



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ELÍAS SOPLÍN VARGAS

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, SEGUNDA JERUSALÉN, DISTRITO DE ELÍAS SOPLÍN VARGAS 2019 - 2023



UNIDAD DE ECOLOGÍA, MEDIO
AMBIENTE Y AGROPECUARIO



INDICE

INTRODUCCIÓN	5
I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
1.1. Objetivo general	6
1.2. Objetivos específicos	6
II. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	6
2.1. Determinación de número de muestras domiciliarias	6
2.1.1. Zonificación del distrito	6
2.1.2. Determinación y proyección de la población actual	6
2.1.3. Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial	8
2.2. Determinación de número de muestras no domiciliarias y especiales	9
2.2.1. Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos	9
2.2.2. Determinación del número de muestras de generadores de residuos no domiciliarios	10
2.2.3. Determinación del número de muestras de generadores de residuos especiales	13
2.2.4. Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial	13
2.3. Procedimiento para la realización del estudio	14
2.3.1. Coordinaciones generales	14
2.3.2. Conformación del equipo técnico y de campo, y capacitación	14
2.3.3. Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio	16
2.3.4. Sensibilización y empadronamiento	17
2.3.5. Plan de seguridad e higiene	20
2.4. Ejecución del estudio	21
2.4.1. Recolección de muestras domiciliarias	21
2.4.2. Recolección de muestras de generadores no domiciliarios	25
III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO	26
3.1. Resultados de la caracterización domiciliaria	26
3.1.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios	26
3.1.2. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios	26
3.1.3. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios	26
3.1.4. Humedad de los residuos sólidos domiciliarios	29
3.2. Resultados de la caracterización no domiciliaria	30



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

3.2.1. <i>Generación total</i>	30
3.3. <i>Resultados generales de la caracterización</i>	32
3.3.1. <i>Generación total y generación per cápita total municipal</i>	32
3.3.2. <i>Composición general de los residuos sólidos municipales</i>	33
IV. CONCLUSIONES	35
V. RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS:	38





INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos utilizados para la estimación de la tasa de crecimiento poblacional.....	7
Tabla 2: Proyección de la población.....	8
Tabla 3: Tamaños de muestras para diversas cantidades de viviendas.....	8
Tabla 4: Clasificación de generadores no domiciliarios del distrito	10
Tabla 5: Cantidad por fuentes de generación.....	10
Tabla 6: Tamaños de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios.....	11
Tabla 7: Representatividad por fuentes de generación no domiciliarias.....	11
Tabla 8: Total de muestras por fuente de generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	11
Tabla 9: Subdivisión de muestras en clases de generación de RR.SS en comercios.....	12
Tabla 10: Total de muestras por clases de establecimientos comerciales	12
Tabla 11: Total de muestras en instituciones educativas	13
Tabla 12: Equipo técnico y responsabilidades en el ECRS	15
Tabla 13: Personal de campo, responsabilidades y tareas.....	15
Tabla 14: Codificación por fuentes de generación	19
Tabla 15: Codificación por clases	20
Tabla 16: Nomas de Seguridad.....	20
Tabla 17: Generación per cápita y diaria de los residuos sólidos en la ciudad de Segunda Jerusalén.....	26
Tabla 18: Densidad de los residuos sólidos domiciliarios	26
Tabla 19: Composición de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Segunda Jerusalén.....	27
Tabla 20: Humedad en base al total de residuos solidos.....	29
Tabla 21: Generación de RR.SS en Establecimientos comerciales.....	30
Tabla 22: Generación de residuos sólidos en restaurantes	31
Tabla 23: Generación de residuos sólidos en IPP	31
Tabla 24: Generación de residuos sólidos en Instituciones Educativas	31
Tabla 25: Generación de residuos sólidos en mercados.....	32
Tabla 26: Generación total de residuos sólidos no domiciliarios.....	32
Tabla 27: Generación total de residuos sólidos municipales.....	33
Tabla 28: Generación per cápita total municipal.....	33
Tabla 29: Generación total de residuos sólidos municipales y porcentaje de aportación por fuente.....	33



INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Zonificación y distribución de las muestras</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2: Distribución espacial de muestras no domiciliarias</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3: Organización del equipo de campo</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4: Procedimiento para la participación de los predios en el estudio</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5: Modelo fotocheck de identificación.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6: Sticker para identificación de predios participantes.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7: Secuencia lógica de la determinación de generación de residuos sólidos domiciliarios.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8: Procedimiento de muestreo para análisis de humedad.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9: Composición física de los residuos sólidos de la ciudad de Segunda Jerusalén.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10: Generación diaria de residuos sólidos municipales en la ciudad de Segunda Jerusalén por fuentes de generación (ton/día)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11: Porcentajes de generación de residuos sólidos según fuente.....</i>	<i>34</i>



INTRODUCCIÓN

Un estudio de caracterización de residuos sólidos (en adelante ECRS) es un instrumento que proporciona información básica de los residuos sólidos, con el objetivo de diseñar técnicamente los sistemas de almacenamiento, barrido, recolección, transporte y disposición final de los mismos.

Por ello, la Municipalidad Distrital de Elías Soplín Vargas a través de la Unidad de Ecología, Medio Ambiente y Agropecuario, ha realizado el estudio de caracterización de la ciudad de Segunda Jerusalén, cabe mencionar que dicho estudio fue ejecutado de marzo a abril de 2019, actualizando los estudios anteriores.

El ECRS de la ciudad de Segunda Jerusalén ha permitido conocer la cantidad de residuos sólidos que se generan en función a las principales actividades económicas predominantes, y las actuales condiciones locales de la ciudad (17615 habitantes urbanos). Asimismo, analiza las principales características (cuantitativas y cualitativas) de los residuos, tales como densidad, composición física, contenido de humedad.

Inherentemente, los resultados del estudio también serán de utilidad para la Municipalidad Distrital de Elías Soplín Vargas, en la planificación y dimensionamiento de los servicios de aseo o limpieza pública a corto, mediano y largo plazo, así como en la selección de equipos, tecnología e infraestructura adecuada.

La metodología abordada para la realización del estudio se ha basado en el método simplificado propuesto por el Dr. Kunitoshi Sakurai, publicado, publicado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS), y en la "Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales – MINAM 2018"

Algunas de las conclusiones principales de este estudio son:

- La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios es de 0.44 Kg/hab/día y la total de residuos sólidos municipales es de 0.53 Kg/hab/día, y la generación absoluta para el presente año se estima en 3387.2 t/año, de esto 2828.8 t/año corresponde a residuos sólidos domiciliarios.
- En cuanto a la composición de los residuos sólidos domiciliarios está dada por residuos compostificables (orgánicos) con 84.41%, residuos reciclables 6.01% y residuos no aprovechables 9.57%, evidenciando un alto potencial de valorización.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1. Objetivo general

El objetivo del estudio de caracterización de residuos sólidos es proporcionar información relevante sobre las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Segunda Jerusalén.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.
- Determinar la densidad de los residuos sólidos domiciliarios.
- Determinar la composición física de los residuos sólidos domiciliarios.
- Determinar la generación de residuos sólidos no domiciliarios.
- Determinar el porcentaje de humedad de residuos sólidos domiciliarios

II. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

2.1. Determinación de número de muestras domiciliarias

2.1.1. Zonificación del distrito

El presente estudio se desarrolló en la zona urbana del distrito de Elías Soplín Vargas es decir en la ciudad de Segunda Jerusalén ya que es donde se viene prestando el servicio de limpieza pública por parte de la municipalidad.

La ciudad de Segunda Jerusalén presenta una población con características homogéneas por lo cual se considera como una población de un solo estrato. (Sin zonificación).

2.1.2. Determinación y proyección de la población actual

La determinación de la cantidad de muestras de residuos sólidos domiciliarios se basó en la proyección de la cantidad de viviendas en la zona urbana del distrito de Elías Soplín Vargas (ciudad de Segunda Jerusalén) al 2019, a partir de ésta se calculó la muestra requerida.

El procedimiento para el cálculo de la población proyectada se detalla a continuación:

- **Cálculo de la tasa crecimiento:**

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se tomó en cuenta los siguientes datos proporcionados por el INEI.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 1: Datos utilizados para la estimación de la tasa de crecimiento poblacional

POBLACIÓN CENSADA POR ÁREA URBANA Y RURAL DEL DISTRITO DE ESV					
2007			2017		
Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
9767	6412	3355	17661	14884	2777

Fuente: INEI - 2017

Para el presente estudio solo se tomará en cuenta la población urbana del distrito para lo cual se determinará la tasa de crecimiento empleando la siguiente fórmula:

$$r = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{Pf}{Pi}} - 1 \right)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento

n: Número de años entre población inicial y población final (10 años)

Pf: Población final (14884)

Pi: Población inicial (6412)

$$r = 100 * \left(\sqrt[10]{\frac{14884}{6412}} - 1 \right)$$

En este caso la tasa de crecimiento inter censal resultante es de **8.79%**.

- **Estimación de la población**

Para el cálculo de la población actual se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$Pf = Pi * (1 + r)^n$$

Donde:

Pi: Población inicial; población real obtenida del último censo nacional

r: Tasa de crecimiento anual inter censal

n: Número de años que se desea proyectar a la población, a partir de la población inicial

Pf: Población final proyectada después de “n” años



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Proyección de la población del ámbito urbano del distrito de Elías Soplín Vargas al año 2023, que es el año de vigencia del presente estudio.

Tabla 2: Proyección de la población

AÑO	POBLACIÓN
2017	14884
2018	16192
2019	17615
2020	19163
2021	20847
2022	22680
2023	24673

Elaboración: Equipo técnico

- **Número de viviendas**

Para estimar el número de viviendas se asumió un valor promedio de 4 habitantes por vivienda, de esta manera dividiendo la población proyectada al año 2019 se obtiene un valor de **4404** viviendas en la zona urbana del distrito de Elías Soplín Vargas.

2.1.3. Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial

Para la determinación del tamaño de la muestra se tuvo en cuenta lo propuesto en la “Guía para Caracterización de Residuos Sólidos Municipales – MINAM 2018”

Tabla 3: Tamaños de muestras para diversas cantidades de viviendas

Rango de viviendas	Tamaño de Muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Fuente: Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales MINAM - 2018

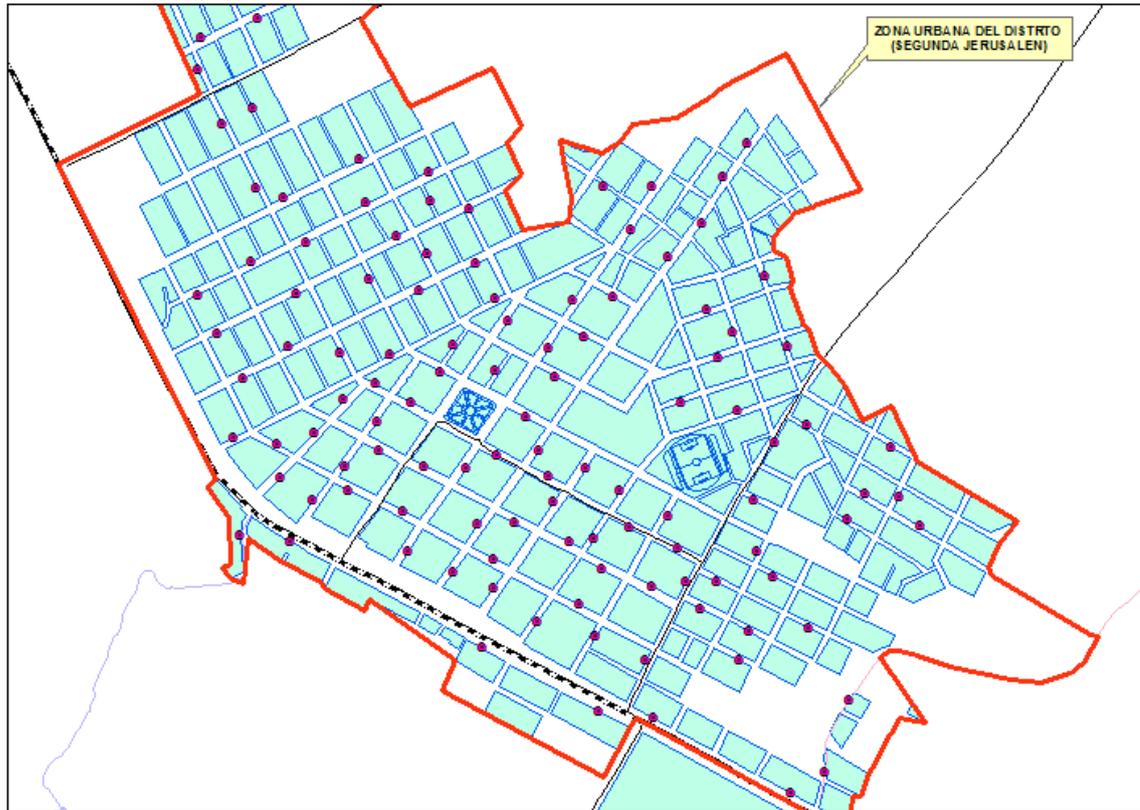
Como el número de viviendas estimado es de 4404 se ubica dentro del rango de 1000 a 5000 viviendas, tendiendo un total de muestras domiciliarias de **113**.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Debido a que no se cuenta con estratos bien definidos el número de muestras obtenido se distribuyó de manera aleatoria en una sola zona que es el ámbito de la zona urbana del distrito (Segunda Jerusalén).

Figura 1: Zonificación y distribución de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los puntos representa una unidad muestral (vivienda) que formó parte del estudio

2.2. Determinación de número de muestras no domiciliarias y especiales

2.2.1. Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice de usos

A continuación, se presentan las principales actividades económicas las cuales se agruparon según su naturaleza y las recomendaciones de la guía.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 4: Clasificación de generadores no domiciliarios del distrito

Fuentes de generación	Clasificación
Establecimientos comerciales	Bodegas, Librerías, Bazares, Cabinas de internet, Farmacias y boticas, Peluquerías, Otros
Instituciones públicas y privadas	Iglesia, Municipalidad, Atractivo Turístico
Instituciones educativas	Colegios, Institutos
Hoteles	No se registran
Mercados	Mercados minoristas
Restaurantes	Restaurantes
Barrido y limpieza de espacios públicos	No se brinda el servicio de barrido de calles

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se presenta el número de generadores según su clasificación.

Tabla 5: Cantidad por fuentes de generación

Tipo de generador	Fuentes de generación	Cantidad
No domiciliario	Establecimientos comerciales	49
	Restaurantes	9
	Instituciones públicas y Privadas	3
	Instituciones Educativas	10
	Mercados	3
TOTAL		

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se concluye que la cantidad de generadores no domiciliarios es de 61. Los mercados e instituciones educativas presentan dinámicas particulares por lo cual se trataron de manera diferenciada.

2.2.2. Determinación del número de muestras de generadores de residuos no domiciliarios

- **Establecimientos comerciales, restaurantes e instituciones públicas:**

Para la estimación del número de muestras de estas fuentes no domiciliarias se tomará en cuenta lo establecido en la siguiente tabla:



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 6: Tamaños de muestra para diversas cantidades de generadores no domiciliarios

Rango de total de fuentes de generación no domiciliarios en el distrito	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia	Total de muestras no domiciliarias
Menor a 50 generadores	n < 50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000	88	22	110

Fuente: Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales MINAM – 2018

De la tabla se concluye que el número de muestras no domiciliarias es de **60**.

- **Distribución de la muestra de establecimientos comerciales, restaurantes e instituciones públicas:**
El procedimiento para el cálculo del número de muestras se presenta a continuación:

1. Se procedió a estimar la representatividad de las fuentes de generación no domiciliarias

Tabla 7: Representatividad por fuentes de generación no domiciliarias

Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliario	Cantidad total de fuentes de generación no domiciliario en el distrito	Representatividad
Establecimientos comerciales	49	$(49 / 61) * 100 = 80.3\%$
Restaurantes	9	$(9 / 61) * 100 = 14.8\%$
Instituciones públicas y privadas	3	$(3 / 61) * 100 = 4.9\%$
TOTAL	61	100%

Fuente: Elaboración propia

2. Una vez obtenido el valor de representatividad por cada fuente de generación se procedió a determinar el número de muestras.

Tabla 8: Total de muestras por fuente de generación de residuos sólidos no domiciliarios

Fuentes de generación de residuos sólidos	Representatividad	Cálculo	Total de muestras por fuente de generación
Establecimientos comerciales	80.3%	$80.3\% * 60 = 48$	48
Restaurantes	14.8%	$14.8\% * 60 = 9$	9
Instituciones públicas y privadas	4.9%	$5.8\% * 60 = 3$	3
	100%		60

Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

De la tabla se concluye que el número de muestras para establecimientos comerciales es de **48**, para restaurantes es de **9** y para instituciones públicas y privadas es **3**.

3. En el caso de establecimientos comerciales se realizó la subdivisión de muestras en función a las clases presentes agrupándolas de manera homogénea como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9: Subdivisión de muestras en clases de generación de RR.SS en comercios

Clases de fuentes de generación de residuos sólidos "Establecimiento comercial"	N° de comercios	Clase
Bodegas	22	1
Librerías	5	2
Peluquerías	4	3
Bazar	3	2
Boticas y farmacias	12	3
Otros	3	2
Total	49	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó la distribución de las 48 muestras de acuerdo a la representatividad de cada clase.

Tabla 10: Total de muestras por clases de establecimientos comerciales

Clases	N° de comercios	Representatividad	Total de muestras por clase
1	22	$(22/49)*100 = 45\%$	$48*45\% = 21$
2	11	$(11/49)*100 = 22\%$	$48*22\% = 11$
3	16	$(16/49)*100 = 33\%$	$48*33\% = 16$
Total	49	100%	48

Fuente: Elaboración propia

- **Tamaño y distribución de muestras en mercados:**

En la ciudad de Segunda Jerusalén existen tres mercados relativamente pequeños por lo cual los 3 mercados serán analizados en el presente estudio.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

- **Tamaño y distribución de muestra de instituciones educativas:**
Para la determinación del número de muestras en instituciones educativas se realizó una sub clasificación de acuerdo al número de alumnos y nivel de la institución tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11: Total de muestras en instituciones educativas

Subclases de I. E	Cantidad	Determinación del número de muestras	Total, a muestrear (n)
Instituciones Educativas Superiores con más de 200 alumnos	1	1	1
Colegios con más de 200 alumnos	4	$4 * 20\% = 0.8 = 1$	3
Colegios con menos de 200 alumnos	5	$5 * 20\% = 1$	1
TOTAL	10		5

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se consideró 3 muestras para colegios con más de 200 alumnos ya que se considera una fuente de importancia.

2.2.3. Determinación del número de muestras de generadores de residuos especiales.

El número de generadores de residuos especiales en la ciudad de Segunda Jerusalén es escaso, por lo cual no se consideró en el presente estudio.

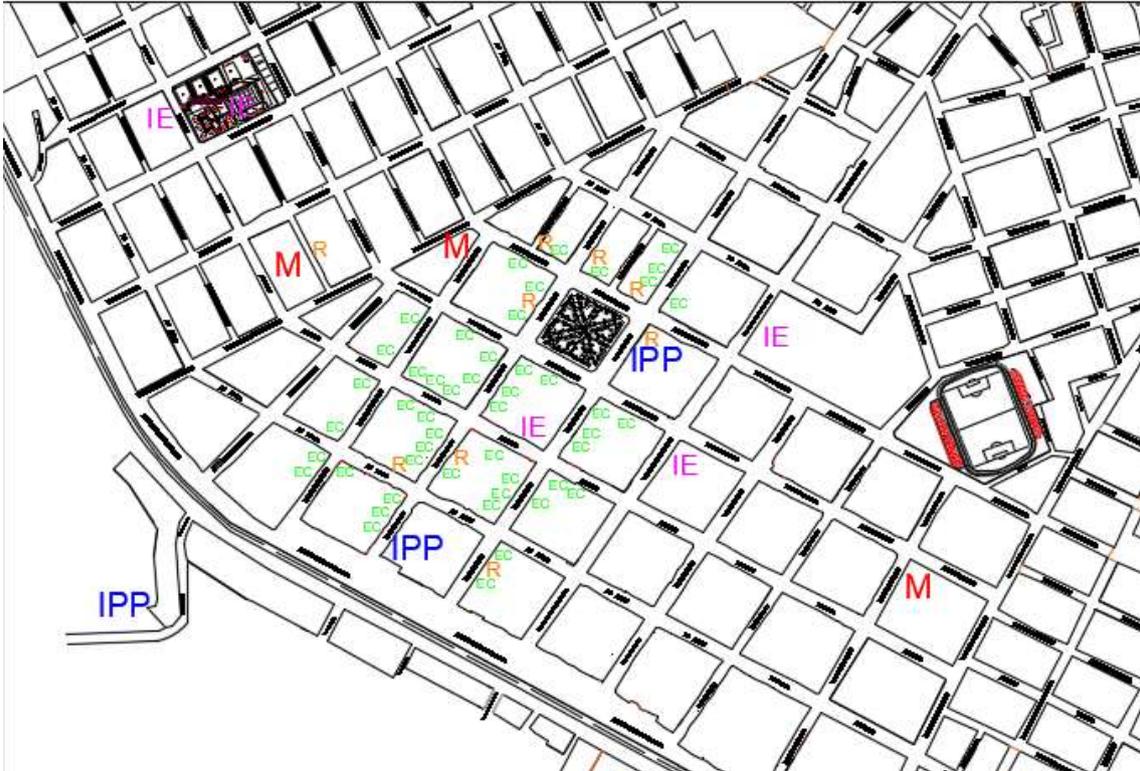
2.2.4. Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial

Las muestras no domiciliarias se distribuyeron en la zona centro de la ciudad ya que es donde se da el mayor movimiento comercial como se muestra en la figura 2.

Cada muestra está representada con su código correspondiente como son Establecimientos comerciales (EC), Restaurantes (R), Instituciones Públicas y Privadas (IPP), Instituciones Educativas (IE) y mercados.



Figura 2: Distribución espacial de muestras no domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

2.3. Procedimiento para la realización del estudio

2.3.1. Coordinaciones generales

Esta etapa consistió en las primeras acciones para la realización del presente estudio donde se coordinó con las áreas involucradas y la gerencia municipal donde se asumieron compromisos y roles para asegurar el correcto desarrollo del estudio.

2.3.2. Conformación del equipo técnico y de campo, y capacitación

✚ Equipo técnico o de planificación

El equipo técnico responsable del estudio fue designado mediante Resolución emitida por la gerencia municipal dando a conocer a las unidades involucradas las responsabilidades que le corresponden como se muestra a continuación:



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 12: Equipo técnico y responsabilidades en el ECRS

Unidad	Responsabilidad
Ecología, Medio Ambiente y Agropecuario	Conducir y gestionar el proceso para la elaboración del presente estudio y supervisar el desarrollo del trabajo de campo
Rentas y Oficina técnica	Facilitar la información para el desarrollo del estudio como, actividades económicas, mapas, etc.
Presupuesto	Programar y asegurar el presupuesto para el desarrollo del estudio
Abastecimiento y almacén	Asegurar los procesos para la adquisición de insumos y bienes para el desarrollo del estudio, así como la entrega oportuna de los mismos

Fuente: Elaboración propia

Equipo de campo

Para la confirmación del equipo de campo se designó a un responsable, que para el presente estudio fue el asistente de la Unidad de Ecología, Medio Ambiente y agropecuario el cual cuenta con estudios en ingeniería ambiental, así como experiencia en la realización de estudio de caracterización.

A su vez el responsable realizó la conformación del equipo de campo que estuvo integrado por practicantes pre profesionales en la carrera de ingeniería ambiental, operarios de campo y conductor de la moto furgón.

Figura 3: Organización del equipo de campo



Tabla 13: Personal de campo, responsabilidades y tareas

Personal	Responsabilidad	Tareas
Responsable	Liderar el proceso de desarrollo y culminación del estudio	➤ Coordinar directamente con el equipo técnico respecto al abastecimiento de bienes, insumos e información.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

	Supervisar y monitorear la integridad del trabajo de campo	<ul style="list-style-type: none">➤ Elaborar el plan de trabajo para el desarrollo del estudio.➤ Aplicar la metodología y procedimientos para el trabajo de campo del estudio.➤ Capacitar y asignar tareas al equipo de campo➤ Asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad, salud e higiene en el trabajo➤ Gestionar la recolección y transporte de los residuos➤ Gestionar el análisis de humedad.➤ Analizar la información y generar resultados➤ Elaborar el informe del estudio
Practicantes pre profesionales	Sensibilización y empadronamiento de participantes del estudio.	<ul style="list-style-type: none">➤ Capacitar y empadronar a los participantes del estudio➤ Acompañar a los operarios de campo➤ Entregar bolsas a los participantes➤ Apoyar en la caracterización y pesaje de las muestras
Operarios de campo	Realizar la recolección y caracterización de las muestras	<ul style="list-style-type: none">➤ Recolectar, pesar y clasificar las muestras de residuos conforme a los lineamientos señalados por el responsable.
Conductor de moto furgón	Asegurar el adecuado transporte de las muestras de residuos por las rutas y horarios de recolección establecidos	<ul style="list-style-type: none">➤ Realizar la revisión y limpieza de la unidad antes, durante y después de la recolección diaria.➤ Reportar oportunamente el abastecimiento de combustible.➤ Apoyo en la caracterización.

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

Los recursos utilizados para el ECRS se pueden dividir en equipos, herramientas, útiles e insumos.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

a). Equipos

Dentro de los equipos se consideran los siguientes:

- 01 balanza electrónica.
- 01 cámara fotográfica digital
- 01 computadora

b). Herramientas

Las herramientas utilizadas fueron las siguientes:

- 01 cilindro de metal de 55 galones de capacidad
- 01 cinta métrica
- 02 escobas

c). Equipos de protección personal

- 06 pares de guantes de cuero
- 50 mascarillas tapa boca
- 03 mandiles de hule
- 06 gorras con visera
- 06 pares de botas de jebe

d). Útiles e insumos

- Plástico doble
- Bolsas de polietileno
- 01 lampa cuchara
- Stickers
- Cinta masking tape
- Tableros y lapiceros
- Formatos de encuestas
- Caja hermética
- Útiles de escritorio

2.3.4. Sensibilización y empadronamiento

El procedimiento que se siguió para la sensibilización y empadronamiento de los participantes del presente estudio domiciliarios y no domiciliarios se muestra a continuación:

Figura 4: Procedimiento para la participación de los predios en el estudio



Fuente: Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales MINAM – 2018

a. Invitación para la participación en el estudio:

Esta actividad consistió en la invitación mediante una carta a los potenciales participantes del estudio, esta actividad fue realizada por los practicantes pre profesionales que cumplieron la función de promotores



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

ambientales, cabe precisar que se realizó la visita correspondiente a los invitados para confirmar su participación.

Para la realización de esta actividad los promotores ambientales contaron con un fotocheck de identificación.

Figura 5: Modelo fotocheck de identificación

MUNICIPALIDAD DISTRITAL ELÍAS SOPLÍN VARGAS	
ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ELÍAS SOPLÍN VARGAS	
	APELLIDOS Y NOMBRES TORO SAAVEDRA SHIRLEY ROSSMERY
	D.N.I 74839901
VIGENCIA	CARGO PROMOTOR AMBIENTAL

Fuente: Elaboración propia

b. Asignación de muestras

Se asignó a cada promotor un número de muestras determinadas, en función al total de muestras a realizar por cada tipo de generador.

c. Registro de los participantes del estudio

El registro de los participantes consistió en el llenado de un padrón con los datos de los generadores domiciliarios y no domiciliarios que confirmaron su participación en el estudio. La entrega de bolsas, así como las indicaciones acerca de los horarios de recolección, absolución de dudas se realizó paralelamente al registro de participantes.

El padrón de participantes del presente estudio se adjunta en el Anexos

d. Codificación de los predios participantes del estudio:

Luego de consignar la información en el padrón correspondiente, se colocó un código mediante un sticker en un lugar visible en el predio del generador.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Figura 6: Sticker para identificación de predios participantes



Fuente: Elaboración propia

La codificación se realizó por tipo de generador domiciliario y no domiciliario.

1. Generador domiciliario:

La codificación de las viviendas se realizó de la siguiente manera:

- Tipo de generador (vivienda "V")
- Número de vivienda muestreada según orden secuencial

De este modo la codificación de una vivienda ésta dada por:

V - 05

Que indica que tipo de muestra es domiciliaria, y que ésta es la vivienda 05 del conjunto que le corresponde

2. Generador no domiciliario

En el caso de los generadores no domiciliarios se tuvo en cuenta la fuente de generación y clase, de la siguiente forma:

Tabla 14: Codificación por fuentes de generación

Tipo de generador	Fuentes de generación de residuos sólidos	Código
No domiciliarios	Establecimientos comerciales	EC
	Restaurantes	R
	Instituciones públicas y privadas	IPP
	Instituciones educativas	IE
	Mercado	M

Fuente: Elaboración propia



Tabla 15: Codificación por clases

Fuentes de generación de residuos sólidos	Clase
Bodegas	1
Librerías, Bazares y otros	2
Farmacias y boticas, peluquerías	3

Fuente: Elaboración propia

El código quedó de la siguiente manera:

EC3 - 04

Que indica que la muestra es de un establecimiento comercial que corresponde a la clase 3 (Farmacias y boticas, peluquerías), y que este es el establecimiento número cuatro.

2.3.5. Plan de seguridad e higiene

El manejo directo de residuos sólidos genera exposición directa a agentes patógenos e infecciosos que se deben prevenir en las actividades de campo.

Para esto, se instruyó al personal de recolección y segregación en los cuidados necesarios durante el manejo de los residuos sólidos, considerándose las siguientes normas de seguridad:

Tabla 16: Normas de Seguridad

Actividades a realizar	Norma de seguridad
Recolección selectiva	Uso de EPP (guantes, mascarilla, chaleco)
Descarga de bolsas	Descargar las bolsas cuidadosamente y sin tirarlas
Pesaje de bolsas	Si las bolsas son muy pesadas, se deben manipular entre dos personas
Segregación	Abrir las bolsas y vaciarlas cuidadosamente en la zona de trabajo (sobre la manta)



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

	plástica), usando los equipos de protección personal.
Determinación de la densidad	Levantar con cuidado el cilindro para evitar golpes
Disposición final	Acopiar y embolsar los residuos sólidos analizados, para su posterior recolección

Fuente: Adaptado de la Guía de caracterización de residuos municipales 2018 - MINAM

Adicional al uso de EPP, se proveyó al personal de jabón desinfectante y alcohol medicinal para el aseo después de las labores de recolección y segregación.

2.4. Ejecución del estudio

2.4.1. Recolección de muestras domiciliarias

Las muestras domiciliarias fueron recolectadas casa por casa (solo viviendas participantes) haciendo uso de una moto furgoneta en horario de 8:00am a 10:00am, para luego ser trasladados al taller de Maestranza de la Municipalidad para su descarga y análisis.

a. Recolección.

El operario debidamente identificado recolectó las muestras de los generadores y entregó una nueva bolsa codificada. Asimismo, el último día de recolección se indicó a los participantes que la fase de campo se ha concluido.

b. Traslado.

Las muestras recolectadas se colocaron inmediatamente en la moto furgoneta para lo cual el vehículo se encontraba detenido. Este procedimiento se realizaba hasta completar la capacidad de la moto furgoneta, evitando tirar bolsas y acomodándolas para que no caigan durante el trayecto. De ser necesario se realizaban más de un viaje.

c. Descarga.

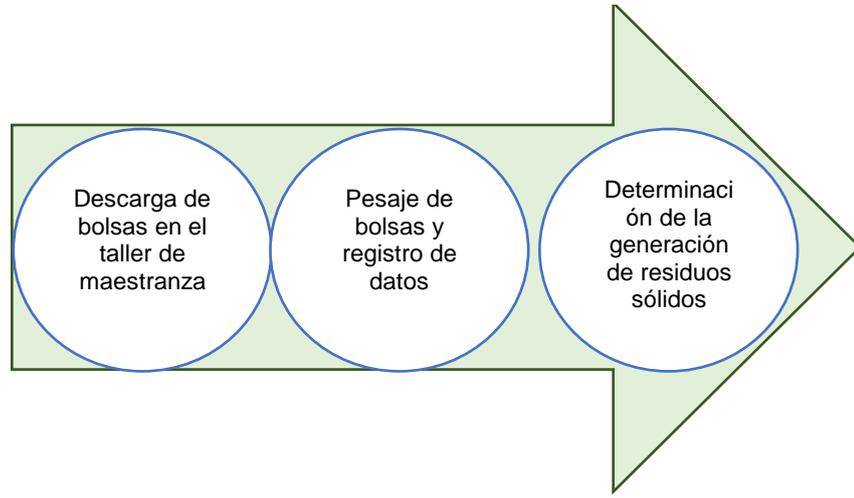
Las muestras se descargaron en el Taller de Maestranza, específicamente en un espacio techado que contaba con falso piso y el espacio necesario para la realización del estudio.

2.4.1.1. Determinación de la generación per cápita

La generación de residuos sólidos domiciliarios se determinó por pesajes directo de las muestras; la secuencia lógica de este procedimiento se presenta a continuación:



Figura 7: Secuencia lógica de la determinación de generación de residuos sólidos domiciliarios



La generación per cápita – GPC de residuos sólidos se determinó de la siguiente manera:

Primero, se descartaron las muestras recolectadas, pesadas y segregadas el primer día por no ser representativas de la generación de residuos sólidos en un día, pudiendo corresponder a la acumulación de residuos sólidos de más de un día.

Se obtuvieron los promedios de generación por habitante de manera diaria en cada una de las viviendas muestreadas.

$$GPC = \frac{Día2 + Día3 + Día4 + Día5 + Día6 + Día7}{Número\ de\ habitantes\ x\ 7\ días}$$

Para obtener la GPC por toda la ciudad, se obtuvo un promedio de las medias por vivienda obtenidas.

$$GPC_{ponderada} = \frac{GPC1 + GPC2 + GPC3 \dots \dots + GPCn}{n}$$

Para la validación de los datos de generación per cápita, se utilizó la metodología propuesta por el CEPIS y también referida por la guía metodológica para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2018 - MINAM, que consiste en aplicar lo siguiente:

1. Se cuenta con un registro de los pesos diarios de la generación de residuos sólidos.
2. Se promedia la generación per cápita de cada vivienda, para obtener la GPC del total de la muestra, según sector.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

3. Se descartan los valores de las viviendas que durante el estudio entregaron menos de 4 muestras.
4. Se calculan los valores de GPC, se halla el promedio, la varianza y la desviación estándar.
5. Se realiza el análisis de las observaciones sospechosas, aplicando la prueba de la normal estándar, para lo cual debemos calcular para cada muestra el valor de Z_c , aplicando la siguiente fórmula:

$$Z_c = \frac{X - X(i)}{S}$$

Donde:

X: Valor de GPC promedio de las muestras de un sector

Xi: Valor de la GPC de una muestra

S: Desviación estándar del total de muestras de un sector.

Las muestras sospechosas serán rechazadas en los casos $Z_c > Z_{0.975} = 1.96$

6. Finalmente, se recalcula los valores de generación per cápita: promedio, varianza y desviación estándar.

2.4.1.2. Determinación de la densidad

Para la determinación se siguió los procedimientos sugeridos en la Guía de caracterización de residuos sólidos municipales 2018 - MINAM que se describe a continuación:

Paso 1. Verificar la cantidad de bolsas y los pesos anotados y seleccionar las bolsas que servirán para el cálculo de la densidad.

Paso 2. Contar con un cilindro de 200 L con lados homogéneos, tomar las medidas de diámetro y altura.

Paso 3. Colocar el contenido de las bolsas en el cilindro, dejando libre 10 cm de altura, de tal forma que facilite la manipulación del cilindro.

Paso 4. Levantar el cilindro de 10 a 15 cm de altura y dejar caer, repetir esta acción tres veces.

Paso 5. Medir la altura libre del cilindro.

Paso 6. Tomar nota de los datos de la altura y los pesos de las bolsas en la hoja de registro.

Paso 7. Repetir el procedimiento todos los días que dure el estudio





2.4.1.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

El muestreo de residuos sólidos para la composición física se llevó a cabo de manera inmediata luego de haberse realizado el pesaje de las bolsas y el análisis de densidad para lo cual se siguió el procedimiento que se detalla a continuación:

Paso 1. Asegurar la disponibilidad y uso de EPP.

Paso 2. Se rompen y vacían las bolsas y se vierten los residuos formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable.

Paso 3. Si se tiene un volumen de residuos muy grande, se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra que sea manejable no menos de 50 kg.

Paso 4. Segregar cada tipo de residuos sólidos de acuerdo a lo señalado ficha de registro de pesos, distribuyéndolos en las bolsas usadas para la recolección de los residuos sólidos.

Paso 5. Pesar cada una de las bolsas que contienen los residuos segregados y registrar los datos en la ficha de registros de pesos

2.4.1.4. Determinación de la Humedad

La humedad de los residuos sólidos está referida a la cantidad total de agua que estos contienen. El cálculo de este parámetro es importante para estimar la potencialidad de los residuos sólidos para la generación de lixiviados, y la consecuente facilitación de la degradación de los mismos (digestión aerobia y anaerobia).

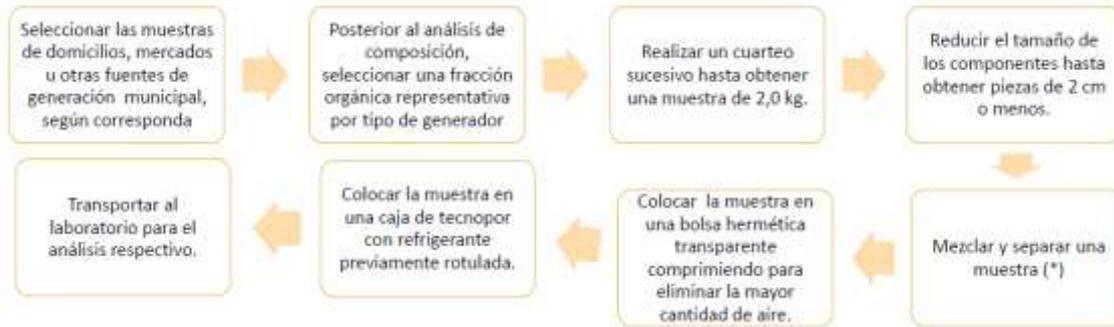
El análisis de dicho parámetro se realizó en el laboratorio del Instituto de educación superior privado “San Lucas” – Segunda Jerusalén. Para lo cual se tuvo en cuenta un protocolo para el manejo de las muestras tal como se muestra en la Figura N° 07.

Para el cálculo de este parámetro se tomaron dos muestras a partir del día cuatro del estudio. Solo se determinó la humedad de los residuos domiciliarios.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Figura 8: Procedimiento de muestreo para análisis de humedad



Fuente: Guía para caracterización de residuos sólidos municipales 2018 – MINAM

2.4.2. Recolección de muestras de generadores no domiciliarios

En el caso de los generadores no domiciliarios solo se determinó la generación de residuos sólidos.

En el presente estudio no se consideró relevante la determinación de parámetros como densidad, composición y humedad para generadores no domiciliarios ya que el área de estudio constituye una ciudad pequeña en vías de desarrollo donde su principal fuente de generación es la domiciliaria y el movimiento comercial aún es relativamente bajo.

El proceso de recolección para muestras de generadores no domiciliarios es el mismo que en el caso de domiciliarios.

Todas las muestras fueron recolectadas y trasladadas hacia el Taller de Maestranza para su pesaje.

2.4.2.1. Determinación de la generación

La estimación de residuos sólidos no domiciliarios es la suma de los promedios obtenidos en cada una de las fuentes de generación definidas anteriormente en el cálculo de las muestras multiplicadas por el total de generadores de cada una de ellas.

El procedimiento consistió en la recolección y traslado de muestras según fuente de generación hacia el taller de Maestranza de la Municipalidad donde se pesaron y registraron para finalmente procesar la información haciendo uso de los formatos Excel proporcionados por la Guía de caracterización de residuos municipales 2018 – MINAM.



III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los resultados que se presentan se han dividido de acuerdo a los generadores domiciliarios y no domiciliario, en cada uno de ellos se presentan los resultados correspondientes a la determinación de cada uno de los parámetros presentados en la metodología para este estudio.

3.1. Resultados de la caracterización domiciliaria

3.1.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios ha sido obtenida de toda la ciudad de Segunda Jerusalén como un solo sector o estrato, a continuación, se muestran los resultados obtenidos para este parámetro.

Tabla 17: Generación per cápita y diaria de los residuos sólidos en la ciudad de Segunda Jerusalén

GPC	Población Proyectada	Generación	Generación
kg/hab./día	2019 (habitantes)	Kg/día	Ton/día
0.44	17615	7750.6	7.75

Elaboración: Equipo técnico

La generación per cápita (GPC kg/hab./día) de la ciudad de Segunda Jerusalén queda determinada en **0.44 kg/hab./día**; obteniéndose una generación total **7.75 Ton/día** en toda la ciudad por residuos domiciliarios.

3.1.2. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Para la determinación de la densidad se tomó una sola muestra por día durante los 7 días de estudio (el día 0 no se tomó muestra).

Tabla 18: Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	302.57	271.27	226.76	251.68	228.60	226.93	283.19	222.49

Fuente: Formato de densidad archivos digitales

El valor obtenido para la densidad de los residuos sólidos fue de 0.22 t/m³, este valor es indicativo para la selección de equipamiento urbano para el almacenamiento de residuos sólidos.

3.1.3. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

La composición de los residuos sólidos domiciliarios da una idea del consumo cotidiano de las familias; el potencial de recuperabilidad y reciclaje de los residuos sólidos y evidencia hábitos de consumo; a continuación, se muestra



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

la tabla de composición de residuos sólidos obtenidas para la ciudad de Segunda Jerusalén.

Tabla 19: Composición de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Segunda Jerusalén

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	%
1. Residuos aprovechables	90.43%
1.1. Residuos Orgánicos	84.41%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	79.87%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	4.55%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	0.00%
1.2. Residuos Inorgánicos	6.01%
1.2.1. Papel	1.02%
Blanco	0.00%
Periódico	0.00%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.00%
1.2.2. Cartón	1.37%
Blanco (liso y cartulina)	0.00%
Marrón (Corrugado)	0.00%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.00%
1.2.3. Vidrio	0.32%
Transparente	0.23%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.09%
Otros (vidrio de ventana)	0.00%
1.2.4. Plástico	1.46%
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.53%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.25%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.00%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.40%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.28%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.00%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.11%
1.2.6. Metales	1.13%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.00%



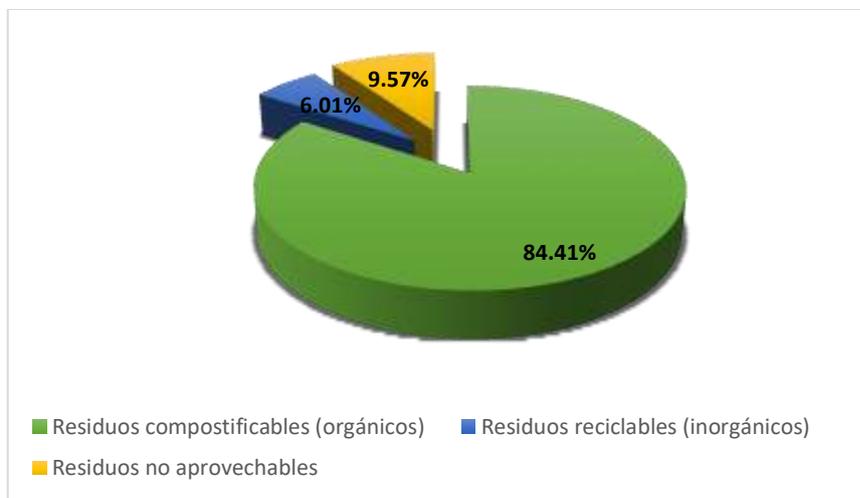
ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Acero	0.00%
Fierro	0.07%
Aluminio	0.06%
Otros Metales	0.00%
1.2.7. Textiles (telas)	0.60%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%
2. Residuos no reaprovechables	9.57%
Bolsas plásticas de un solo uso	2.65%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	4.36%
Pilas	0.08%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.17%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	0.45%
Restos de medicamentos	0.06%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.67%
Otros residuos no categorizados	1.14%
TOTAL	100.00%

Fuente: Formato composición archivos digitales

Como se ve, persiste la composición mayoritaria de residuos sólidos compostificables (orgánicos), con **84.29%**, en tanto que se tiene un **6.10%** de residuos sólidos reciclables, principalmente por la presencia de papel, cartón y plástico, lo cual presenta un potencial de reaprovechamiento importante. La composición de los residuos sólidos presentada en la tabla anterior se resume en el siguiente gráfico.

Figura 9: Composición física de los residuos sólidos de la ciudad de Segunda Jerusalén



Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

3.1.4. Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

Se tomaron muestras de residuos sólidos para la determinación de humedad; la determinación de humedad se llevó a cabo con la finalidad de estimar la potencialidad de los residuos sólidos para la generación de lixiviados y la consecuente facilitación de la degradación de primer orden de los residuos sólidos; ya que la generación de lixiviado favorece el contacto de los microorganismos con los residuos y la acuosidad de los compuestos que estos generan y que influyen en la producción de gases.

Para este análisis, se contrató los servicios del Laboratorio de Suelos del Instituto de Educación Superior Privado “San Lucas”, obteniendo una humedad promedio de **51.06%**, los resultados de laboratorio de muestran en anexos.

Con el resultado promedio de humedad obtenido en el laboratorio se determinó la humedad en base al total de residuos sólidos.

Tabla 20: Humedad en base al total de residuos sólidos

Peso de residuos sólidos orgánicos	Peso de residuos sólidos inorgánicos	Fracción de residuos orgánicos	Humedad (en base a residuos orgánicos)	Humedad (en base a peso total de residuos sólidos)
(A)	(B)	$r=(A)/(A+B)$	(H)	Ht = (H) * (r)
Kg	Kg	%	%	%
115	24.45	82.47	51.06	42.11
123.2	18.23	87.11	51.06	44.48
110.3	23.94	82.17	51.06	41.95
139.7	22.31	86.23	51.06	44.03
133.6	22.75	85.45	51.06	43.63
145.97	31.47	82.26	51.06	42.00
131.2	22.84	85.17	51.06	43.49
PROMEDIO				43.10

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla en base a los 7 días validos de estudio y teniendo como referencia el dato de humedad de residuos orgánicos proporcionado por el laboratorio se determinó la humedad del total de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos), obteniéndose el **43.10%** de humedad.



3.2. Resultados de la caracterización no domiciliaria

3.2.1. Generación total

La generación de residuos sólidos no domiciliarios se ha analizado de acuerdo a cada una de las fuentes de generación, las cuales han sido citadas en la descripción de la metodología abordada.

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado a cada una de éstas.

Generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales

La generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales (bodegas, bazares, librerías, boticas y farmacias, etc.) fue estimada determinándose valores de generación de residuos sólidos por establecimiento por día.

A continuación, se muestran los resultados por clases de establecimientos y generación total:

Tabla 21: Generación de RR.SS en Establecimientos comerciales

Establecimientos comerciales	Cantidad de establecimientos	Generación (kg/día)	Total (Kg/día)	Total (t/año)
CLASE 1	22	29.80		
CLASE 2	11	14.65		
CLASE 3	16	23.83		
Generación Total de RR.SS. Por Establecimientos Comerciales			68.28	24.92

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior la generación de residuos sólidos por establecimientos comerciales asciende a **24.92 ton/año**.

Generación de residuos sólidos en restaurantes

En esta fuente de generación se han identificado 9 establecimientos, obteniéndose una generación de residuos sólidos de **29.1 ton/año** como se muestra en la siguiente tabla.



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 22: Generación de residuos sólidos en restaurantes

Restaurantes	Cantidad de establecimientos	Generación promedio (kg/día)	Total (kg/día)	Total (t/año)
Clase única	9	8.87		
Generación Total de RR.SS por restaurantes			79.8	29.1

Fuente: Elaboración propia

- Generación de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas**
 En esta fuente de generación se han identificado 3 grandes generadores como son el palacio municipal, la iglesia y el atractivo turístico Tioyacu el cual es administrado por la municipalidad, obteniéndose una generación de residuos sólidos de **126.5 ton/año** como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23: Generación de residuos sólidos en IPP

Instituciones Públicas y Privadas	Cantidad	Generación (kg/día)	Total (Kg/día)	Total (t/año)
MUNICIPALIDAD	1	9.21		
IGLESIA	1	86.57		
ATRACTIVO TURÍSTICO TIOYACU	1	250.7		
Generación Total de RR.SS. Por IPP			346.48	126.5

Fuente: Elaboración propia

- Generación de residuos sólidos en instituciones educativas**
 En esta fuente de generación se ha realizado la sub clasificación de acuerdo al nivel y número de alumnos de la Institución Educativa, obteniéndose una generación de residuos sólidos de **121.7 ton/año** como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 24: Generación de residuos sólidos en Instituciones Educativas

Instituciones educativas	Generación (kg/día)	Total (Kg/día)	Total (t/año)
I.E superiores >200 alumnos	12.86		
Colegios >200 alumnos	262.47		
Colegios <200 alumnos	58.21		
Generación Total de RR.SS. Por Instituciones Educativas		333.54	121.7

Fuente: Elaboración propia

- Generación de residuos sólidos en mercados**
 En esta fuente de generación se han identificado 3 mercados minoristas, los cuales fueron analizados en el presente estudio obteniéndose una



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

generación de residuos sólidos de **256.6 ton/año** como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 25: Generación de residuos sólidos en mercados

Mercados	Cantidad de establecimientos	Generación promedio (kg/día)	Total (kg/día)	Total (t/año)
Clase única	3	234.32		
Generación Total de RR.SS por mercados			702.96	256.6

Fuente: Elaboración propia

✚ Generación total de residuos sólidos no domiciliarios

Como se ha visto, se generan distintas cantidades de residuos sólidos para cada una de las fuentes de generación de residuos sólidos en la ciudad de Segunda Jerusalén, éstas constituyen a su vez distintos potenciales de reaprovechamiento, tanto por la calidad y las características de los residuos sólidos, ya sean reciclables u orgánicos; a continuación se muestra la generación total de residuos sólidos no domiciliarios de manejo municipal que se ha estimado en base al análisis comprendido en el presente estudio.

Tabla 26: Generación total de residuos sólidos no domiciliarios

Fuentes de generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (ton/día)
Generación de Establecimientos comerciales	0.07
Generación de restaurantes	0.08
Generación de Instituciones públicas y privadas	0.35
Generación de Instituciones Educativas	0.33
Generación de Mercados	0.70
Generación total de residuos sólidos no domiciliarios al año 2019	1.53

Fuente: Elaboración propia

La generación total de residuos sólidos municipales no domiciliarios en el distrito de Piura ha sido estimada en **1.53 Ton/día**.

3.3. Resultados generales de la caracterización

3.3.1. Generación total y generación per cápita total municipal

La generación total de residuos sólidos municipales de la ciudad de Segunda Jerusalén queda establecida en **9.3 Ton/día** y **3387.2 Ton/año**, el cálculo se muestra a continuación:



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Tabla 27: Generación total de residuos sólidos municipales

Población Urbana del Distrito	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación Domiciliaria (ton/día)	Generación no domiciliaria (ton/día)	Generación Municipal (Ton/día)	Generación Municipal (Ton/año)
17615	0.44	7.75	1.53	9.28	3387.2

Fuente: Elaboración propia

La generación per cápita de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Segunda Jerusalén queda determinada en 0.53kg/hab/día como se muestra a continuación:

Tabla 28: Generación per cápita total municipal

Población Urbana del Distrito	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación Domiciliaria (kg/día)	Generación no domiciliaria (kg/día)	Generación Municipal (kg/día)	GPC Municipal (kg/hab/día)
17615	0.44	7750	1530	9280	0.53

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Composición general de los residuos sólidos municipales

La generación per cápita y día de residuos sólidos municipales en Segunda Jerusalén es de 0.53 Kg/hab/día, y la generación absoluta para el presente año se estima en 3387.2 t/año, de esto la cantidad de 2,828.8 corresponde a residuos sólidos domiciliarios.

Tabla 29: Generación total de residuos sólidos municipales y porcentaje de aportación por fuente

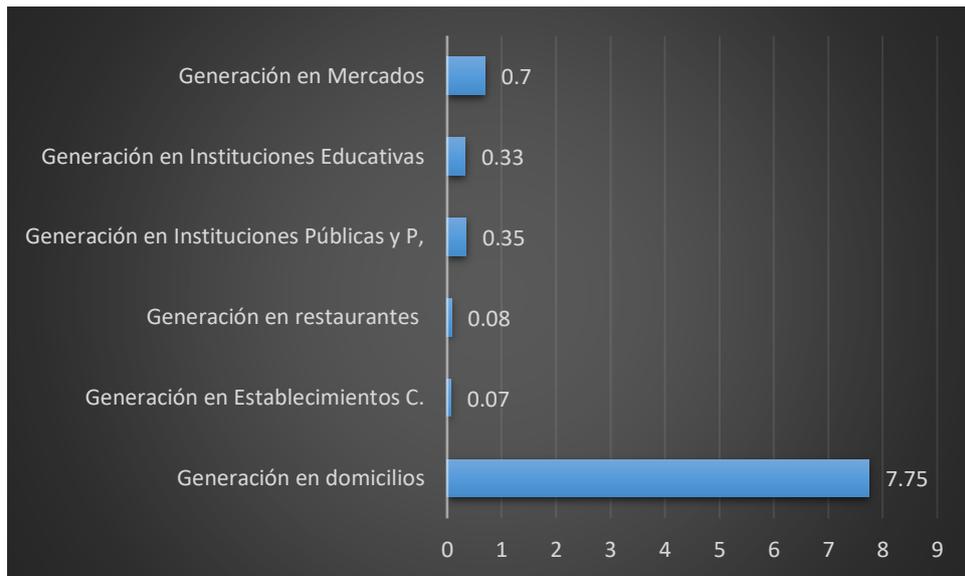
Fuentes de Generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (Ton/día)	Porcentaje de generación (%)
Generación en domicilios	7.75	83.51%
Generación en Establecimientos C.	0.07	0.75%
Generación en restaurantes	0.08	0.86%
Generación en Instituciones Públicas y P,	0.35	3.77%
Generación en Instituciones Educativas	0.33	3.56%
Generación en Mercados	0.7	7.54%
Generación total de residuos sólidos municipales al año 2019	9.28	100.00%

Fuente: Elaboración propia



ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

Figura 10: Generación diaria de residuos sólidos municipales en la ciudad de Segunda Jerusalén por fuentes de generación (ton/día)

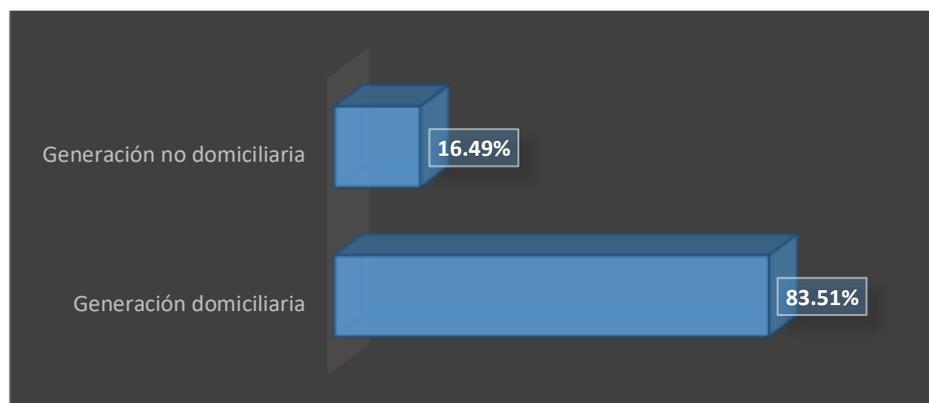


Fuente: Elaboración propia

Como se ve, se tiene una generación de residuos sólidos mayoritaria en la fuente de generación de residuos sólidos domiciliaria (7.75 toneladas/día), siendo muy relevantes esta fuente de generación, pues representa un alto potencial de tratamiento por compostaje, y de mitigación de GEI.

Para la presentación de la proporción de generación de residuos sólidos de las distintas fuentes, solo se presentan los dos grandes grupos de son domiciliaria y no domiciliaria como se muestra en el gráfico siguiente:

Figura 11: Porcentajes de generación de residuos sólidos según fuente



Fuente: Elaboración propia



IV. CONCLUSIONES

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios es de 0.44 Kg/hab/día y la total de residuos sólidos municipales es de 0.53 Kg/hab/día, y la generación absoluta para el presente año se estima en 3387.2 t/año, de esto 2828.8 t/año corresponde a residuos sólidos domiciliarios.

La generación total de residuos sólidos municipales (9.28 t/día) y la composición de los residuos sólidos sumadas a las condiciones del servicio de disposición final de residuos sólidos, generan un panorama propicio para la intervención de acciones de reaprovechamiento de residuos y de mitigación de gases de efecto invernadero en esta ciudad.

Si bien es cierto se tienen distintas fuentes de generación de residuos sólidos municipales, la más representativa es la domiciliaria (7.75 t/día), esto nos da cuenta que debieran enfocarse las estrategias locales de gestión de residuos sólidos para abordar las demandas de servicios en domicilios, por contar con un importante potencial de residuos orgánicos para el compostaje y mitigación de GEI.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos domiciliarios esta dada por residuos compostificables (orgánicos) con 84.41%, residuos reciclables 6.01% y residuos no aprovechables 9.57%, evidenciando un alto potencial de valorización.

La densidad de los residuos sólidos domiciliarios quedó establecida en 222.49 kg/m³ o 0.22 ton/m³.

La humedad de los residuos sólidos domiciliarios en base a los residuos orgánicos y los resultados de laboratorio es de 51.06% y la humedad en base al total de residuos sólidos se estimó en 43.10%. Dato que servirá para estimar la generación de lixiviados.



V. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta la cantidad de residuos sólidos generados en la ciudad de Segunda Jerusalén y la composición mayoritariamente orgánica de estos, es necesario agilizar la inversión en infraestructura de manejo de residuos sólidos incorporando tecnología que permita aprovechar el potencial de compostaje.

Implementar un programa de formalización de recicladores y recolección selectiva de residuos sólidos para el aprovechamiento eficiente de los residuos re aprovechables enfocado a los domicilios.



BIBLIOGRAFÍA

- Dieter Deubein y Angelika Steinhauser, Biogas from waste and renewable resources, 2011, Wiley-VCH
- Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos Municipales en América Latina y el Caribe, OPS, 1998.
- ECO Consultorías e Ingeniería, Estudio de caracterización física de residuos sólidos municipales en la ciudad de Piura, 2013
- MINAM, Plan de Incentivos a la mejora de la Gestión y modernización Municipal del año 2019, Instructivo de la meta 03: Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales.
- Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM, Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.
- SAKURAI, K. Aspectos básicos del servicio de aseo. Análisis de residuos sólidos. Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de mejoramiento de la recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima 1983.
- FLORES, D; VILLAFUERTE I. Guía No. 1 para la realización de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos domiciliarios en ciudades. IPES-Promoción del Desarrollo Sostenible. Lima, 2002.
- MPB, Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales de la ciudad de Bagua, 2014.





ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE SEGUNDA JERUSALÉN 2019 - 2023

ANEXOS:

Anexo 01: Registro de participantes empadronados

Anexo 02: Copia de comunicación oficial a los participantes del estudio

Anexo 03: Resultados de Análisis de laboratorio del parámetro de humedad

Anexo 04: Registro de asistencia de capacitación

Anexo 05: Acta de acuerdos del equipo técnico

Anexo 06: Registro fotográfico