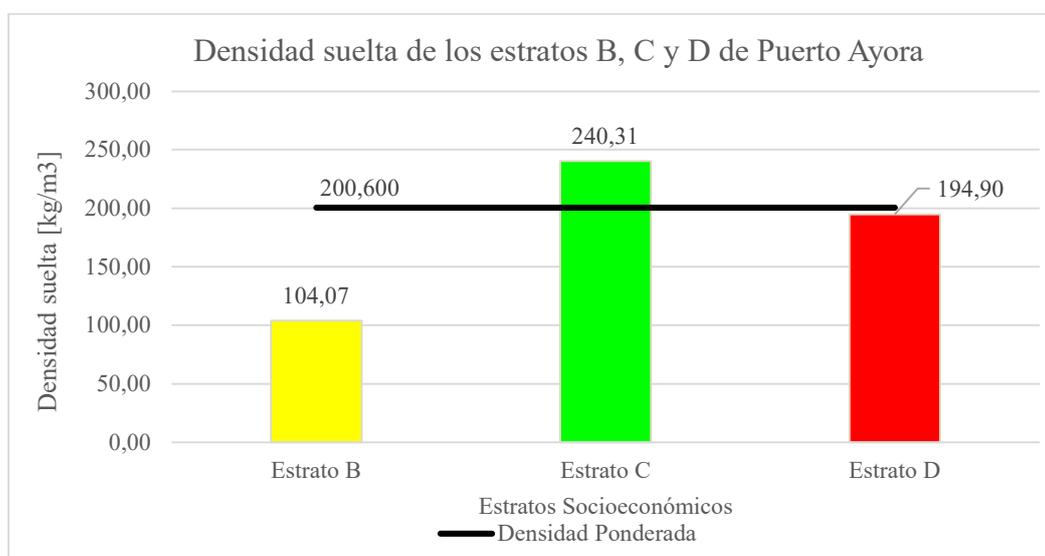
La **Tabla 14** contiene el registro de las densidades sueltas de los estratos socioeconómicos B, C y D analizados durante toda la semana que duró el muestreo en campo, así como la densidad promedio de cada estrato.

**Tabla 14.** Densidad suelta de los estratos B, C y D de Puerto Ayora

Estrato	Densidad Suelta Diaria [kg/m <sup>3</sup> ]							Densidad suelta de cada estrato [kg/m <sup>3</sup> ]
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
<b>Estrato B</b>	84,50	145,03	78,20	112,27	90,13	135,43	82,93	104,07
<b>Estrato C</b>	205,27	293,43	225,27	235,77	232,13	259,37	230,93	240,31
<b>Estrato D</b>	173,77	226,27	159,27	210,40	175,33	250,17	169,10	194,90

Fuente: (Altamirano, 2024)

Con las densidades de cada estrato se determinó la densidad promedio ponderada de la ciudad de Puerto Ayora, dando como resultado una densidad ponderada de 200,60 kg/m<sup>3</sup>, tal y como se muestra en la **Figura 15**.



**Figura 15.** Densidad promedio de los estratos B, C y D

Fuente: (Altamirano, 2024)

El estrato C presenta la densidad suelta más alta (194,90 kg/m<sup>3</sup>) de todos los estratos, además de ser el estrato con mayor producción de residuo orgánico, encontrando restos de comida, excremento de animales y material vegetal. El estrato B presenta la menor densidad de los estratos analizados (104,07 kg/m<sup>3</sup>) debido al consumo de productos industrializados los cuales generan residuos sólidos livianos como vidrio, cartón, plástico, empaques de comida y demás. El estrato D presenta una densidad de 194,90 kg/m<sup>3</sup>. Al analizar los componentes de dicho estrato, se pudo observar una variedad uniforme de residuos generados en donde se encontró material orgánico, botellas de vidrio y material no reciclable (papel higiénico, toallas sanitarias) siendo los componentes que más abundaban en dicho estrato.

Para verificar si existen datos atípicos dentro de los resultados, se procedió a utilizar el diagrama de cajas y bigotes del software estadístico MiniTab. El BoxPlot no detectó valores atípicos, deduciendo de esta manera que los resultados de densidad suelta mostrados en la **Figura 15** son confiables.

#### 4.5.1. Análisis de varianza ANOVA para las densidades.

Para el análisis de varianza ANOVA, la ciudad de Puerto Ayora fue considerada como constante, mientras que los estratos socioeconómicos y densidades sueltas fueron consideradas como variables. La **Tabla 15** presenta un valor P menor al nivel de significancia (0,05) y se rechaza la hipótesis nula asumiendo que las densidades de los estratos socioeconómicos son significativamente diferentes entre sí.

**Tabla 15.** Análisis de varianza ANOVA de las densidades de los estratos B, C y D

Ciudad	Valor F	Valor P
Puerto Ayora	37,24	0

Fuente: (Altamirano, 2024)

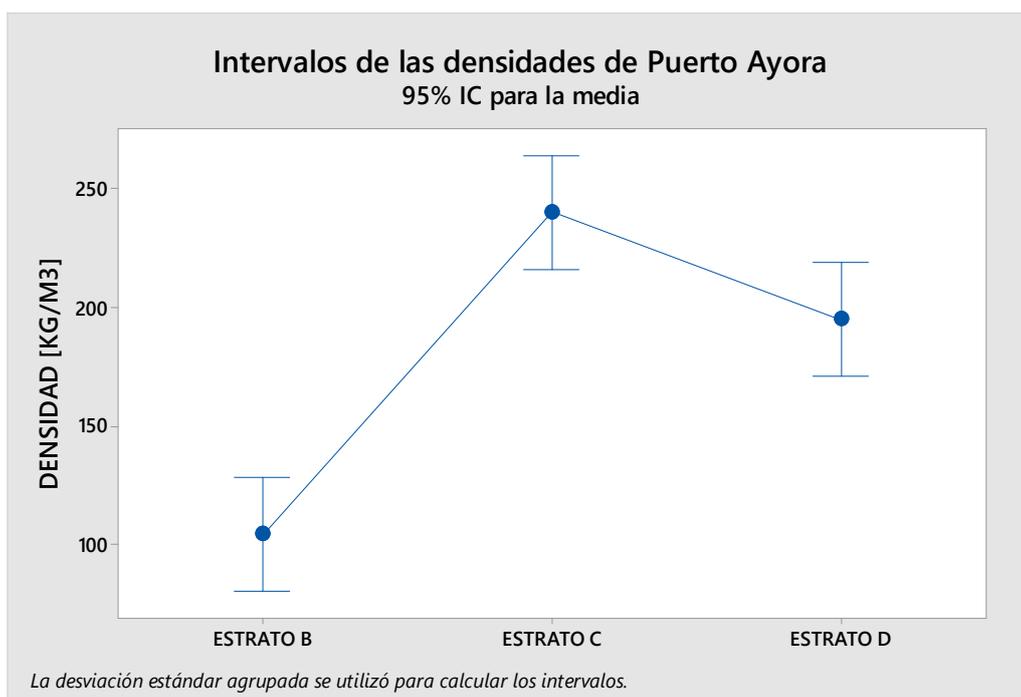
#### 4.5.2. Prueba de Tukey para las densidades.

En la **Tabla 16** se puede observar el resultado de la prueba de Tukey el cual demuestra que las densidades no comparten un grupo en común debido a que son significativamente diferentes entre sí.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey de las densidades de los estratos B, C y D

Estrato	Densidad [kg/m3]	Agrupación
Estrato C	240,3	A
Estrato D	194,9	B
Estrato B	104,1	C
Densidad ponderada	200,60	

Fuente: (Altamirano, 2024)



**Figura 16.** Comparación de las densidades de los estratos B, C y D de Puerto Ayora  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

En la **Tabla 16** y en la **Figura 16** se puede observar que las densidades sueltas de cada estrato socioeconómico se encuentran agrupadas de manera diferente a comparación de los resultados mostrados en la prueba de Tukey para las PPC. El estrato C se sigue manteniendo en primer lugar como el estrato con más densidad suelta. El estrato D pasa a ocupar el segundo lugar con más densidad alta debido a los hábitos de consumo que las familias tienen, y es que, al contar con limitaciones económicas para adquirir bienes procesados e industrializados, se ven en la obligación de consumir alimentos preparados en casa (he aquí por qué generan mucho residuo orgánico). Además, la densidad poblacional influye mucho en la generación de residuos sólidos y, citando lo expresado por Soledispa et al. (2021), las personas con menos poder de ingresos son las más pobladas, coincidiendo dicho criterio con lo demostrado en la **Figura 10**.

Chalacán (2023), realiza una comparación de las densidades sueltas ponderadas de 5 ciudades a las cuales se les aplicó la metodología del presente proyecto y la **Tabla 17** muestra dichos valores, incluido la densidad de Puerto Ayora.

**Tabla 17.** Densidad suelta ponderada de 6 ciudades de Ecuador

Ciudad	Densidad ponderada [kg/m³]
Riobamba	233,25
Otavalo	187,11
Tena	190,72
Baños	201,62
Chambo	155,82
Puerto Ayora	200,60

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La densidad de Puerto Ayora mostrada en la **Tabla 17** tiene similitud con la densidad de la ciudad de Baños (201,62 kg/m<sup>3</sup>). Sin embargo, este valor presenta diferencias radicales a comparación de las densidades de las otras ciudades. La composición de los residuos sólidos está relacionada directamente con la densidad suelta. Por ende, los resultados mostrados en la **Tabla 21** ayudarán a interpretar de mejor manera por qué Puerto Ayora tiene una densidad suelta alta.

#### 4.6. Composición física de residuos sólidos de Puerto Ayora

Para la composición física de los RSU de la ciudad de Puerto Ayora, se seleccionó una muestra de 5 – 7 kg (por cada estrato) para analizar el tipo de residuos que contenían. Se enlistaron 26 componentes a identificarse y, en la **Tabla 18**, **Tabla 19** y **Tabla 20**, se registraron los componentes encontrados en los residuos sólidos de los estratos B, C y D, respectivamente.

**Tabla 18.** Composición física de los residuos sólidos del estrato B

Componentes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
<b>Botellas de plástico</b>	6,80%	3,57%	2,17%	1,55%	5,03%	2,50%	5,01%	3,80%
<b>Botellas y Frascos de vidrio</b>	15,59%	5,52%	1,62%	2,62%	6,14%	10,56%	12,83%	7,84%
<b>Cartón</b>	0,00%	4,93%	2,42%	5,67%	3,55%	3,89%	4,66%	3,59%
<b>Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,87%	0,00%	0,00%	0,70%
<b>Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,59%	0,00%	3,13%	0,53%
<b>Cuero</b>	9,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,38%	0,00%	1,54%
<b>Caucho</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	0,04%
<b>Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)</b>	0,06%	0,11%	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,21%	0,07%
<b>Maderas</b>	0,00%	0,00%	0,00%	1,05%	0,00%	0,00%	2,90%	0,56%
<b>Material de construcción-cerámicas - loza</b>	0,55%	0,00%	0,00%	11,24%	0,00%	0,00%	0,00%	1,68%
<b>Metales</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,75%	0,00%	0,11%
<b>Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)</b>	42,30%	64,04%	55,57%	54,95%	53,82%	51,09%	40,49%	51,75%
<b>Papel bond blanco</b>	0,00%	0,42%	0,34%	0,00%	0,47%	0,39%	0,21%	0,26%

<b>Papel de color</b>	0,45%	0,51%	0,66%	0,00%	0,78%	0,19%	0,32%	0,42%
<b>Papel periódico</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)</b>	3,77%	1,23%	5,04%	0,82%	3,21%	5,59%	4,82%	3,50%
<b>Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)</b>	3,61%	0,00%	2,06%	0,00%	0,00%	1,28%	1,02%	1,14%
<b>Pilas y baterías</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	2,13%	0,36%
<b>Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)</b>	5,57%	6,64%	11,15%	4,50%	7,02%	7,87%	10,07%	7,55%
<b>Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)</b>	4,06%	2,24%	6,57%	9,57%	6,83%	3,40%	5,03%	5,39%
<b>Tetrapak</b>	2,52%	1,41%	4,79%	0,20%	1,07%	3,00%	2,55%	2,22%
<b>Poliestireno</b>	0,00%	0,47%	0,00%	0,25%	0,00%	0,00%	0,42%	0,16%
<b>Textiles</b>	0,31%	0,00%	1,43%	0,00%	1,87%	0,57%	0,00%	0,60%
<b>Mascarillas</b>	0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%	0,05%	0,16%	0,09%
<b>Toallas sanitarias y pañales</b>	4,81%	6,28%	5,58%	6,75%	4,40%	7,50%	3,78%	5,59%
<b>Otros</b>	0,00%	2,64%	0,60%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,52%

Fuente: (Altamirano, 2024)

**Tabla 19.** Composición física de los residuos sólidos del estrato C

Componentes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
<b>Botellas de plástico</b>	3,26%	4,81%	3,31%	4,47%	2,34%	2,12%	4,95%	3,61%
<b>Botellas y Frascos de vidrio</b>	6,44%	3,02%	6,26%	6,52%	5,50%	10,62%	6,56%	6,42%
<b>Cartón</b>	4,43%	0,98%	2,57%	6,63%	7,94%	4,87%	2,90%	4,33%
<b>Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)</b>	2,84%	1,25%	0,00%	2,73%	0,88%	0,00%	0,00%	1,10%
<b>Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)</b>	0,00%	0,47%	0,80%	0,00%	0,31%	0,00%	0,00%	0,23%
<b>Cuero</b>	0,00%	0,00%	0,00%	1,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%
<b>Caucho</b>	1,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	0,00%	0,27%
<b>Infeciosos (jeringas, gasas, algodones,</b>	0,30%	3,11%	0,36%	0,16%	0,41%	0,28%	0,29%	0,70%

<b>medicinas, objetos con sangre)</b>								
<b>Maderas</b>	0,00%	0,47%	1,61%	0,00%	0,00%	0,84%	0,00%	0,42%
<b>Material de construcción-cerámicas - loza</b>	0,00%	7,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,53%	1,19%
<b>Metales</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)</b>	54,93%	53,92%	75,40%	56,26%	60,75%	58,10%	67,71%	61,01%
<b>Papel bond blanco</b>	0,25%	1,15%	0,15%	1,22%	0,19%	0,28%	0,00%	0,46%
<b>Papel de color</b>	0,40%	0,35%	0,23%	0,27%	0,00%	0,37%	0,67%	0,33%
<b>Papel periódico</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%
<b>Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)</b>	1,59%	8,19%	0,67%	7,00%	1,32%	5,10%	0,55%	3,49%
<b>Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)</b>	0,40%	1,76%	0,00%	1,42%	1,48%	1,13%	0,00%	0,88%
<b>Pilas y baterías</b>	0,00%	0,00%	1,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%
<b>Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)</b>	11,79%	4,41%	4,15%	3,10%	5,00%	8,39%	3,17%	5,72%
<b>Plástico grueso (balde, tarrinas, tarros, juguetes)</b>	6,02%	0,59%	0,00%	0,00%	3,46%	0,51%	0,00%	1,51%
<b>Tetrapak</b>	2,39%	1,33%	1,19%	3,37%	2,17%	0,84%	4,83%	2,30%
<b>Poliestireno</b>	0,00%	0,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,15%
<b>Textiles</b>	0,00%	0,71%	0,00%	1,21%	0,54%	1,66%	0,00%	0,59%
<b>Mascarillas</b>	0,00%	0,25%	0,10%	0,12%	0,00%	0,09%	0,23%	0,11%
<b>Toallas sanitarias y pañales</b>	2,89%	4,78%	2,09%	3,63%	5,80%	4,00%	2,21%	3,63%
<b>Otros</b>	0,52%	0,00%	0,00%	0,00%	1,92%	0,00%	5,40%	1,12%

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

**Tabla 20.** Composición física de los residuos sólidos del estrato D

Componentes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio
<b>Botellas de plástico</b>	3,27%	6,30%	5,29%	4,68%	5,66%	4,63%	4,35%	4,88%
<b>Botellas y Frascos de vidrio</b>	12,89%	4,33%	2,38%	1,64%	5,29%	7,94%	13,87%	6,91%
<b>Cartón</b>	4,55%	2,26%	2,21%	4,34%	2,78%	0,00%	5,10%	3,03%
<b>Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)</b>	0,00%	1,52%	0,00%	0,23%	0,00%	0,00%	0,66%	0,34%
<b>Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)</b>	0,00%	0,00%	3,46%	0,00%	0,50%	0,00%	0,00%	0,57%
<b>Cuero</b>	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,87%	0,00%	1,34%
<b>Caucho</b>	0,00%	0,00%	14,39%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,06%
<b>Infeciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)</b>	0,33%	0,05%	0,00%	0,17%	0,23%	0,47%	0,23%	0,21%
<b>Maderas</b>	0,00%	1,65%	1,18%	1,41%	4,12%	0,00%	0,00%	1,19%
<b>Material de construcción- cerámicas - loza</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Metales</b>	0,00%	0,00%	6,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%
<b>Orgánicos (sobras de comida, rastros de jardín, excrementos de animales, cáscaras)</b>	49,37%	55,63%	53,00%	60,84%	65,09%	55,48%	57,13%	56,65%
<b>Papel bond blanco</b>	0,33%	0,27%	0,34%	0,00%	0,31%	0,47%	0,78%	0,36%
<b>Papel de color</b>	0,43%	0,16%	0,21%	0,00%	0,46%	0,19%	0,54%	0,28%
<b>Papel periódico</b>	0,00%	0,44%	0,00%	0,00%	0,86%	0,00%	0,00%	0,19%
<b>Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)</b>	4,92%	4,79%	0,89%	7,95%	2,17%	7,07%	2,60%	4,34%
<b>Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)</b>	2,84%	0,65%	0,00%	0,00%	1,52%	0,00%	1,45%	0,92%
<b>Pilas y baterías</b>	0,65%	0,00%	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%
<b>Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)</b>	7,15%	6,51%	4,68%	6,17%	4,79%	4,27%	2,06%	5,09%
<b>Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)</b>	3,25%	0,00%	0,65%	2,37%	0,46%	2,19%	6,69%	2,23%
<b>Tetrapak</b>	3,01%	1,52%	2,38%	1,41%	1,05%	2,24%	1,09%	1,82%

<b>Poliestireno</b>	0,00%	0,00%	0,46%	0,00%	0,00%	0,44%	0,00%	0,13%
<b>Textiles</b>	0,00%	6,35%	0,00%	1,41%	0,00%	0,00%	0,00%	1,11%
<b>Mascarillas</b>	0,19%	0,00%	0,06%	0,21%	0,13%	0,00%	0,10%	0,10%
<b>Toallas sanitarias y pañales</b>	6,33%	4,26%	2,42%	5,45%	4,56%	5,72%	3,36%	4,59%
<b>Otros</b>	0,00%	3,29%	0,00%	1,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,67%

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Tabla 21** resume los promedios de los componentes físicos encontrados para cada estrato (B, C y D), y el valor ponderado de cada componente enlistado.

**Tabla 21.** Resumen de los componentes del estrato B, C, D y promedio ponderado

COMPONENTES	ESTRATO B	ESTRATO C	ESTRATO D	PROMEDIO PONDERADO
	%	%	%	%
<b>Botellas de plástico</b>	3,80%	3,61%	4,88%	<b>4,04%</b>
<b>Botellas y Frascos de vidrio</b>	7,84%	6,42%	6,91%	<b>6,84%</b>
<b>Cartón</b>	3,59%	4,33%	3,03%	<b>3,79%</b>
<b>Componentes de computadoras (PCs, monitores, teclados, ratones, cables)</b>	0,70%	1,10%	0,34%	<b>0,79%</b>
<b>Componentes de teléfonos (carcasas, adaptadores)</b>	0,53%	0,23%	0,57%	<b>0,39%</b>
<b>Cuero</b>	1,54%	0,21%	1,34%	<b>0,81%</b>
<b>Caucho</b>	0,04%	0,27%	2,06%	<b>0,78%</b>
<b>Infecciosos (jeringas, gasas, algodones, medicinas, objetos con sangre)</b>	0,07%	0,70%	0,21%	<b>0,43%</b>
<b>Maderas</b>	0,56%	0,42%	1,19%	<b>0,69%</b>
<b>Material de construcción-cerámicas (loza)</b>	1,68%	1,19%	0,00%	<b>0,92%</b>
<b>Metales</b>	0,11%	0,00%	0,86%	<b>0,29%</b>
<b>Orgánicos (sobras de comida, rastrojos de jardín, excrementos de animales, cáscaras)</b>	51,75%	61,01%	56,65%	<b>57,92%</b>
<b>Papel bond blanco</b>	0,26%	0,46%	0,36%	<b>0,39%</b>
<b>Papel de color</b>	0,42%	0,33%	0,28%	<b>0,33%</b>
<b>Papel periódico</b>	0,00%	0,06%	0,19%	<b>0,09%</b>
<b>Papel sanitario (higiénico, servilletas, toallas de cocina)</b>	3,50%	3,49%	4,34%	<b>3,75%</b>
<b>Peligrosos (envases de insecticidas, plaguicidas, solventes, desinfectantes)</b>	1,14%	0,88%	0,92%	<b>0,94%</b>
<b>Pilas y baterías</b>	0,36%	0,16%	0,13%	<b>0,19%</b>

<b>Plástico fino (bolsas, envolturas de caramelo)</b>	7,55%	5,72%	5,09%	<b>5,87%</b>
<b>Plástico grueso (baldes, tarrinas, tarros, juguetes)</b>	5,39%	1,51%	2,23%	<b>2,46%</b>
<b>Tetrapak</b>	2,22%	2,30%	1,82%	<b>2,14%</b>
<b>Poliestireno</b>	0,16%	0,15%	0,13%	<b>0,15%</b>
<b>Textiles</b>	0,60%	0,59%	1,11%	<b>0,75%</b>
<b>Mascarillas</b>	0,09%	0,11%	0,10%	<b>0,11%</b>
<b>Toallas sanitarias y pañales</b>	5,59%	3,63%	4,59%	<b>4,29%</b>
<b>Otros</b>	0,52%	1,12%	0,67%	<b>0,87%</b>

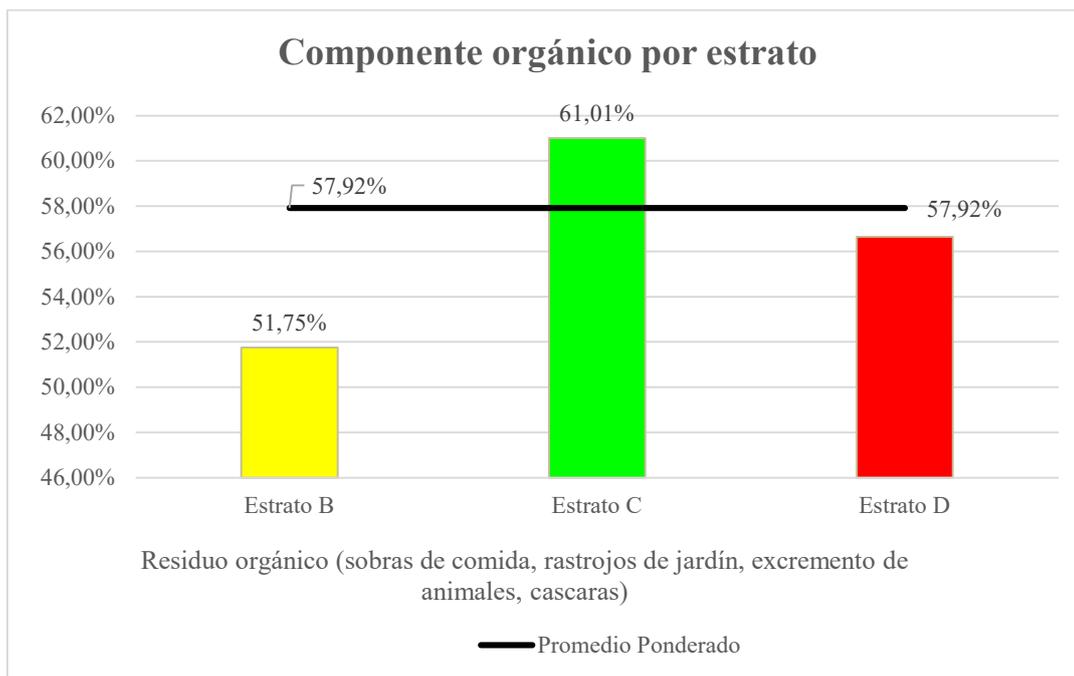
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

La **Tabla 21** muestra un porcentaje alto para el componente de orgánicos (57,92%), y botellas/frascos de vidrio (6,84%). Además, es importante mencionar que la composición física de los residuos sólidos urbanos tiene relación directa con la densidad suelta de los residuos.

Según Torsten et al. (2010), las ciudades del Ecuador continental generan más residuos orgánicos que las ciudades de Galápagos, mientras que las ciudades de Galápagos generan mayor cantidad de residuos reciclables (cartones, plásticos y botellas de vidrio) que las ciudades de otras provincias.

Tomando el criterio de Torsten et al., y tomando como ejemplo la densidad suelta del estudio de caracterización de RSU de la ciudad de Baños, se podría decir que Puerto Ayora tiene una densidad alta debido a los componentes de material orgánico y vidrio que forman parte de los RSU (tal y como se muestra en la **Tabla 21**), mientras que en Baños los componentes de residuos orgánicos son mayores (62,86%), dando como resultado una densidad alta.

Analizando las composiciones de los RSU en la ciudad de Puerto Ayora, el componente orgánico es el más alto y la **Figura 17** refleja cual estrato lo produce más.

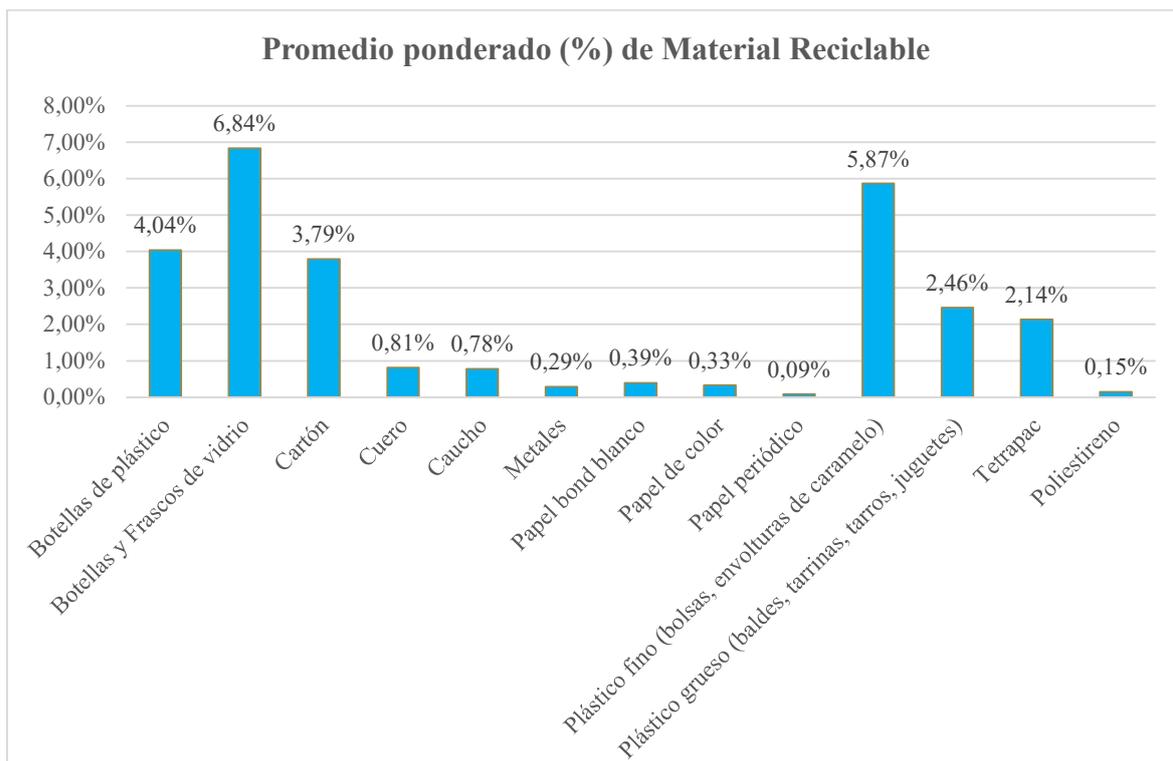


**Figura 17.** Componentes orgánicos promedio de los estratos B, C, D y ponderado  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Según Sáez & Urdaneta (2014), en América latina y el Caribe, más del 50% de componentes orgánicos forman parte del total de residuos sólidos urbanos generados en las ciudades, y Puerto Ayora se encuentra dentro de dicho contexto debido a que el 57,92% de material orgánico forma parte del total de RSU residenciales generados en la ciudad.

El estrato C es el que más genera desecho orgánico (61,01%), esto debido a las costumbres que tienen de cocinar en casa y por el número de personas que se mantienen en el hogar. También es el estrato con mayor número de mascotas por familia. El estrato D, al tener bajos ingresos y al tener jornadas de trabajo intensas, consumen alimentos fuera de su hogar, sin embargo, cuando pasan en casa, la producción de residuos sólidos orgánicos es normal (57,92%) a comparación del estrato C. El estrato B es el que menos materia orgánica produce (51,75%), esto se debe a que las personas que componen este estrato se dedican, en su mayoría, a cargos administrativo, obligándolos a consumir sus alimentos fuera de casa. Según De Miguel et al. (2021), los estratos que tienen mayores ingresos económicos consumen más productos empacados y procesados, encontrando en sus residuos sólidos alta presencia de componentes reciclables y baja presencia de residuos orgánicos.

En la **Figura 18** y **Figura 19** se observa el porcentaje de los residuos sólidos que son potencialmente reciclables y los que serán potencialmente reciclables a futuro.



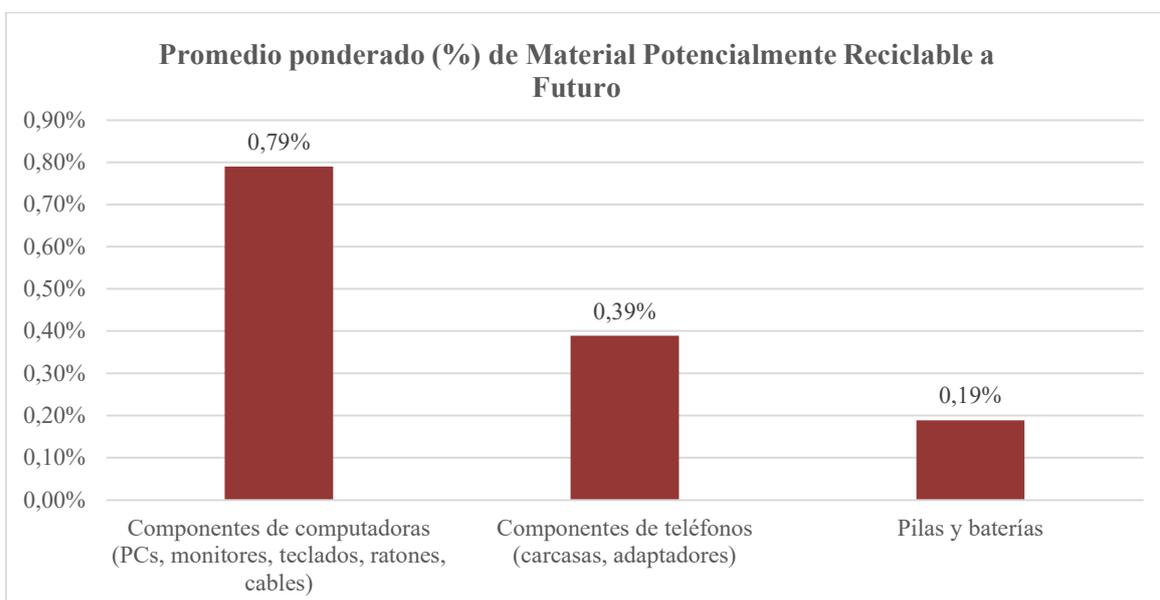
**Figura 18.** Residuos sólidos potencialmente reciclables  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Se encontró un 27,97% de material potencialmente reciclable en los residuos sólidos muestreados, siendo un valor alto a comparación de las ciudades del Ecuador continental. Según Torsten et al. (2010), la razón principal del porque Puerto Ayora (y Galápagos en general) genera mucho residuo reciclable se debe a la importación de productos procesados y semiprocesados los cuales, una vez cumplida su función, son arrojados a la basura. A pesar de las capacitaciones realizadas puerta a puerta en las viviendas de las ciudades de Galápagos, el porcentaje de residuos reciclables no disminuye. Sin embargo, se han tomado acciones considerables para reutilizar dichos componentes y como lo menciona el diario La Hora (2022), las botellas plásticas PET (tereftalato de polietileno) que son recolectadas en las Islas Galápagos son procesadas y convertidas en tela, logrando de esta manera la reutilización de dicho material plástico y fomentando la economía circular en la región.

Un 5,87% corresponde a plásticos finos, siendo un valor alto dentro del contexto de las Islas Galápagos. En el año 2018, el Consejo de Gobierno de Régimen Especial de Galápagos (CGREG), a través de la Ordenanza No.003-CGREG-XXXI-X-2018, prohíbe la comercialización, expendio, distribución y/o entrega de fundas plásticas, tarrinas, sorbetes, vasos y recipientes desechables, productos de poliestireno, y demás. También se menciona que, en caso de no acatar dicha ordenanza, la persona será multada de uno a tres salarios básicos unificados galapagueños.

Los resultados mostrados en la gráfica dan a suponer que no se está llevando un control riguroso en los puertos marítimos y aéreos respecto al ingreso de dichos materiales

dentro de las islas. De esta manera, las tiendas o centros comerciales distribuyen dichas fundas al momento de ofrecer productos de primera necesidad a los habitantes de la ciudad.



**Figura 19.** Residuos sólidos potencialmente reciclables a futuro

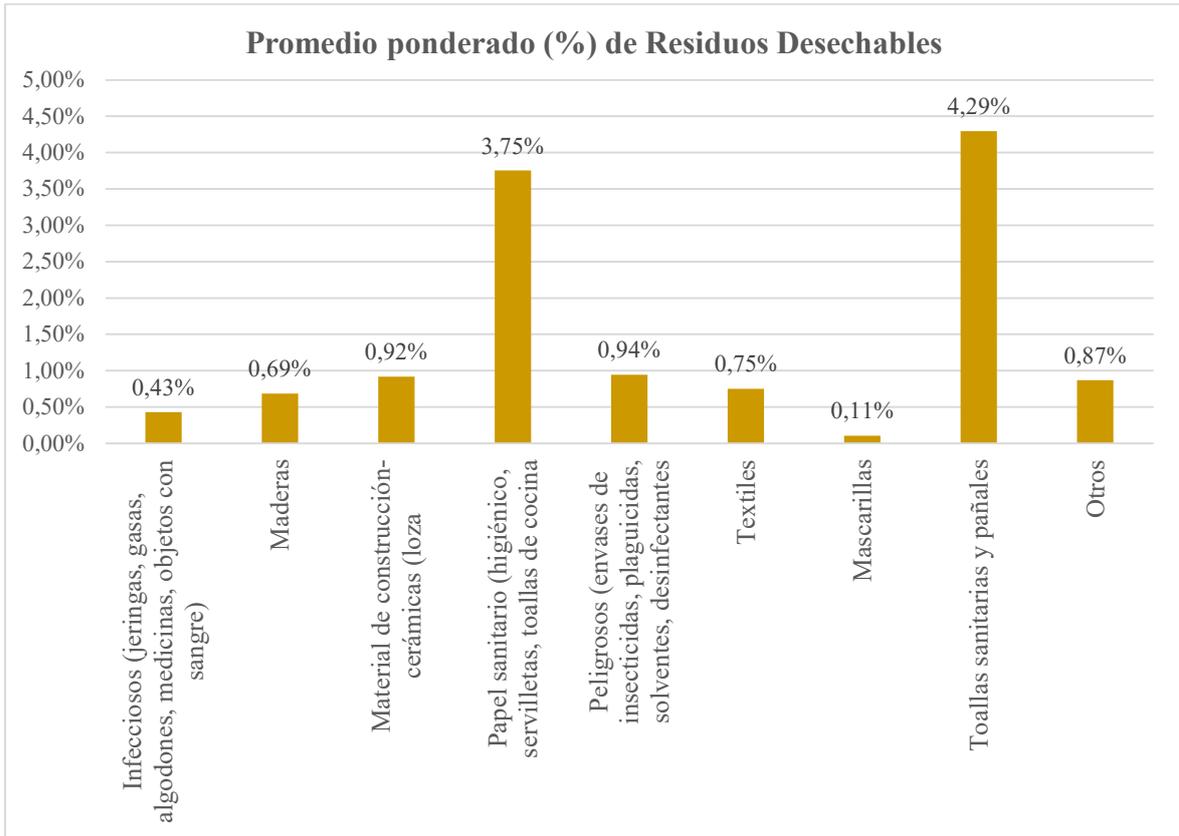
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

El porcentaje de los residuos sólidos mostrados en la **Figura 19** es bajo (1,37% del total de los componentes físicos), por dicha razón se recomienda que sean reciclados en un futuro.

A inicios de la pandemia del COVID-19, la necesidad de insumos y equipos para combatir la pandemia fue tan drástica que a nivel mundial se llevó a cabo una sobreproducción de materiales médicos los cuales solo serían utilizados una vez por persona. Uno de los insumos protectores más contaminantes a nivel mundial post pandemia fue la mascarilla. Citando lo expresado por Vilca-Quispe et al. (2021), la producción de mascarillas anual en Estados Unidos antes de pandemia era de 150 000 millones, y durante la pandemia la producción de dichos insumos aumentó hasta 6 veces.

Actualmente, las mascarillas desechadas pueden ser reutilizadas para un sinfín de actividades y ámbitos, y en la ingeniería civil su uso puede significar un avance hacia la innovación en los materiales de la construcción. El estudio de Saberian et al. (2021), ha logrado darles utilidad a las mascarillas desechadas, implementándolas en los pavimentos sin alterar su resistencia y funcionalidad.

En la **Figura 20** se observan los porcentajes ponderados de residuos sólidos desechables encontrados en la ciudad de Puerto Ayora, además de encontrar el porcentaje de componentes de mascarillas el cual es bajo.



**Figura 20.** Componentes de residuos sólidos no reciclables  
**Fuente:** (Altamirano, 2024)

Los residuos sólidos no reciclables están representados por un 12,75% del total de componentes analizados. Estos residuos tienen su disposición final en el Relleno Sanitario del Km 27, en donde se los compacta para reducir su volumen. El mismo caso se da para los residuos orgánicos los cuales pueden ser reutilizados como abono o alimento para cerdo, y aquellos que no pueden ser reutilizados (como cáscaras vegetales, cáscara de huevos, limonina y entre otros) son enviados al relleno sanitario como disposición final.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La caracterización urbanística determinó que el 89,92% de las manzanas de la ciudad de Puerto Ayora son propias de un uso de suelo residencial y mixto. El estrato de muy altos ingresos “A” no está presente como manzanas, pero sí como viviendas. El estrato de ingresos menores “C” es el que predomina en la ciudad con un 50,22%, abarcándose en todos los barrios de la ciudad, especialmente en la zona turística de Puerto Ayora. La estratificación urbanística de la ciudad de Puerto Ayora y Tena comparte una curva de tendencia urbanística significativamente similar.
- La caracterización social y económica permitió conocer el número de habitantes por vivienda, la actividad laboral predominante y las costumbres respecto al tratamiento de los residuos sólidos. En Puerto Ayora se estima que hay 3,77 habitantes por vivienda y el 45,95% de los residentes se dedican a actividades ligadas al turismo, transporte y comercio. Los residuos sólidos generados en la ciudad son recolectados por el GADM de Santa Cruz, lo que conlleva a que no exista la recolección informal de residuos sólidos en la ciudad.
- El registro de los pesos diarios de los residuos tiene un pico alto en el día viernes debido a que es el último día que tienen los habitantes para entregar sus residuos a los recolectores de basura. Para la ciudad de Puerto Ayora se ponderó una Producción Per Cápita de residuos sólidos urbanos de 0,55 kg/Hab/día. Y al día se estarían recolectando 7 toneladas de residuos sólidos urbanos en una población de 12 696 habitantes.
- Se determinó una densidad suelta ponderada de 200,60 kg/m<sup>3</sup>. Los residuos sólidos del estrato “C” tienen la densidad suelta más alta debido a la composición de sus residuos, siendo el material orgánico el residuo que más generan. La densidad de los residuos sólidos tiene relación directa con los productos a adquirir y el nivel de ingresos de los habitantes. Mientras más alto es su nivel económico, sus hábitos de consumo tienden a relacionarse más con la compra de productos procesados y semiprocados, por ende, su densidad de residuos será baja. Caso contrario a los habitantes con un nivel de ingresos económicos bajo cuyos residuos sólidos tienen una densidad alta debido a actividades domésticas como cocinar en casa.
- De la composición física de los residuos sólidos de Puerto Ayora, la materia orgánica representa el 57,92% del total de residuos sólidos generados en la ciudad. Le sigue el material reciclable con 27,97%, los residuos no reciclables con 12,75% y por último los materiales con proyección a ser reciclados en el futuro con 1,37%. El 87,89% de residuos son reutilizados dentro de las islas. En el caso de la materia orgánica, sirve como alimento para granjas de porcinos, mientras que los materiales reciclables, son llevados a la planta de reciclaje “Fabricio Valverde” y según su tipo, son clasificados para ver cómo se pueden reutilizar, ya sea en vestimenta, materiales de construcción, entre otras funciones. Por último, los residuos sólidos no reciclables terminan en el relleno sanitario del km 27 por ser desechables.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda al GADM de Santa Cruz mejorar las instalaciones del centro de reciclaje “Fabricio Valverde” para realizar una mejor clasificación de los residuos potencialmente reciclables, los mismos que representan una fuente de ingresos alta a nivel mundial.
- Se propone al GADM de Santa Cruz realizar capacitaciones dirigidas a los habitantes de la ciudad con el fin de motivarlos a que realicen una mejor clasificación de los residuos sólidos, especialmente de los reciclables.
- Se recomienda implementar un sistema de contenedores de residuos en la zona turística de la ciudad con el fin de evitar molestia en los transeúntes o que estos, al no encontrar un contenedor de residuos cerca, boten la basura en los espacios verdes y urbanos de Puerto Ayora.
- Se recomienda al GADM de Santa Cruz fortalecer el sistema de recolección de basura e implementar sanciones o beneficios en caso de que los residuos sólidos de cada vivienda estén mal o bien clasificados, respectivamente.
- Se recomienda al Consejo de Gobierno de Régimen Especial de Galápagos reformar la Ordenanza No.003-CGREG-XXXI-X-2018 e implementar en sus artículos la realización de controles en puertos marítimos y aéreos con el fin de evitar el ingreso de materiales potencialmente contaminantes para el entorno de las Islas Galápagos.
- Se recomienda realizar en cada cantón el presente proyecto enfocándose también a la zona comercial, turística y de embarcaciones debido a que sus producciones de desechos constituyen una parte del total de residuos generados en cada isla, por ende, su información ayudaría a tener un contexto más amplio de los residuos sólidos en cada isla a nivel provincial.

## CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alayón, E. (2020). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *INVENTUM*, 15(29), 76–94.  
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.76-94>
- Andrade, A., & Santillán, V. (2018). *Caracterización de residuos sólidos y propuesta técnica para transporte y rutas de recolección en la Parroquia San Luis, Cantón Riobamba*. Universidad Nacional De Chimborazo. Obtenido de Repositorio digital UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5572>
- Arellano, A., & Cabezas, L. (2014). *Método Para la Determinación de la Muestra Para Estudios de Producción de Residuos Sólidos y/o Consumo de Agua Potable en Poblaciones Menores a 150 000 Habitantes*. Obtenido de: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29466.26560>
- Arellano, A., Gonzales, J., & Alex, G. (2012). *Método de Caracterización Urbanística y Socioeconómica Para Poblaciones Menores que 150 000 Habitantes*. Obtenido de: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17722.21446>
- Arellano, A., Gonzales, J., & Gavilanes, A. (2013). *Técnicas de muestreo y caracterización de residuos sólidos para poblaciones menores que 150 000 habitantes*. Obtenido de: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24013.67049>
- Báez, O. (2009). Las islas Galápagos: Tesoro natural. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 30(1–2), 125–126. <https://doi.org/10.26807/remcb.v30i1-2.68>
- Cacñahuaray, S. A., Hurtado, V. R. R., Curahua, R. A. L., & Quintanilla, J. J. L. (2018). Percepciones ante la gestión de residuos sólidos urbanos. *REDHECS Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 3(1), 10–27.
- Cárdenas, R., & Patiño, C. (2022). *Caracterización De Residuos Sólidos Urbanos De La Ciudad De Otavalo*. Universidad Nacional De Chimborazo. Obtenido de Repositorio digital UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9028>
- Castillo, M., & Hardter, U. (2014). *Gestión Integral de Residuos Sólidos en Regiones Insulares*. Obtenido de: [http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/gestion\\_integral\\_de\\_residuos\\_solidos\\_en\\_regiones\\_insulares.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/gestion_integral_de_residuos_solidos_en_regiones_insulares.pdf)
- Chalacán, A. (2023). *Análisis comparativo de las producciones per cápita y densidades de residuos sólidos residenciales de cinco ciudades del Ecuador*. Universidad Nacional De Chimborazo. Obtenido de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11293>

- De Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*. Obtenido de:  
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content>
- Flores, J. (2009). *Estudio de Caracterización De Los Residuos Sólidos*. Obtenido de Sistema Bibliotecario de la UTEC:  
[https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros\\_internet/55777.pdf](https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf)
- GADMSC. (2022, febrero). *Recicla y Ayuda al Desarrollo Sostenible en Santa Cruz Galápagos*. Página Web del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De Santa Cruz. Obtenido de: <https://galapagossantacruz.com/es-ec/galapagos/santa-cruz/aprende/recicla-ayuda-desarrollo-sostenible-santa-cruz-galapagos-alv467twu>
- García, D., Varillas, G., & Falconí, E. (2007). *Biodiversidad Y Mecanismos Para Su Conservación*. Obtenido de: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49546.pdf>
- García, J., Castillo, A., Ramírez, M., Rendón, G., & Larqué, M. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30235107>
- González, J., & Gavilanes, V. (2014). *Análisis situacional de los residuos urbanos y propuesta técnica de optimización de transporte y rutas en la ciudad de Chambo, Chimborazo* Universidad Nacional De Chimborazo. Obtenido de Repositorio digital UNACH:  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/785>
- Ibikunle, R. A., Titiladunayo, I. F., Akinnuli, B. O., Dahunsi, S. O., & Olayanju, T. M. A. (2019). Estimation of power generation from municipal solid wastes: A case Study of Ilorin metropolis, Nigeria. *Energy Reports*, 5, 126–135.  
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.01.005>
- INEC. (2022). *Boletín Técnico No 05-2021- Gestión De Residuos Sólidos. 05*.
- INEC. (2023). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales - Gestión de Residuos Sólidos*.  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2022/Residuos\\_Solidos/Boletin\\_Tecnico\\_Residuos\\_2022%20VF.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2022/Residuos_Solidos/Boletin_Tecnico_Residuos_2022%20VF.pdf)

- Kawai, K., & Tasaki, T. (2016). Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 18(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10163-015-0355-1>
- La Hora. (2022, julio 23). *Botellas plásticas recogidas en Galápagos se convierten en ropa*. Diario La Hora. <https://www.lahora.com.ec/pais/botellas-plasticas-galapagos-convertidas-ropa/>
- Lara, V., & Pérez, F. (2016). *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. Obtenido de Repositorio digital UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1382>
- López, A. (2008). *Gestión ambiental en la isla San Cristóbal, Islas Galápagos, Ecuador*. <http://hdl.handle.net/10016/7093>
- Marin, L., & Paredes, D. (2020). Valor P, correcta e incorrecta interpretación. *Revista Clinica UCR - HSJD*.
- MINAM. (2014). *Guía Para La Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per186738anx.pdf>
- MINAM. (2019). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. [https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/707/Gu%c3%ada\\_para\\_la\\_caracterizaci%c3%b3n\\_rsm-29012020\\_\\_1\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/707/Gu%c3%ada_para_la_caracterizaci%c3%b3n_rsm-29012020__1_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ordenanza No. 003-CGREG-XXXI-X-2018 (2018). Obtenido de: [https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/ORDENANZA\\_No\\_003-CGREG-XXXI-X-2018.pdf](https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/ORDENANZA_No_003-CGREG-XXXI-X-2018.pdf)
- Rondón, E., Szanto Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Galvez, A. (2016). Guía General para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Manuales de la CEPAL*, 209. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Rosales Ibarra, S. A. (2015). *Diseño de una propuesta técnica para las rutas de recolección de los desechos sólidos urbanos, en la ciudad de tena, provincia de napo*. Universidad Nacional De Chimborazo. Obtenido de Repositorio digital UNACH: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/820>
- Saberian, M., Li, J., Kilmartin-Lynch, S., & Boroujeni, M. (2021). Repurposing of COVID-19 single-use face masks for pavements base/subbase. *Science of the Total Environment*, 769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145527>

- Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. En *Omnia Año* (Vol. 20, Número 3).  
<https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Soledispa, B., Pinela, C., & Pacheco, L. (2021). *Clases sociales, pobreza y desigualdad en la sociedad ecuatoriana postcovid-19*. *Revista Polo Del Conocimiento*, 56, 1116–1129.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2424>
- Solíz, M., Durango, J., Solano, J., & Yépez, M. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador*.  
Obtenido de: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Cartograf%C3%ADa-residuos-s%C3%B3lidos-Ecuador-2020.pdf>
- Torsten, U., Larrea, I., Butt, K. M., & Chitwood, J. (2010). *Plan de manejo de desechos para las islas Galápagos*. Obtenido de:  
[http://awsassets.panda.org/downloads/plan\\_manejo\\_desechos\\_galapagos\\_mar2010\\_final.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/plan_manejo_desechos_galapagos_mar2010_final.pdf)
- Vilca-Quispe, W., Ramírez-Puraca, Á. A., Medina-Sotelo, C. G., & Loa-Navarro, E. (2021). Residuos Biocontaminantes, otro Legado del COVID-19. En *Produccion y Limpia* (Vol. 16, Número 2, pp. 197–211). Corporacion Universitaria Lasallista.  
<https://doi.org/10.22507/pml.v16n2a10>
- WWF. (2013, diciembre 23). *En Galápagos se recicla el vidrio para convertirlo en material para construcción*. World Wildlife Foundation. Obtenido de:  
<https://www.wwf.org.mx/?213572/reciclaje-vidrio-galapagos-para-construccion>

## CAPITULO VII. ANEXOS

**Anexo 1.** Ficha urbanística para la puntuación de los lados de la manzana y la manzana en general.

FECHA:		CANTIDAD DE ESDIFICACIONES DE USO:								VIVIENDAS (#)				CALIDAD			SERVICIOS QUE DISPONE										
S E C T O R	Mz N°	Lados	# de casas	RESIDENCIAL	COMERCIO	MIXTA	MERCADO	EDUCACION	GESTION PUBLICA	PARQUES	SALUD	IGLESIAS	BALDIO	1	2	3	4	FACHADAS (calificar del 1-5)	CALZADA (MARQUE CON UNA X)			1.- AGUA POTABLE 2.- LUZ ELECTRICA 3.- ALCANTARILLADO 4.- ALUMBRADO PUBLICO 5.- SEGURIDAD PRIVADA					
																			PISOS	PISOS	PISOS						PISOS
		1																				1	2	3	4	5	
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5
		1																					1	2	3	4	5
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5
		1																					1	2	3	4	5
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5
		1																					1	2	3	4	5
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5
		1																					1	2	3	4	5
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5
		1																					1	2	3	4	5
		2																					1	2	3	4	5
		3																					1	2	3	4	5
		4																					1	2	3	4	5

Fuente: (Arellano et al., 2012)

Anexo 2. Encuesta socioeconómica aplicada a los habitantes.

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 <input type="text"/>	2.- No DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR <input type="text"/>	3.- EN QUE TRABAJA USTED				4.- No DE PERSONAS APORTAN ECONOMICAMENTE EN EL HOGAR <input type="text"/>	5.- A CUANTAS PERSONAS MANTIENE <input type="text"/>	6.-																							
		1) JUBILADO <input type="checkbox"/>	2) COMERCIANTE <input type="checkbox"/>	3) TRANSPORTISTA <input type="checkbox"/>	4) AGRICULTOR <input type="checkbox"/>			5) GANADERO <input type="checkbox"/>	6) ENSEÑANZA <input type="checkbox"/>	7) GERENTE O DIRECTOR <input type="checkbox"/>	8) TRABAJADOR DE LOS SERVICIOS <input type="checkbox"/>	9) PROFESIONAL /TECNICO <input type="checkbox"/>	10) MANUFACTURA <input type="checkbox"/>	11) EMPLEADO DE OFICINA <input type="checkbox"/>	12) TRABAJADOR NO CALIFICADO <input type="checkbox"/>	13) OPERADOR DE MAQUINARIA <input type="checkbox"/>	14) ESTUDIANTE <input type="checkbox"/>	15) OTRO <input type="checkbox"/>	6.1) CUANTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR <input type="text"/>	FRECUENTEMENTE <input type="checkbox"/>	OCCASIONALMENTE <input type="checkbox"/>	RARA VEZ <input type="checkbox"/>									
13.- TIENEN VEHICULO 1) SI <input type="checkbox"/> 2) NO <input type="checkbox"/>	12.- LA VIVIENDA ES 1) PROPIA <input type="checkbox"/>	11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO				10.- No DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA <input type="text"/>	9.- No DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA <input type="text"/>	8.- CUALES		7.- TIENE ANIMALES																					
USO PERSONAL <input type="checkbox"/>	2) ARRENDADA <input type="checkbox"/>	COMERCIAL <input type="checkbox"/>	VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS <input type="checkbox"/>	TIENDA DE ABASTOS <input type="checkbox"/>	SUPERMERCADO <input type="checkbox"/>	ROPA <input type="checkbox"/>	LAVADORA <input type="checkbox"/>	PELLUQUERIA <input type="checkbox"/>	MECANICA <input type="checkbox"/>	OFICINA <input type="checkbox"/>	FARMACIA <input type="checkbox"/>	UCORERIA <input type="checkbox"/>	HOSPDAJE <input type="checkbox"/>	PAPELERIA <input type="checkbox"/>	EDUCATIVA <input type="checkbox"/>	RESIDENCIAL <input type="checkbox"/>	CASA <input type="checkbox"/>	DEPARTAMENTO <input type="checkbox"/>	CUARTO <input type="checkbox"/>	PERRO <input type="checkbox"/>	GATO <input type="checkbox"/>	CHANCHO <input type="checkbox"/>	BURRO <input type="checkbox"/>	CONEJO <input type="checkbox"/>	CUY <input type="checkbox"/>	OVEJA <input type="checkbox"/>	AVES <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="text"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	CUANTOS <input type="text"/>
DE TRABAJO <input type="checkbox"/>	3) PRESTADA <input type="checkbox"/>	14.- SERVICIOS QUE DISPONE				15.- CUALES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MAS IMPORTANTES (ENUMERE EN ORDEN DE IMPORTANCIA)				15.- TIENE JARDIN																					
	4) HEREDADA <input type="checkbox"/>	1) AGUA POTABLE <input type="checkbox"/>	2) LUZ ELECTRICA <input type="checkbox"/>	3) TELF CONVENCIONAL <input type="checkbox"/>	4) ALCANTARILLADO <input type="checkbox"/>	5) ALLUMBRADO PUBLICO <input type="checkbox"/>	6) RECOLECCION DE BASURA <input type="checkbox"/>	7) TELF CELULAR <input type="checkbox"/>	8) INTERNET <input type="checkbox"/>	9) TV PAGADA <input type="checkbox"/>	10) EMPLEADA DOMESTICA <input type="checkbox"/>	11) SEGURIDAD PRIVADA <input type="checkbox"/>	12) OTRO <input type="text"/>	ALIMENTACION <input type="checkbox"/>	EDUCACION <input type="checkbox"/>	SEGUROS <input type="checkbox"/>	SALUD <input type="checkbox"/>	VESTUARIO <input type="checkbox"/>	VIAJES <input type="checkbox"/>	VIVIENDA <input type="checkbox"/>	CREDITOS <input type="checkbox"/>	OTROS <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	NO <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"/>	SI <input type="checkbox"/>	CONSTANTEMENTE <input type="checkbox"/>		1) CHATARRA <input type="checkbox"/>				SI <input type="checkbox"/>																							
NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/>		2) ROPA <input type="checkbox"/>				NO <input type="checkbox"/>																							
A VECES <input type="checkbox"/>	A VECES <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="text"/>		3) BOTTILLAS <input type="checkbox"/>																											
				4) PAPEL Y CARTON <input type="checkbox"/>																											
				5) PERIODICO <input type="checkbox"/>																											
				6) MUEBLES <input type="checkbox"/>																											
				7) RESIDUOS PARA CHANCHOS <input type="checkbox"/>																											
				8) OTRO <input type="text"/>																											
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		CALLE																									
	- MEDIAGUA <input type="checkbox"/>	A	TIPO	CATEGORIA	TIPO	CATEGORIA																									
- RANCHO <input type="checkbox"/>	B	BALDOSA <input type="checkbox"/>	A	ASFALTADA <input type="checkbox"/>	A																										
- COVACHA <input type="checkbox"/>	C	ENCEMENTADA <input type="checkbox"/>	B	ADOQUINADA <input type="checkbox"/>	B																										
- CHOZA <input type="checkbox"/>		TIERRA <input type="checkbox"/>	C	LASTRADA <input type="checkbox"/>	C																										
		NO EXISTE <input type="checkbox"/>		TIERRA <input type="checkbox"/>																											
		*Se refiere al estado de elementos como: pintura exterior, ventanas, puertas, cubierta, cerramien				TIERRA <input type="checkbox"/>																									
						EMPEDRADA <input type="checkbox"/>																									
NOMBRE DEL ENCUESTADOR					FIRMA																										

Fuente: (Arellano et al., 2012)

**Anexo 3.** Resultados de las encuestas socioeconómicas aplicadas.

ITEM	CODIGO	MANZANA	TOTAL HABITANTES	PERSONA ENCUESTADA	PUNTAJE	CATEGORIA
01	B-01	21	3	VASQUEZ CLAUDIA	69	B
02	B-02	6	4	ORDOÑEZ JENNIFER	63	B
03	B-03	100	3	GIRÓN JOSE	65	B
04	B-04	88	4	CALDERON FLOR	50	B
05	B-05	25	3	VILLAFUERTE SANTA	52	B
06	B-06	144	4	CRIOLLO NEYDA	54	B
07	B-07	62	4	CURAY DORA	74	B
08	B-08	110	3	GUERRERO JENNIFER	64	B
09	B-09	86	4	SANCHEZ MARIANA	69	B
10	B-10	96	4	CUSME AXULIADORA	59	B
11	B-11	71	2	REVELO TOMMY	50	B
12	B-12	131	5	SUCUZHAGÑAY MARIA	74	B
13	B-13	9	7	PILLA MARGARITA	66	B
14	B-14	38	2	WILMAN PATIÑO	54	B
15	C-01	44	7	OYASA DARIO	49	C
16	C-02	46	2	LUNA DAVID	44	C
17	C-03	124	3	RIOS ALEXANDRA	31	C
18	C-04	81	4	CEDILLO NURIA	48	C
19	C-05	143	4	DELGADO INGRID	48	C
20	C-06	23	2	MURILLO ANDREA	44	C
21	C-07	95	11	BALON ALBA	41	C
22	C-08	40	2	BIMBOSA MARIA	44	C
23	C-09	128	2	IDROVO SAUL	34	C
24	C-10	66	2	NAVAS DIANA	49	C
25	C-11	10	2	ROCIO OLINDA	25	C
26	C-12	141	2	GUTIERREZ ADRIANA	41	C
27	C-13	18	3	VILLACIS ZANDRA	31	C
28	C-14	89	2	CAISAGUANO MARIELA	35	C
29	C-15	115	4	GUAMAN MARIA	49	C
30	C-16	8	3	SANTANA EMELY	29	C
31	C-17	42	7	CAICEDO MATTY	49	C
32	C-18	29	3	TAPIA MARY	48	C
33	C-19	134	5	MASQUIZA NARCISA	45	C
34	C-20	136	4	BIANA GLORIA	31	C
35	C-21	5	4	AUREA MARIA	33	C
36	C-22	64	2	MINDIOLAZA LILIANA	34	C
37	C-23	147	6	FLORES PAULO	26	C
38	C-24	48	3	ZAMBRANO MARLLITA	35	C

39	C-25	126	3	MONICA INGA	34	C
40	C-26	234	4	ANDRADE CARLOS	33	C
41	C-27	170	3	GARCIA ANDRES	48	C
42	C-28	113	2	CAHUANA SEGUNDO	29	C
43	C-29	160	4	SALAS ADITA	34	C
44	C-30	107	5	BELTRAN JOSUE	29	C
45	C-31	179	2	HERNANDEZ CLARIBEL	26	C
46	C-32	190	3	PAREDES GALO	39	C
47	C-33	208	6	CABRERA GONZALO	29	C
48	C-34	197	3	ASCENCIO VALERIA	34	C
49	C-35	214	4	MARIA CAJAMARCA	44	C
50	C-36	216	3	JEREZ JULIO	44	C
51	C-37	50	4	NARANJO KARINA	49	C
52	D-01	198	3	GUILLEN RUDY	23	D
53	D-02	242	5	CARREÑO CRISTINA	23	D
54	D-03	32	4	GARCIA JENNIFER	21	D
55	D-04	69	4	TITUAÑA LOURDES	24	D
56	D-05	111	5	AMAY ROSA	17	D
57	D-06	181	3	ZUMBA KERLY	21	D
58	D-07	139	5	ARREAGA JOSSELYN	23	D
59	D-08	221	3	CRIOLLO CARMEN	24	D
60	D-09	123	2	VASQUEZ ANGEL	23	D
61	D-10	133	4	LOPEZ GISELLE	19	D
62	D-11	61	5	PALACIOS LAURA	24	D
63	D-12	73	4	ROSARIO EDILMA	22	D
64	D-13	231	4	CESAR VINUEZA	24	D
65	D-14	172	3	CASQUETE WALTER	22	D
66	D-15	223	4	BOADA MANUEL	23	D
67	D-16	206	6	MARTINEZ ITALO	14	D
68	D-17	192	4	PEDRO HIDALGO	24	D
69	D-18	195	2	PAZMIÑO HOLGUER	24	D
70	D-19	185	5	CAISABANDA RUBELIO	24	D
71	D-20	184	5	PACHAY MARIO	20	D
72	D-21	238	3	CAYAMBE SEGUNDO	24	D
73	D-22	200	5	RUIZ GILBERTO	24	D
74	D-23	228	3	CARRILLO CONCHITA	24	D

**Fuente:** (Altamirano, 2024)

**Anexo 4.** Horario de recolección de residuos sólidos en Puerto Ayora.

**NUEVOS HORARIOS**  
**PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DENTRO DEL CANTÓN SANTA CRUZ**

ZONA COMERCIAL Y ZONA PARTE ALTA		ZONA RESIDENCIAL (incluido El Mirador) Y ZONA CASCADA	
ORGÁNICO		ORGÁNICO	
Lunes	07h00 a 09h00	Lunes	07h00 a 10h00
Miércoles	07h00 a 09h00	Miércoles	07h00 a 10h00
Viernes	07h00 a 09h00	Viernes	07h00 a 10h00

ZONA COMERCIAL, ZONA RESIDENCIAL (incluido El Mirador) Y ZONA PARTE ALTA		RESIDENCIAL (ZONA CASCADA)	
RECICLABLE		RECICLABLE	
Lunes	07h00 a 12h00 y 13h00 a 16h00	Lunes	07h00 a 08h30
Miércoles	07h00 a 12h00 y 13h00 a 16h00	Miércoles	07h00 a 08h30
Viernes	07h00 a 12h00 y 13h00 a 16h00	Viernes	07h00 a 08h30

ZONA COMERCIAL, ZONA RESIDENCIAL (incluido El Mirador) Y ZONA CASCADA	
NO RECICLABLE	
Lunes	13h00 a 17h00
Miércoles	13h00 a 17h00
Viernes	13h00 a 17h00

ZONA PARTE ALTA	
NO RECICLABLE	
Lunes	10h00 a 13h00
Miércoles	10h00 a 13h00
Viernes	10h00 a 13h00





Fuente: (GADMSC, 2022)

**Anexo 5.** Incendio de residuos sólidos en el relleno sanitario del Km 27.



Fuente: (GADMSC, 2024)

**Anexo 6.** Registro fotográfico del trabajo realizado en campo.



**Evidencia 1.** Caracterización urbanística.



**Evidencia 2.** Identificación de vivienda.



**Evidencia 3.** Recolección de los residuos (enceramiento) previo al trabajo.



**Evidencia 4.** Supresión del enceramiento con el fin de que no afecte a la muestra diaria.



**Evidencia 5.** Recolección de las muestras diarias para la caracterización de residuos sólidos.



**Evidencia 6.** Pesaje de las muestras para la PPC.



**Evidencia 7.** Homogenización de las muestras de cada estrato.



**Evidencia 8.** Cuarteo de los residuos sólidos de las muestras de cada estrato.



**Evidencia 9.** Separación de componentes (papel higiénico).



**Evidencia 10.** Cálculo de la densidad suelta.



**Evidencia 11.** Limpieza de los residuos sólidos del estrato B para seguir con la caracterización de los residuos sólidos de los demás estratos.



**Evidencia 12.** Recolección de los residuos sólidos y disposición final de los desechos una vez acabado el día de trabajo en el taller.