



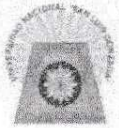
Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Efecto de la valoración en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021”

Presentado por:

BACH. CABRERA MARCA, Mariel Alexandra

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 13% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 08 abril de 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

Dr. Jaime MARTINEZ HERNANDEZ  
Director de la Unidad de Investigación Científica  
Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA DE ICA”  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



**TESIS**

Efecto de la valoración en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-  
Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021

Línea de investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

AUTOR

BACH. CABRERA MARCA, Mariel Alexandra

Ica, Perú

2022

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  | Pág |
|--|-----|
| Índice General   | ii  |
| Índice de Tablas                                       | iv  |
| Índice de Figuras                                      | v   |
| Resumen  | vi  |
| Abstract   | vii |
| <br>   |     |
| I. INTRODUCCIÓN  | 08  |
| 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA                            | 10  |
| 1.1.1. Formulación del problema                        | 11  |
| 1.2. ANTECEDENTES                                      | 11  |
| 1.2.1. Antecedentes a nivel internacional              | 11  |
| 1.2.2. Antecedentes a nivel nacional                   | 13  |
| 1.2.3. Antecedentes a nivel local                      | 14  |
| 1.2.4. Justificación e importancia de la investigación | 15  |
| 1.2.5. Bases teóricas                                  | 16  |
| <br>   |     |
| II. ESTRATEGIA METODOLOGICA                            | 20  |
| 2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN          | 20  |
| 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA                               | 20  |
| 2.2.1. Población                                       | 20  |
| 2.2.2. Tamaño de la muestra                            | 20  |
| 2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN                        | 20  |
| 2.3.1. Variable independiente                          | 20  |
| 2.3.2. Variable Dependiente                            | 20  |
| 2.3.3. Operacionalización de variables                 | 21  |
| 2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN                        | 21  |
| 2.4.1. Hipótesis principal                             | 21  |
| 2.4.2. Hipótesis específicas                           | 21  |
| 2.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS   | 23  |
| 2.5.1. Técnicas  | 23  |
| 2.5.2. Instrumentos                                    | 23  |
| 2.5.3. Análisis de datos                               | 23  |

|      |   |    |
|------|---|----|
| III. | RESULTADOS  | 24 |
|      | 3.1. DESCRIPCION DEL DISTRITO DE SANTIAGO   | 24 |
|      | 3.2. CÁLCULO DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO                                   | 24 |
|      | 3.2.1. Metodología de Cálculo   | 25 |
|      | 3.2.2. Determinación de CO <sub>2</sub>   | 28 |
|      | 3.2.3. Generación de Metano en el Perú  | 35 |
|      | 3.3. ENCUESTA A LA POBLACIÓN Y FUNCIONARIOS DE LA<br>MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE SANTIAGO | 37 |
|      | 3.3.1. Encuesta a la población  | 37 |
|      | 3.3.2. Encuesta a los funcionarios de la municipalidad                                      | 52 |
|      | 3.4. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS   | 60 |
|      | 3.4.1. Hipótesis principal  | 60 |
| IV.  | DISCUSIÓN   | 63 |
|      | 4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS  | 63 |
| V.   | CONCLUSIONES  | 65 |
| VI.  | RECOMENDACIONES   | 66 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS  | 67 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1: Operacionalización de variables   | 22   |
| Tabla 2: Niveles de codificación de las fuentes y denominación                         | 25   |
| Tabla 3: Niveles de codificación de las fuentes y denominación para el sector desechos | 25   |
| Tabla 4: Codificación y Categorías del sector desechos-disposición de residuos sólidos | 26   |
| Tabla 5: Categorización de RSU   | 29   |
| Tabla 6: Peso de muestra seca y calcinada  | 30   |
| Tabla 7: Porcentaje de Carbono   | 31   |
| Tabla 8: Metano obtenido en base al Carbono de c/u de la muestras                      | 33   |
| Tabla 9: Promedio de CO <sub>2</sub> eq/día  | 34   |
| Tabla 10: Cantidad aproximada de residuos  | 37   |
| Tabla 11: Número de personas por vivienda  | 38   |
| Tabla 12: Recolección de residuos por la Municipalidad                                 | 39   |
| Tabla 13: Servicio de recolección de residuos  | 40   |
| Tabla 14: Aprovechamiento de residuos  | 41   |
| Tabla 15: Cantidad de residuos   | 42   |
| Tabla 16: Separación de residuos   | 43   |
| Tabla 17: Separación de residuos en la fuente  | 44   |
| Tabla 18: Tacho por colores para residuos  | 45   |
| Tabla 19: Eficiencia de la gestión municipal   | 46   |
| Tabla 20: Participación en programas de separación de RSU                              | 47   |
| Tabla 21: Quema de basura acumulada  | 48   |
| Tabla 22: Efecto de gases por la quema de basura                                       | 49   |
| Tabla 23: Depositar la basura acumulada en la calle o botaderos                        | 50   |
| Tabla 24: Capacitación para la segregación de RSU                                      | 51   |
| Tabla 25: Toneladas de recojo de RSU   | 52   |
| Tabla 26: Programa de separación de RSU  | 53   |
| Tabla 27: Priorización en el manejo de los RSU   | 54   |
| Tabla 28: Presupuesto para el manejo de los RSU  | 55   |
| Tabla 29: Separación de RSU por la población   | 56   |
| Tabla 30: Campañas de sensibilización  | 57   |
| Tabla 31: Participación de la población en la GIRS                                     | 58   |
| Tabla 32: Programas de Educación Ambiental   | 59   |
| Tabla 33: Método de Hanssen  | 61   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1: Árbol de decisión                                      | 27   |
| Figura 2: Peso de muestra seca y calcinada                       | 30   |
| Figura 3: Porcentaje de CO <sub>2</sub>                          | 32   |
| Figura 4: Promedio de CO <sub>2</sub> eq/día                     | 35   |
| Figura 5: Cantidad aproximada de residuos                        | 37   |
| Figura 6: Número de personas por vivienda                        | 38   |
| Figura 7: Recolección de residuos por la Municipalidad           | 39   |
| Figura 8: Servicio de recolección de residuos                    | 40   |
| Figura 9: Aprovechamiento de residuos                            | 41   |
| Figura 10: Cantidad de residuos                                  | 42   |
| Figura 11: Separación de residuos                                | 43   |
| Figura 12: Separación de residuos en la fuente                   | 44   |
| Figura 13: Tacho por colores para residuos                       | 45   |
| Figura 14: Eficiencia de la gestión municipal                    | 46   |
| Figura 15: Participación en programas de separación de RSU       | 47   |
| Figura 16: Quema de basura acumulada                             | 48   |
| Figura 17: Efecto de gases por la quema de basura                | 49   |
| Figura 18: Depositar la basura acumulada en la calle o botaderos | 50   |
| Figura 19: Capacitación para la segregación de RSU               | 51   |
| Figura 20: Toneladas de recojo de RSU                            | 52   |
| Figura 21: Programa de separación de RSU                         | 53   |
| Figura 22: Priorización en el manejo de los RSU                  | 54   |
| Figura 23: Presupuesto para el manejo de los RSU                 | 55   |
| Figura 24: Separación de RSU por la población                    | 56   |
| Figura 25: Campañas de sensibilización                           | 57   |
| Figura 26: Participación de la población en la GIRS              | 58   |
| Figura 27: Programas de Educación Ambiental                      | 59   |
| Figura 28: Muestra inicial Vs Muestra calculada                  | 62   |

## RESUMEN

Hoy en día el deterioro del ambiente y el calentamiento global, se constituyen en una problemática alarmante, estos problemas están directamente relacionados con la generación de grandes volúmenes de RS, que no son gestionados adecuadamente y que se convierten en materia prima para el incremento en la emisión de los GEI. Por lo que la investigación planteo como objetivo: Determinar el efecto de la valoración en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021. La metodología la investigación es de tipo exploratorio, nivel descriptivo y de diseño no experimental. Para la muestra de investigación, se ha categorizado los RSU, de los cuales se ha seleccionado el 50% de RSO y el cálculo teórico se ha realizado mediante un balance estequiométrico del CH<sub>4</sub> para determinar el volumen en base al COT, calculando de esta forma el potencial efecto invernadero. Se ha utilizado como técnica la observación de campo y la encuesta que se ha aplicado a 75 pobladores de la zona urbana; para conocer la percepción que tienen en relación al servicio de recojo de los residuos y a 08 funcionarios de la Municipalidad de Santiago, para determinar cómo realizan la GIRS., Para la contrastación de las hipótesis se ha utilizado el método estadístico de Hanssen.

**Palabras claves:** Valoración, emisión de gases de efecto invernadero, residuos sólidos urbanos.

## ABSTRACT

Today the deterioration of the environment and global warming constitute an alarming problem, these problems are directly related to the generation of large volumes of RS, which are not properly managed and become raw material for the increase in the GHG emission. Therefore, the objective of the research is: To determine the effect of the valuation in the reduction of greenhouse gas emissions in the management of urban solid waste-Municipality of the District of Santiago, Province of Ica, Year 2021. The methodology the research is of an exploratory type, descriptive level and non-experimental design. For the research sample, the MSW has been categorized, of which 50% RSO has been selected and the theoretical calculation has been carried out through a stoichiometric balance of CH<sub>4</sub> to determine the volume based on the TOC, thus calculating the potential greenhouse effect. Field observation and the survey that has been applied to 75 inhabitants of the urban area have been used as a technique; to know the perception they have in relation to the waste collection service and to 08 officials of the Municipality of Santiago, to determine how they carry out the GIRS. To test the hypotheses, the Hanssen statistical method has been used.

**Keywords:** Assessment, emission of greenhouse gases, urban solid waste.

## I. INTRODUCCIÓN

[1] “El cambio climático se ha identificado como uno de los máximos retos que afrontan las naciones, los gobiernos, las industrias y los ciudadanos en las próximas décadas. Éste tiene implicaciones tanto para los humanos como para los sistemas naturales y puede originar cambios en el uso de recursos, la producción y la actividad económica. En respuesta a esta situación, la tendencia mundial observada es que se están desarrollando e implementando iniciativas internacionales, regionales, nacionales y locales para limitar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre. Dichas iniciativas sobre GEI se basan en la cuantificación, el seguimiento, el informe y la verificación de emisiones y/o remociones de GEI”. Asimismo, [2] “Remotamente, se consideró que al eliminar los residuos humanos no era un problema relevante, a causa de que la población era pequeña y el tamaño del terreno que se disponía para la asimilación de los residuos era grande. No obstante, los residuos comienzan a ser un problema con el avance y desarrollo de la sociedad moderna y actual, ya que no solo se considera un problema a la cantidad de residuos que se genera, si no, a la calidad de estos”.

[2] “Actualmente, en el Perú existen solo 12 rellenos sanitarios que están autorizados, y cerca del 90% de la basura terminan en botaderos que son informales, que son aproximadamente 1850. Orientando los problemas de la contaminación a base de plástico, en la actualidad existen empresas productoras de todo tipo de productos a base de este material como: bolsas, envases, envolturas, frascos, plásticos derivados, entre otros”. [3] “Aunque los residuos urbanos representan una fracción menor del total de los residuos generados, estos tienen un alto potencial de mejora en su gestión. La cantidad de residuos sólidos urbanos ha crecido incluso de manera más rápida que las tasas de urbanización”. Por lo tanto, es importante indicar que [3] “la afectación ambiental más relevante es el manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales, lo constituye el deterioro estético de las ciudades y paisaje natural. La consecuente devaluación dentro de los predios donde se localizan los vertederos como de las áreas vecinas, producto del abandono, acumulación de la basura, malos olores, presencia de carroñeros y lixiviados, efectos que son fácilmente observados por la población”.

La investigación consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I: Describe la situación problemática que se deriva de la inadecuada gestión ambiental que realizan las municipalidades del país a nivel nacional, regional y local en relación a los

residuos sólidos urbanos, que constituyen una fracción del total de residuos. Asimismo, se indica que el inadecuado manejo de los mismos genera un aporte significativo a los GEI y al calentamiento global. Se han consultado los antecedentes internacionales, nacionales y locales, que ha permitido plantear la justificación e importancia de la investigación donde se señala que la GIRS, debe ser eficiente y sustentable para disminuir el aporte de GEI a la atmósfera.

Capítulo II: En enfoque metodológico de la investigación es de tipo exploratoria, nivel descriptivo y diseño no experimental. Asimismo, se ha determinado la muestra no probabilista de 75 viviendas de la zona urbana del distrito de Santiago. La técnica utilizada es la observación y el instrumento fue una encuesta de 15 preguntas aplicadas a la población y 08 preguntas a los funcionarios de la municipalidad.

Capítulo III: Describe el distrito de Santiago, se ha realizado la recolección de muestras lo que ha permitido la caracterización de los RSU. Las muestras de RSU, se han analizado en el laboratorio para determinar la muestra seca y la muestra calcinada. Con esos datos se determinó el porcentaje de Carbono y mediante un balance estequimétrico se obtiene un promedio de 10,53 t de CH<sub>4</sub>. Asimismo, se aplicó encuestas para conocer la percepción que tiene las personas y las autoridades de la municipalidad en relación problemática de los RSU. La contrastación de las hipótesis se realizó mediante el estadístico de Hanssen.

Capítulo IV: De los resultados de Laboratorio de las muestras analizadas de RSU y de los cuadros de encuestas aplicadas, se ha realizado la discusión de resultados de la investigación.

En los Capítulo V y VI; detalla las conclusiones y recomendaciones y en el capítulo VII se indican las fuentes bibliográficas consultadas.

## 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

[4] “Los residuos sólidos urbanos (RSU) corresponden a todos aquellos que son generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, que resultan de la eliminación de los materiales relacionados con actividades domésticas, embalajes, así como los productos que se consumen y sus recipientes”. Asimismo, [4] “el crecimiento poblacional, el desarrollo económico y los patrones de consumo derivados del mejoramiento de los estándares de calidad de vida de los habitantes en los centros urbanos, han propiciado un aumento sostenido en las tasas de generación de RSU”. Hay que tener en cuenta que [3] “En las últimas décadas, la migración hacia las zonas urbanas, ha dado como resultado una concentración demográfica en áreas relativamente reducidas, y como consecuencia una sobreproducción de residuos. El problema no solo está relacionado a la cantidad, sino a la manera en que estos desechos han sido depositados en el medio ambiente de las áreas urbanas, o en zonas que muchas veces no han podido absorber el impacto de la sobrecarga, generándose un deterioro irreversible en muchos casos”.

[3] “Dentro del desarrollo de la gestión urbana de los residuos sólidos, los gobiernos locales han mostrado interés en el establecimiento de alternativas que hagan eficaz la gestión de los residuos”. Asimismo, [5] “La gran deficiencia en la recolección de los desechos se da en parte porque los municipios no cuentan con una adecuada gestión y además a estos no se les otorga las partidas presupuestales o presupuesto suficiente para realizar esta actividad, por lo tanto, este servicio de limpieza pública, que es brindado por la entidad edil, se autofinancia con el pago de arbitrios municipales, el cual el vecino paga año a año. Sin embargo, existe un inconveniente por la alta tasa de morosidad por parte del vecino contribuyente, de este modo, la recaudación por este concepto puede llegar a 30 % en provincia y 60 % en Lima Metropolitana”.

Es decir que el aumento de la población, las variaciones en los patrones de consumo y las actividades productivas de los sectores industriales, ha generado la urbanización y el aprovechamiento insostenible de los recursos naturales, pero, que además ha multiplicado el volumen de diferentes tipos de residuos sólidos, que no están siendo gestionados adecuadamente a nivel de país y globalmente. Por lo tanto, las municipalidades presentan esta problemática, porque no tienen o no realizan la GIRS, lo que deriva que se produzcan los GEI. El IPCC, señala que los “residuos son los responsables de la emisión de cerca del 5,0% de las emisiones globales”. Sin embargo, a nivel de la región y del país, no se está incorporando técnicas ingenieriles que permita dar solución a esta problemática, por lo que estos residuos terminan en botaderos clandestinos, asimismo, se conoce que los RSU, en

su composición tienen un porcentaje elevado de materia orgánica que pueden ser aprovechados en procesos de compostaje, pero, estos procesos generan emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Por otro lado, la incineración de estos residuos genera CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>, también las aguas residuales tienen un aporte de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Hoy en día el deterioro ambiental y el cambio climático están interrelacionados y tienen un efecto sinérgico, en donde los RSO en su descomposición tienen un aporte a los GEI de aproximadamente 4,0%, por lo que se hace necesario impulsar la reutilización y el reciclaje y acorde a los objetivos de Desarrollo Sostenible, es necesario adoptar medidas para mitigar los efectos del cambio Climático.

### **1.1.1. Formulación del problema**

#### **Problema principal**

¿Cuál es el efecto de la valoración en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021?

#### **Problemas específicos**

PE1: ¿Cuáles son los valores en las que se encuentra las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021?

PE2: ¿Cuáles son los efectos de la valoración de los residuos sólidos urbanos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. Antecedentes a nivel internacional**

[6] “El presente trabajo analiza la implementación de la política pública de *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos* en el estado de Hidalgo con una perspectiva territorial en la que confluyen instituciones, actores, procesos y política pública; busca aportar evidencia sobre la eficacia y eficiencia de la política en mención en el estado de Hidalgo y sus municipios. Las principales preocupaciones que orientan el desarrollo de este trabajo de tesis son: ¿por qué la basura es un problema público? y ¿cuál es la política de residuos en México y cómo se aplica en el Estado de Hidalgo? Dada la naturaleza multidimensional del fenómeno estudiado, se hace necesaria la

conjugación de una atención integral hacia una solución de raíz, que demanda un compromiso institucional con la sensibilización y participación de todos los sectores de la población, incluyendo la iniciativa privada y de la sociedad civil. Observamos que la política pública actual no toma en cuenta las especificidades socioeconómicas, físicas ni culturales del territorio hidalguense y en este sentido, en este trabajo se proponen criterios para mejorar la implementación de la política de gestión integral de residuos sólidos urbanos en el estado de Hidalgo y sus municipios desde una perspectiva territorial”.

[7] “El deterioro ambiental y el cambio climático, son temas actuales y preocupantes que van de la mano; estos problemas están ligados al desarrollo de actividades productivas ya sean de carácter doméstico, industrial o agrícola, que en su cadena de producción presentan como último eslabón la generación de desechos. El presente trabajo se enfoca en la problemática de la generación de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de los desechos de la industria papelera y ganadera y su mitigación a través del tratamiento y gestión de los mismos. El objetivo de la presente investigación es determinar, de manera preliminar, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios. La metodología utilizada para la cuantificación de las emisiones del escenario de línea base, del escenario del proyecto y de la reducción de emisiones corresponde a la versión 2.0 de la metodología “Alternative Waste Treatment Processes” (ACM022) para el diseño de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio que estén relacionados con procesos alternativos para el tratamiento de desechos como el compostaje. La información de los residuos de la industria papelera fueron obtenidos de la Compañía Familia Sancela S.A y la de los residuos de la actividad ganadera de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria-IASA 1, Departamento de Ciencias de la Vida de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE. Como resultado se pudo estimar que la reducción de emisiones ocurre principalmente debido a la actividad de compostaje que evita que los residuos de celulosa lleguen al sitio actual de disposición final, lo que determina la eliminación de la fuente generadora de metano que resulta de la descomposición anaeróbica. Por otro lado, el proceso de compostaje tiene emisiones muy bajas comparadas con aquellas generadas en la línea base, lo que da como resultado una disminución altamente representativa de las emisiones. Adicionalmente se realizó una estimación de las emisiones a 10 años y se calculó una reducción preliminar de 84.169,6 tCO<sub>2</sub> e gracias a esta iniciativa”.

[4] “Se estimaron las emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio así como el potencial de generación de energía eléctrica para cuatro escenarios distintos de tecnologías para la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) del cantón de San José: relleno sanitario, incineración, compostaje y tratamiento mecánico- biológico. Con este fin, se utilizaron los datos de generación y composición de residuos aportados por el Departamento de Servicios Ambientales del municipio capitalino, los cuales sirvieron de insumo para realizar un análisis de ciclo de vida, así como los respectivos flujos de materiales y energía para cada propuesta, a partir de la formulación de los respectivos balances de masa y energía. La disposición final en rellenos sanitarios es el tratamiento que más emisiones de gases efecto invernadero origina con 532,5 t CO<sub>2</sub> e/d y un potencial de generación de energía eléctrica de hasta 73,45 MWh, seguido por la incineración de RSU con 401,9 t CO<sub>2</sub> e /d. Sin embargo, escenarios alternativos como la incineración genera adicionalmente, importantes emisiones de contaminantes criterio del aire como partículas (5,14 t/d), NO<sub>x</sub> (0,75 t/d) y CO (0,13 t/d)”.

### **1.2.2. Antecedentes a nivel nacional**

[8] “Las actividades humanas e industriales ocasionan la generación de emisiones a la atmósfera, con un impacto significativo al medio ambiente. Dentro de estas emisiones, tenemos a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que causan el incremento de la temperatura global y el consecuente cambio climático. Una forma de contornar este problema es en primer lugar estableciendo una línea de base de los GEI por medio de un inventario. En ese sentido, el presente trabajo de investigación desarrolló un Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Arequipa Metropolitana. Por cuestión de disponibilidad de datos fueron escogidos los sectores de transporte, eléctrico y el de residuos sólidos urbanos. Para el desarrollo de dicho inventario se aplicarán las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, más conocidos por sus siglas en inglés como IPCC 2006, y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero para Ciudades, cuyas siglas en inglés son *GHG Protocol for cities* y los datos fueron tomados de entidades públicas. Los resultados del estudio mostraron que la emisión total de GEI fue de 5, 401,897.51 tCO<sub>2</sub> e; siendo el de mayor impacto el rubro de transporte con una emisión de 3, 034,782.76 tCO<sub>2</sub> e seguida por las actividades originadas por procesos industriales con 1, 317,300.40 tCO<sub>2</sub> y por ultimo las pertenecientes al sector eléctrico y de Residuos sólidos con 531,631.39 tCO<sub>2</sub> y 364,466.96 tCO<sub>2</sub> respectivamente”.

[5] “La siguiente investigación está dirigida a determinar el nivel en que se encuentra actualmente la gestión y el manejo de los residuos sólidos municipales en los distritos de Guadalupe y Pacasmayo, pertenecientes a la Región La Libertad, así, se pudo comparar tanto las gestiones como los manejos llevados a cabo en dicha región, lo que constituye un indicador del estado actual la región. Los componentes dados por la OEFA para analizar y fiscalizar la gestión ambiental en el país son asumidos en la presente investigación. Se observa descriptivamente solo una variable: Gestión y manejo de residuos sólidos. Sus dimensiones son el manejo y administración, para ello se realiza encuestas a los trabajadores municipales quienes deben conocer el nivel de la gestión integral de residuos sólidos en su localidad. Por lo tanto, la investigación es cuantitativa de corte transversal, no experimental, ya que no se manipula la variable, y descriptivo porque se comparará las municipalidades en temas de gestión y para el manejo integral de residuos sólidos. Como resultado de esta investigación realizada se tiene que ambas municipalidades tienen déficit en cuanto a la administración, de este modo, la municipalidad de Guadalupe tiene una desaprobación de 40 %, mientras que a la municipalidad de Pacasmayo la desaprueba un 35 %, y en ambos casos la gestión y manejo de residuos sólidos son aprobados con 30 %.”

[2] “La presente tesis realiza el estudio de los residuos generados por las empresas del grupo Palmas. Dicho estudio se realizó en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín; desde el mes de setiembre hasta el mes de noviembre del 2018. El objetivo principal fue determinar la relación entre la valorización de los residuos y el costo de oportunidad en esta organización. El tipo de investigación fue descriptiva aplicada y el diseño fue de tipo correlacional. Como muestra se consideró los 22 kardex de los residuos de esta organización. Para analizar las mismas se utilizó la técnica del análisis documental y como instrumento de recopilación de información se usó una ficha de registro de datos. Finalmente se concluye que dicha empresa no está aprovechando la oportunidad de generar nuevos ingresos gracias a sus residuos, lo cual se logra a través de la comercialización de los mismos. Más al contrario está generando un gasto por el mantenimiento de las mismas”.

### **1.2.3. Antecedentes a nivel local**

Se ha revisado la bibliografía en relación al tema de investigación y no se han encontrado investigaciones al respecto.

#### 1.2.4. Justificación e importancia de la investigación

[9] “Aproximadamente un 70% de la población se encuentra ubicada en grandes urbes, con una tendencia muy marcada hacia el crecimiento poblacional, incrementando de esta forma la generación de RSU, este factor repercute de manera negativa ocasionado un deterioro ambiental, vinculado a la disminución de los recursos, al incremento de los costos y el agotamiento de espacios para la disposición de los residuos”. Por lo que, [3] “La disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos constituye un problema común en la mayoría de los gobiernos locales. Con un desarrollo débil en la cadena de gestión que vaya estructurada desde la minimización, reducción hasta el aprovechamiento. Convierten en la mayoría de los casos a los vertederos o sitios de disposición final en un foco latente de contaminación, malos olores, disminución paisajística, presencia de plagas, que no solamente trae afectaciones ambientales graves sino que constituye en un riesgo de afectación a la salud de las personas”. *“La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles es una de las opciones más viables para ayudar a disminuir la problemática ambiental de cada sector”*. Los residuos que son depositados en los vertederos y los rellenos sanitarios generan un alto porcentaje de gas metano que contribuye al calentamiento global afectando a los ecosistemas y produce contaminación ambiental, estos escenarios que se dan a nivel local, regional, nacional y global, requiere que se evalúen o valoricen oportunidades o métodos que permita disminuir el aumento exponencial de los GEI. A nivel local, la municipalidad del distrito de Santiago, debería buscar medidas de adaptación y mitigación que se necesitan para minimizar los impactos del CC. Por lo que los métodos de valoración energética y de materiales sólidos a partir de los RSU, permite que se le dé un valor agregado, por el cual se obtiene ganancias económicas y ambientales, además de reducir la cantidad de residuos

#### **Importancia**

*“Las principales fuentes de ahorro se obtienen tras la minimización y segregación en origen, un cambio de tratamiento de los desechos, una adecuación de proveedores, una optimización en la logística y la negociación de precios”*. (Balaguer, 2018). La normativa nacional, obliga que las municipalidades actúen sobre la fuente generadora de residuos para aprovecharla como materia prima y penaliza la eliminación de RSU que generen impactos. Por lo tanto, estrategias como la valorización de RSU, son procesos que deben ser implementados y puestos en prácticas para reducir las emisiones de lo GEI, que son los contribuyentes del cambio climático. Se hace imperativo que para la mitigación de los GEI, desarrollar opciones

tecnológicas en la disposición final de los RSU, para determinar específicamente la data de los inventarios de estas emisiones.

La investigación planteo los siguientes objetivos:

### **Objetivo principal**

Determinar el efecto de la valoración en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

### **Objetivos específicos**

OE1: Determinar los valores en las que se encuentra las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

OE2: Evaluar los efectos de la valoración de los residuos sólidos urbanos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

## **1.2.5. Bases Teóricas**

### **1.2.5.1. Residuos sólidos**

[5] “Según el DL. 1278, el residuo sólido es definido como toda sustancia que resulta como producto de utilizar o consumir un bien o servicio y que está desechado, para que luego pueda ser reciclado y valorizado hasta su disposición final. También se considera residuo a todo lo que se encuentra retenido en depósitos que van a ser desechados”.

### **Residuos de gestión municipal**

[5] “Son todos aquellos que están considerados en el plan de manejo de residuos sólidos municipales, como todos los producidos en las viviendas y actividades comerciales, y otros que generan residuos similares a estos. La gestión de estos residuos es de compromiso de la entidad edil, que se encarga desde la recolección hasta su disposición final”. Asimismo MINAM señala que [5] “en su mayoría, son producidos en la vivienda de la población del distrito y también por los comercios; barrido de calles y vías, entre otros, para luego ser llevados a espacios adecuados

y preparados con la infraestructura necesaria para la disposición final de los desechos; lo cual es importante en toda gestión de manejo de desperdicios municipales”.

### **Ciclo de manejo de los residuos sólidos**

[10] “El manejo de los desechos sólidos conforma un ciclo en donde se encuentran estrechamente vinculadas las diversas etapas, a partir de la misma producción de los artículos de consumo se inicia la generación, para pasar al almacenamiento, barrido, recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final; por lo tanto, cualquier esfuerzo que se realice en algunas de sus etapas habrá de tener un efecto directo en las demás”.

#### **1.2.5.2. Gestión de residuos sólidos municipales**

[5] “Según D. L. 1278, se debe tener como finalidad realizar todas las actividades necesarias para que los residuos sólidos cuenten con una gestión integra y sostenible generando soluciones articuladas, para ello se plantea políticas que logren integrar y articular con los distintos programas y estrategias creadas por parte de los operadores que las aplican. Así, se tiene como objetivo la búsqueda de toda mejora en la gestión integral de los residuos sólidos para el país, además de minimizar y prevenir la generación atacando el problema desde la fuente de generación, para luego darle su puesta en valor a todos aquellos residuos segregados”.

### **Instrumentos para el uso eficiente de la gestión de RS**

[5] “Existe un compendio de diversas normativas, además de guías metodológicas, pero todas están enfocadas en la misma dirección y objetivos, como minimizar la generación de residuos y a la vez realizar un manejo de estos, por lo cual toda entidad edil debe contar con estos instrumentos para gestionar de manera eficiente los residuos sólidos, estos instrumentos son los siguientes: la Estrategia Nacional de Ecoeficiencia, el Plan Nacional y el Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales, además, las entidades ediles deberán elaborar un Plan Distrital el Manejo de Residuos Sólidos Municipales (PMR), entre otros planes de Minimización y Manejo de residuos sólidos, del mismo modo, debe ser parte de la gestión procesar su información al Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos”.

### **1.2.5.3. Gases de efecto invernadero (GEI)**

[1] “El IPCC, los define como componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes”. [1] “El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el Ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. La atmósfera contiene, además, cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógenos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, del N<sub>2</sub>O y del CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kioto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC)”.

### **1.2.5.4. Emisiones de gases de efecto invernadero**

[3] “Mediante la descomposición de la materia orgánica se produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>). El CH<sub>4</sub> es GEI antropogénico más abundante después del CO<sub>2</sub>, que representa alrededor de 20% de las emisiones globales. El metano es considerado un forzador del clima a corto plazo, lo que significa que su duración es relativamente corta en la atmósfera, con aproximadamente 12 años. Si bien el metano permanece en la atmósfera durante un período más corto de tiempo y se emite en cantidades más pequeñas que el CO<sub>2</sub>, su potencial de calentamiento global (es decir, la capacidad del gas de atrapar calor en la atmósfera) es entre 28 y 34 veces mayor”.

### **1.2.5.5. Emisiones producto de los RSU**

En relación a los RSU [1] “las mayores emisiones de GEI ocurren en la etapa de disposición final, producto de la transformación de los mismos bajo determinadas condiciones. Los sitios donde se realiza la disposición final pueden ser aquellos que sí están preparados y debidamente gestionados para dicha disposición, llamados rellenos sanitarios, o por el contrario, aquellos que cumplen parcialmente o ni cumplen con las condiciones adecuadas para su recepción y gestión, que serían los basurales a cielo abierto”. Asimismo, [1] “las emisiones de GEI que se generan en la etapa de disposición final, provienen mayormente de las reacciones de descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas,

produciendo mayormente de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y en mucho más baja proporción óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Hay que tener en cuenta que [9] “La disposición final de RSU ya sea en rellenos sanitarios o vertederos, genera contaminantes derivados como resultado de los procesos de degradación de la materia. La contaminación puede ser de tres tipos: solida (polvo), líquida (lixiviados) y gaseosa (biogás)”.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Tipo**  
Es exploratoria, porque identifica la valoración de los RSU en la reducción de los GEI
- **Nivel de Investigación.**  
Descriptivo.
- **Diseño de la Investigación**  
No experimental.

### 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 2.2.1. Población

La población estuvo constituida por la población del Distrito de Santiago.

#### 2.2.2. Tamaño de la Muestra

Para la muestra se ha considerado 75 viviendas de acuerdo al número poblacional de la zona urbana, las que se han distribuido aleatoriamente en la zona urbana del distrito de Santiago.

### 2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

#### 2.3.1. Variable Independiente

VI = Valoración de los residuos sólidos urbanos

#### 2.3.2. Variable Dependiente

VD = Emisión de los gases de efecto invernadero

### **2.3.3. Operacionalización de variables**

La Tabla 1, detalla la Operacionalización de las variables de investigación.

## **2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. Hipótesis principal**

La valoración influye significativamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

HE1: La determinación de los valores en las que se encuentra las emisiones de gases de efecto invernadero influye significativamente en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

HE2: La valoración de los residuos sólidos urbanos influye significativamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

Tabla 1

Operacionalización de variables

| Variable Independiente                                   | Conceptualización  | Dimensiones  | Indicadores  |
|--|--|--|--|
| <b>VI:</b><br>Valoración de los residuos sólidos urbanos | [2] “Operación cuyo resultado principal es que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que, de otro modo, se habrían utilizado para cumplir una función particular (Directiva 2008/98/CE de residuos, 2008)”   | <b>D1:</b> Residuos sólidos orgánicos<br><br><b>D2:</b> Residuos inorgánicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de RS recolectado</li> <li>• Cantidad generada: total ingreso/cantidad recolectada (S/.)</li> </ul> |
| Variable Dependiente                                     | Conceptualización  | Dimensiones  | Indicadores  |
| <b>VD:</b> Emisión de gases de efecto invernadero        | [3] “Mediante la descomposición de la materia orgánica se produce dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) y metano (CH <sub>4</sub> ). El CH <sub>4</sub> es GEI antropogénico más abundante después del CO <sub>2</sub> , que representa alrededor de 20% de las emisiones globales”. | <b>D1:</b> Gases de efecto invernadero<br><b>D2:</b> Emisiones globales      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toneladas de GEI emitidas a la atmósfera</li> </ul>   |

## 2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 2.5.1. Técnicas

Para la obtención de los datos se utilizó:

- **Observación de campo:** La técnica fue de observación directa para conocer como la población y la Municipalidad realizan el servicio y la gestión ambiental de los RSU.
- **Encuesta:** Se aplicó una encuesta que constó de 15 preguntas a la población 08 preguntas a los funcionarios de la Municipalidad.

### 2.5.2. Instrumentos

Se emplearon los siguientes instrumentos:

- Guía de observación
- Cuestionario
- Registro y análisis documental
- Fuentes documentales

### 2.5.3. Análisis de datos

Mediante la estadística descriptiva: tablas de distribución de frecuencias, media y varianza de los datos.

Este análisis se realizó mediante:

- a. Tabulación: Los datos fueron tabulados en tablas para facilitar su interpretación y que permitió aplicar la estadística.
- b. Construcción del cuadro estadístico: Los datos se ordenaron en columnas y filas para comparar e interpretar los datos relacionados con las variables de estudio.
- c. Graficación: Se determinó mediante la representación gráfica de barras.
- d. Análisis de las tablas: Los resultados obtenidos se procesaron empleando el SPSS versión 25.
- e. La contrastación de Hipótesis, se realizó con el método estadístico de Hanssen.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DEL DISTRITO DE SANTIAGO**

Es uno de los catorce distritos que son parte de la provincia de Ica.

Elevación: 374 m

Superficie: 2,784 Km<sup>2</sup>

Humedad: 51%

Población: 29 117 hab.

Limita con:

- Norte: distrito de Yauca del Rosario
- Noroeste: distrito de Ica, Tate y Pachacútec.
- Sur: Océano Pacífico
- Este: provincia de Palpa y Nazca.
- Oeste: distrito de Ocucaje

#### **3.2. CALCULO DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

La Guía N° 4: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero-Sector Desechos. Categoría: Disposición de Residuos Sólidos (MINAM), indica que los GEI, se refieren específicamente al metano (CH<sub>4</sub>), que es emitido por la actividad microbiana de los residuos degradables y con baja o nula presencia de oxígeno.

[11] “La generación de desechos sólidos es la información básica requerida para obtener los niveles de actividad destinados a estimar las emisiones derivadas de la eliminación de desechos, el tratamiento biológico, la incineración e incineración abierta de desechos”.

[11] “De acuerdo a las consideraciones contenidas en las GL2006 (Eliminación de desechos sólidos), las prácticas de gestión de desechos sólidos incluyen: recolección, reciclado, eliminación de desechos sólidos en tierras, tratamientos biológicos y otros, así como la incineración y la incineración abierta de los desechos”

[11] “Con el fin de reportar las emisiones y/o remociones se han establecido categorías y fuentes, a fin de mantener un orden y uniformidad con otros inventarios nacionales de GEI.

Aun así, es posible cambiar los conceptos de niveles de subcategoría o fuente de acuerdo a la realidad nacional siempre que se cubra la totalidad de las fuentes de emisión”.

[11] “Las fuentes de emisión por categorías se codifican utilizando letras y números. El primer nivel de clasificación<sup>24</sup> de categoría utiliza números (1 al 6) correspondiente a los sectores de un inventario”

Tabla 2

Niveles de codificación de las fuentes y denominación

| NIVEL DE CODIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y FUENTES | DENOMINACIÓN EN ESTA GUÍA               |
|---|---|
| 6   | Primer nivel de categoría: Sector       |
| A   | Segundo nivel de categoría: Categoría   |
| 1   | Tercer nivel de categoría: Subcategoría |
| a   | Cuarto nivel de categoría: Fuente       |

La tabla adjunta, detalla las categorías, subcategorías, fuentes, subfuentes en base a lo establecido por las GL2006.

Tabla 3

Niveles de codificación de las fuentes y denominación para el sector desechos

| CODIFICACIÓN | CATEGORÍA DE FUENTES Y SUMIDEROS |
|--------------|----------------------------------|
| 6            | Desechos                         |
| 6A           | Disposición de residuos sólidos  |
| 6A1          | Residuos sólidos                 |

### 3.2.1. Metodología de Cálculo

De acuerdo a GL1996, establece dos niveles:

[11] “Nivel 1: Método por defecto: Usa valores por defecto del IPCC, métodos per cápita u otros métodos para estimar datos de actividad”.

[11] “Nivel 2: Método de descomposición de primer orden (DPO): Utiliza datos actuales como históricos, sobre las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de los residuos a los largo de varias décadas”.

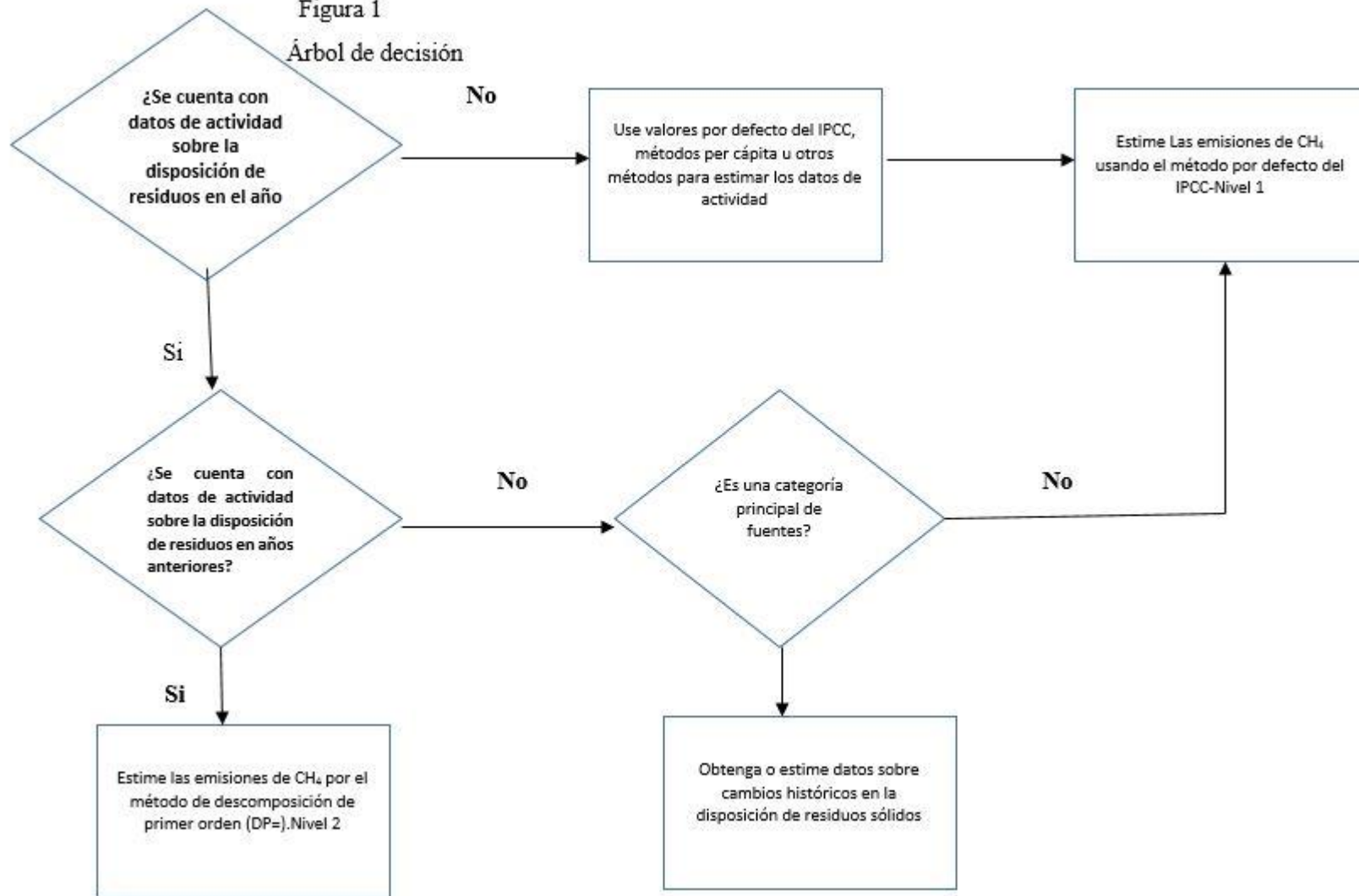
Para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub>, se utiliza el árbol de decisiones (Figura 1)

Tabla 4

Codificación y Categorías del sector Desechos-Disposición de Residuos Sólidos

| Codificación <sup>1</sup> |     |    |   |    | Nombre de la categoría  | Explicación  | Gases  |
|---------------------------|-----|----|---|----|---|--|--|
| S                         | C   | SC | F | SF |   |  |  |
|                           | 6   |    |   |    | Desechos  |  | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM, SO <sub>2</sub> |
|                           | 6A  |    |   |    | Disposición de residuos sólidos   | El metano es producido por la descomposición anaeróbica microbiana de materia orgánica en sitios de eliminación de residuos sólidos. También se produce dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), pero el CO <sub>2</sub> de fuentes de residuos biogénicos u orgánicos quedan cubiertos en el sector: Agricultura, Silvicultura y otros usos del Suelo (AFOLU por sus siglas en inglés). Las emisiones de gases halogenados deben contabilizarse en el sector Procesos Industriales y Uso de Producto (IPPU por sus siglas en inglés). El almacenamiento de carbono a largo plazo en sitios de eliminación de residuos sólidos se incluye como elemento informativo. | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |
|                           | 6A1 |    |   |    | Sitios de eliminación de residuos gestionados <sup>3</sup>                      | Un sitio gestionado de eliminación de residuos sólidos debe tener colocación controlada de los residuos (es decir: los residuos son dirigidos a áreas específicas de deposición, hay un grado de control para reciclar y quemar) e incluye por lo menos uno de los siguientes elementos: material protector, compactación mecánica o nivelación de los residuos. Esta categoría puede ser dividida en aeróbicos y anaeróbicos.   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |
|                           | 6A2 |    |   |    | Sitios de eliminación de residuos no gestionados                                | Estos son todos los demás sitios de eliminación de residuos sólidos que no se incluyen en la categoría anterior. Esta categoría puede ser dividida en profundos y superficiales.   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , COVDM  |
|                           | 6A3 |    |   |    | Sitios de eliminación de residuos no categorizados                              | Mezcla de 6A1 y 6A2 descritos más arriba. Los países que no tienen datos sobre la división entre sitios gestionados/no gestionados pueden usar esta categoría.   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , COVDM  |
|                           | 6B  |    |   |    | Tratamiento biológico de los residuos.  | Preparación de abono orgánico y otros tratamientos biológicos de los residuos sólidos. Las emisiones de instalaciones de biogases (digestión anaeróbica) con producción de energía se declaran en el sector Energía (1A4).   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |
|                           | 6C  |    |   |    | Incineración e incineración abierta de residuos.                                | Incineración e incineración abierta de residuos, sin incluir instalaciones para la conversión de residuos en energía. Las emisiones de residuos incinerados para generar energía se declaran en 1A, sector Energía. Las emisiones provenientes de la incineración de residuos agrícolas deben declararse en el sector Agricultura o Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura - USCUS. Todos los gases de efecto invernadero diferentes del CO <sub>2</sub> , como así también el CO <sub>2</sub> provenientes de los residuos sólidos, deben declararse aquí en casos de incineración e incineración abierta.   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |
|                           | 6A1 |    |   |    | Incineración de residuos  | Combustión de residuos sólidos en instalaciones para la incineración controlada  | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |
|                           | 6A2 |    |   |    | Combustión de residuos sólidos en instalaciones para la incineración controlada | Combustión de desechos a la intemperie o en un vertedero abierto.  | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , CO, COVDM                                    |

Figura 1  
Árbol de decisión



### 3.2.2. Determinación de CO<sub>2</sub>

Se realizó de la siguiente forma

1. El muestreo (recolección a pie de vereda), se realizó durante cinco días, que generó un promedio de muestras 73,2 hogares/día.
  
2. Clasificación de RSU:
  - Residuos sólidos orgánicos
  - Residuos reciclables (papel, cartón, vidrio y plástico)
  - Desechos textiles
  - Papel sanitario
  
3. Fase de Laboratorio:

#### **Materiales:**

- Crisoles de 50 y 150 ml

#### **Equipos:**

- Triturador
- Balanza analítica
- Estufa
- Mufla

#### **Procedimiento:**

- Se toma una muestra de 50 kg de RSU, se realiza el cuarteo, tomando una sub muestra de 6 kg de RSU.
- Se tritura la sub muestra y se toma aleatoriamente 10 muestras de 100-120 g/cada una.
- Se deposita la muestra en los crisoles, que son colocados en una mufla a 105° x 24 h, para eliminar la humedad.
- Cuando se evapora la humedad, se colocan las muestras secas en crisoles de 50 ml a 650°/ 4 h, para volatizar la materia orgánica.
- Se procede a la estimar el COT:

$$\% C = \frac{\text{Muestra seca (g)} - \text{Muestra calcinada (g)}}{\text{Muestra seca (g)}} \times 100 \dots (1)$$

## Categorización de RSU

Se detalla en la Tabla 5

Tabla 5  
Categorización de RSU

| DIA          | CATEGORIA    |               |                    |              |                               |               |             |              |               |
|--------------|--------------|---------------|--------------------|--------------|-------------------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
|              | ORGANICO     |               | PAPEL<br>HIGIENICO |              | PLASTICO,<br>PAPEL,<br>CARTÓN |               | TEXTILES    |              | TOTAL<br>DIA  |
|              | kg           | %             | kg                 | %            | kg                            | %             | kg          | %            | Kg            |
| 1            | 208,9        | 55,16         | 46,0               | 12,14        | 113,8                         | 30,05         | 10,0        | 2,64         | 378,7         |
| 2            | 159,20       | 55,68         | 37,6               | 13,15        | 61,2                          | 21,40         | 27,9        | 9,75         | 285,9         |
| 3            | 158,90       | 52,25         | 35,9               | 11,73        | 94,6                          | 30,91         | 16,6        | 5,42         | 306,0         |
| 4            | 178,4        | 54,20         | 39,5               | 12,0         | 81,7                          | 24,82         | 16,0        | 4,86         | 329,1         |
| 5            | 175,60       | 59,46         | 33,9               | 11,47        | 71,1                          | 24,07         | 14,7        | 4,97         | 295,3         |
| <b>TOTAL</b> | <b>722,1</b> | <b>276,75</b> | <b>192,9</b>       | <b>60,49</b> | <b>422,4</b>                  | <b>131,25</b> | <b>85,2</b> | <b>27,64</b> | <b>1595,0</b> |

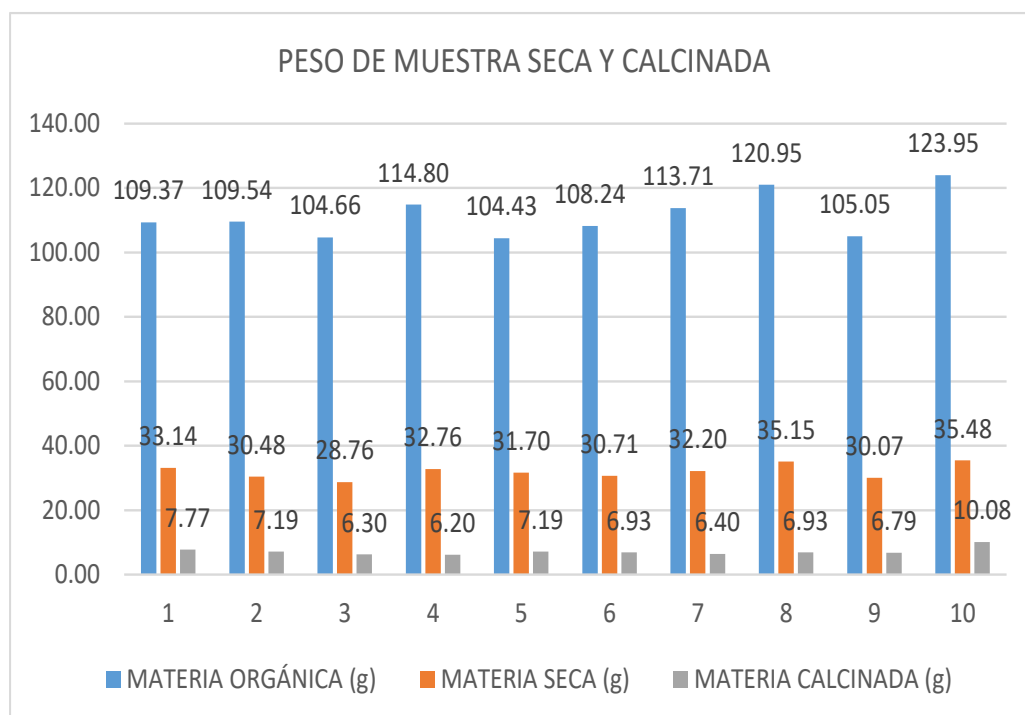
### Cálculo del Porcentaje de Carbono

Se detalla en la Tabla 6, los valores corresponden a 10 muestras a las que se ha extraído la humedad (estufa) y después llevadas a calcinación (mufla) y en la Tabla 7, se muestra el porcentaje de CO<sub>2</sub> (aplicando la ecuación 1). Es importante indicar que se ha descartado el residuo plástico, porque en la calcinación tiende a adherirse al crisol, lo que dificulta su análisis.

Tabla 6  
Peso de muestra seca y calcinada

| MUESTRA | MATERIA ORGÁNICA (g) | MATERIA SECA (g) | MATERIA CALCINADA (g) |
|---------|----------------------|------------------|-----------------------|
| 1       | 109,37               | 33,14            | 7,77                  |
| 2       | 109,54               | 30,48            | 7,19                  |
| 3       | 104,66               | 28,76            | 6,30                  |
| 4       | 114,80               | 32,76            | 6,20                  |
| 5       | 104,43               | 31,70            | 7,19                  |
| 6       | 108,24               | 30,71            | 6,93                  |
| 7       | 113,71               | 32,20            | 6,40                  |
| 8       | 120,95               | 35,15            | 6,93                  |
| 9       | 105,05               | 30,07            | 6,79                  |
| 10      | 123,95               | 35,48            | 10,08                 |

Figura 2  
Peso de muestra seca y calcinada



El porcentaje de carbono de cada muestra, es obtenido empleando la ecuación (1), y del resultado, el 60% es CO<sub>2</sub>.

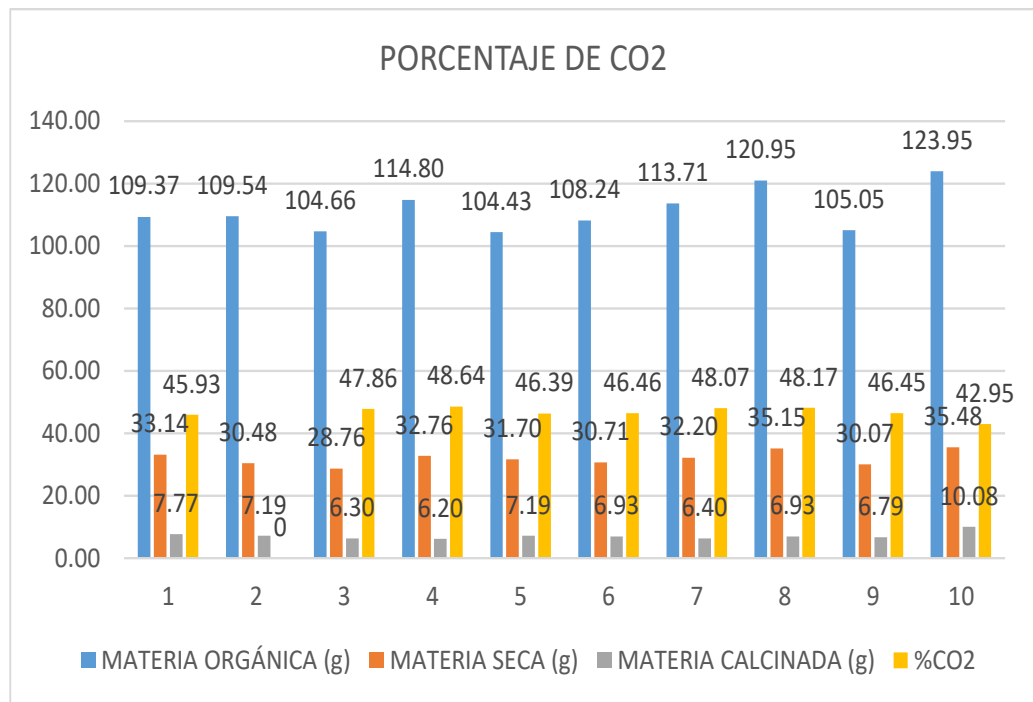
$$\% C = \frac{33,14 - 7,77}{33,14} \times 100 = 76,55 \times 60\% = 45,93 \% C$$

**Muestra 1 = 45,93 % C**

Tabla 7  
Porcentaje de Carbono

| MUESTRA | MATERIA ORGÁNICA (g) | MATERIA SECA (g) | MATERIA CALCINADA (g) | % CO <sub>2</sub> |
|---------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| 1       | 109,37               | 33,14            | 7,77                  | 45,93             |
| 2       | 109,54               | 30,48            | 7,19                  | 45,85             |
| 3       | 104,66               | 28,76            | 6,30                  | 47,86             |
| 4       | 114,80               | 32,76            | 6,20                  | 48,64             |
| 5       | 104,43               | 31,70            | 7,19                  | 46,39             |
| 6       | 108,24               | 30,71            | 6,93                  | 46,46             |
| 7       | 113,71               | 32,20            | 6,40                  | 48,07             |
| 8       | 120,95               | 35,15            | 6,93                  | 48,17             |
| 9       | 105,05               | 30,07            | 6,79                  | 46,45             |
| 10      | 123,95               | 35,48            | 10,08                 | 42,95             |

Figura 3  
Porcentaje de CO<sub>2</sub>



**Calculo del metano:**

En base al Carbono obtenido de cada muestra, se realizó un balance estequiométrico entre productos y reactantes de la Rx que produce de forma natural el metano.

|             |                   |         |                       |                       |                       |
|-------------|-------------------|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| x g muestra | (Dato previo) g C | 1 mol C | 1 mol CH <sub>4</sub> | 16 g CH <sub>4</sub>  |                       |
|             | 100 g muestra     | 12 g C  | 1 mol C               | 1 mol CH <sub>4</sub> | R = g CH <sub>4</sub> |

[9] “Es necesario mencionar el aporte del CH<sub>4</sub> como GEI, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, ha establecido el potencial de calentamiento global (PCG) para los diferentes gases, considerando como base el CO<sub>2</sub>, de esta forma se determinó que el PCG correspondiente al CH<sub>4</sub>, tiene un efecto 21 veces superior como retenedor de calor”.

$$\begin{aligned}
 \text{g CO}_2\text{eq} &= 33,14 \times \frac{54,93 \text{ g C}}{109,37 \text{ g muestra}} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{1 \text{ mol C}} \times \frac{16 \text{ g CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} \\
 &= 18,56 \text{ g CH}_4 \times 21 \text{ (PGG)} \frac{\text{g CO}_2}{\text{g CH}_4} = 389,70 \text{ (muestra 1)}
 \end{aligned}$$

Tabla 8

Metano obtenido en base al Carbono de c/u de las muestras

| MUESTRA | MATERIA ORGÁNICA (g) | MATERIA SECA (g) | MATERIA CALCINADA (g) | % CO <sub>2</sub> | g CO <sub>2</sub> eq |
|---------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| 1       | 109,37               | 33,14            | 7,77                  | 45,93             | 389,70               |
| 2       | 109,54               | 30,48            | 7,19                  | 45,85             | 357,20               |
| 3       | 104,66               | 28,76            | 6,30                  | 47,86             | 360,53               |
| 4       | 114,80               | 32,76            | 6,20                  | 48,64             | 388,68               |
| 5       | 104,43               | 31,70            | 7,19                  | 46,39             | 394,30               |
| 6       | 108,24               | 30,71            | 6,93                  | 46,46             | 369,09               |
| 7       | 113,71               | 32,20            | 6,40                  | 48,07             | 381,18               |
| 8       | 120,95               | 35,15            | 6,93                  | 48,17             | 391,98               |
| 9       | 105,05               | 30,07            | 6,79                  | 46,45             | 372,30               |
| 10      | 123,95               | 35,48            | 10,08                 | 42,95             | 344,27               |

### Metano generado en el distrito de Santiago

En base al CO<sub>2</sub> obtenido, se realizó la ponderación de las muestras en relación a la generación diaria de CO<sub>2</sub>, aplicando la fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ del distrito de Santiago} = \frac{\text{Dato de generación (g/mes)} \times \text{g CO}_2 \text{ eq de cada muestra}}{\text{g muestra seca}}$$

**Reemplazando datos:**

$$\text{CO}_2 \text{ del distrito de Santiago} = \frac{880\,000 \text{ g/mes} \times \text{g } 389,7 \text{ g CO}_2 \text{ eq}}{33,14 \text{ g muestra seca}}$$

$$\text{CO}_2 \text{ del distrito de Santiago} = 1,0348\,126 \text{ g CO}_2 \text{ eq/mes (muestra 1)}$$

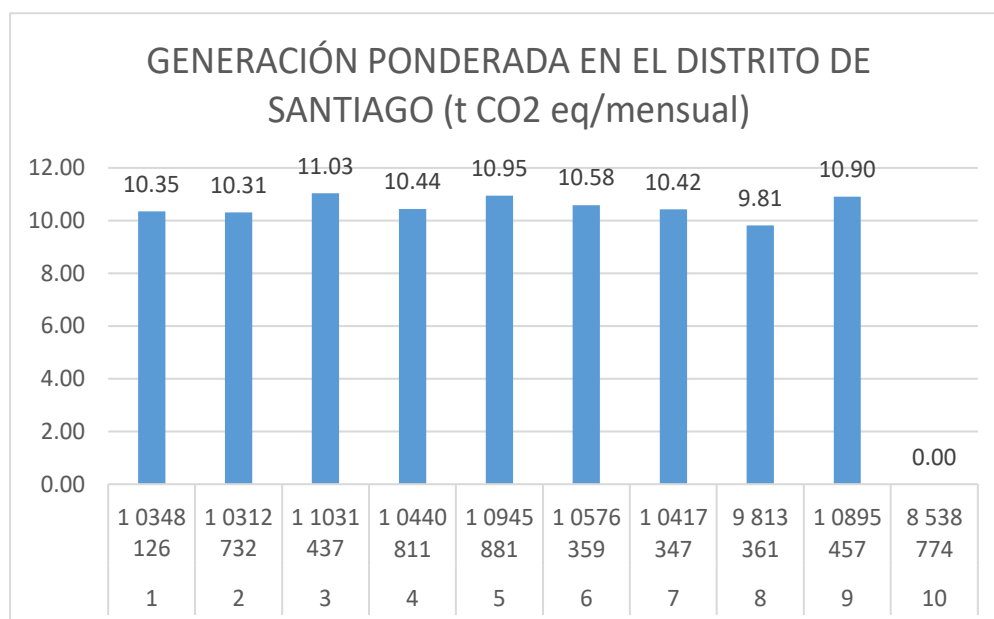
Tabla 9

Promedio de CO<sub>2</sub> eq/día

| MUESTRA      | GENERACIÓN PONDERADA EN EL DISTRITO DE SANTIAGO (g CO <sub>2</sub> eq/mes) | GENERACIÓN PONDERADA EN EL DISTRITO DE SANTIAGO (t CO <sub>2</sub> eq/mes) |
|--------------|--|--|
| 1            | 10 348 126   | 10,35  |
| 2            | 10 312 732   | 10,31  |
| 3            | 11 031 437   | 11,03  |
| 4            | 10 440 811   | 10,44  |
| 5            | 10 945 881   | 10,95  |
| 6            | 10 576 359   | 10,58  |
| 7            | 10 417 347   | 10,42  |
| 8            | 9 813 361  | 9,81   |
| 9            | 10 895 457   | 10,90  |
| 10           | 8 538 774  | 8,54   |
| <b>TOTAL</b> | <b>1,033 028, 58</b>   | <b>10,53</b>   |

Figura 4

Promedio de CO<sub>2</sub> eq/mensual



**Interpretación:**

Los resultados promedios indican que para las diez muestras de RSU, se generan 10,53 t CO<sub>2</sub> eq/mensual

**3.2.3. Generación de metano en el Perú**

Para conocer el aporte CH<sub>4</sub> a nivel de país, se ha considerado:

Población: 32 131 400 (Datos de INEI/año 2020)

Promedio de generación de RSU = 0,57 kg/día (Dato de SINEA)

Estimación de RSU a nivel de país:

$$32\ 131\ 400 \text{ (población)} \times 0,57 \text{ (RSU a nivel de país)} = 18\ 314\ 898\ 000 \text{ g}$$

$$= 18\ 341\ 898 \text{ t RSU}$$

Del total de RSU, generado, hay que considerar que el 50% corresponde a RSO, por lo tanto:

$$\text{El Porcentaje es} = 9\ 170\ 949 \text{ tn de RSO/día}$$

| MUESTRA         | MATERIA SECA (g) | g CO <sub>2</sub> eq |
|-----------------|------------------|----------------------|
| 1               | 33,14            | 389,70               |
| 2               | 30,48            | 357,20               |
| 3               | 28,76            | 360,53               |
| 4               | 32,76            | 388,68               |
| 5               | 31,70            | 394,30               |
| 6               | 30,71            | 369,09               |
| 7               | 32,20            | 381,18               |
| 8               | 35,15            | 391,98               |
| 9               | 30,07            | 372,30               |
| 10              | 35,48            | 344,27               |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>32,05</b>     | <b>374,92</b>        |

$$\text{CO}_2\text{Perú} = \frac{9\,170\,949 \text{ g/día (generado por Perú)} + 374,92 \text{ g CO}_2 \text{ eq}}{32,05 \text{ g muestra seca}}$$

$$\text{CO}_2\text{Perú} = 286\,156\,752 \text{ g CO}_2 \text{ eq/día}$$

$$\text{CO}_2 \text{ Perú} = 286\,156 \text{ t CO}_2 \text{ eq /día}$$

### 3.3. ENCUESTA APLICADA A LA POBLACIÓN Y FUNCIONARIOS DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO

#### 3.3.1. Encuesta a la población

1. ¿Cuánta cantidad aproximada de residuos se genera en su hogar semanalmente?

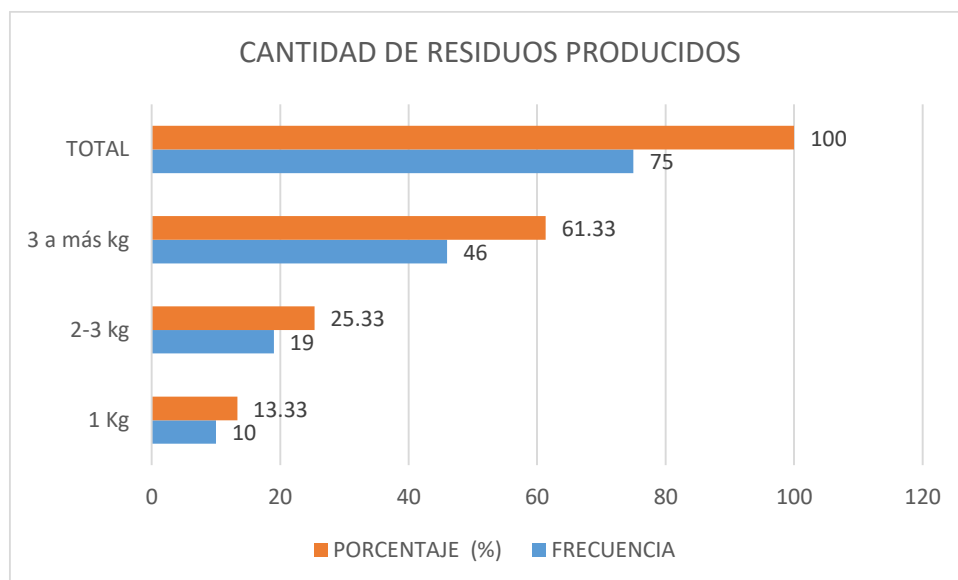
Tabla 10

Cantidad aproximada de residuos

| CANTIDAD DE RESIDUOS PRODUCIDOS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------------|------------|----------------|
| 1 Kg                            | 10         | 13,33          |
| 2-3 kg                          | 19         | 25,33          |
| 3 a más kg                      | 46         | 61,33          |
| TOTAL                           | 75         | 100            |

Figura 5

Cantidad aproximada de residuos



#### Interpretación:

La población entrevistada indica que en sus hogares se producen más de 3 kg de residuos, el 25,33% de 2 a 3 kg y el 13,33% sólo produce 1 kg.

2. ¿En su vivienda, cuántas personas viven?

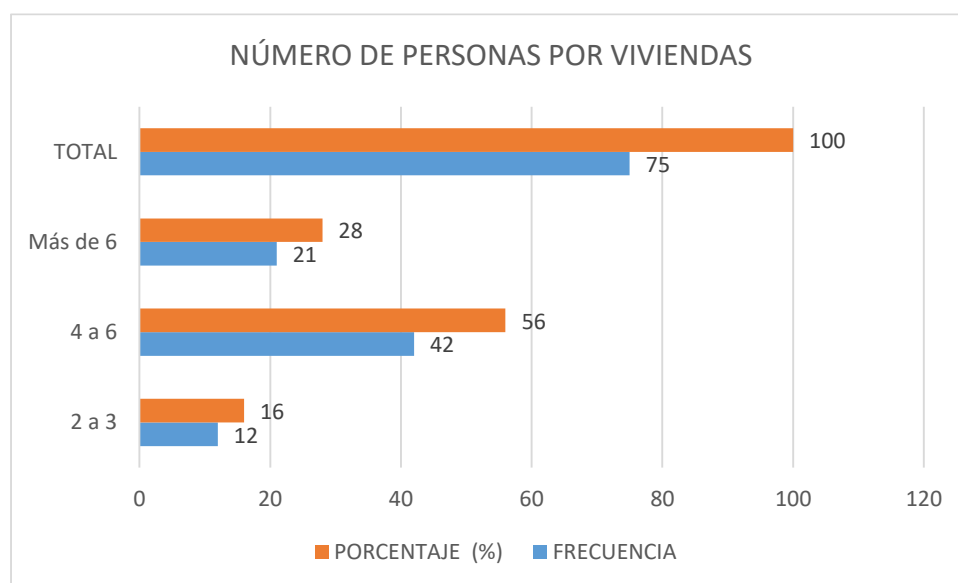
Tabla 11

Número de personas por vivienda

| NÚMERO DE PERSONAS<br>POR VIVIENDAS | FRECUENCIA | PORCENTAJE<br>(%) |
|-------------------------------------|------------|-------------------|
| 2 a 3                               | 12         | 16,0              |
| 4 a 6                               | 42         | 56,0              |
| Más de 6                            | 21         | 28,0              |
| TOTAL                               | 75         | 100               |

Figura 6

Número de personas por vivienda



**Interpretación:**

El 56,0% de población entrevistada indica que en sus hogares habitan de 4 a 6 personas, el 28,0% más de 6 y el 16,0% señalan que viven de 2 a 3 personas.

3. ¿En la semana, la Municipalidad cuentas veces se realiza la recolección de residuos?

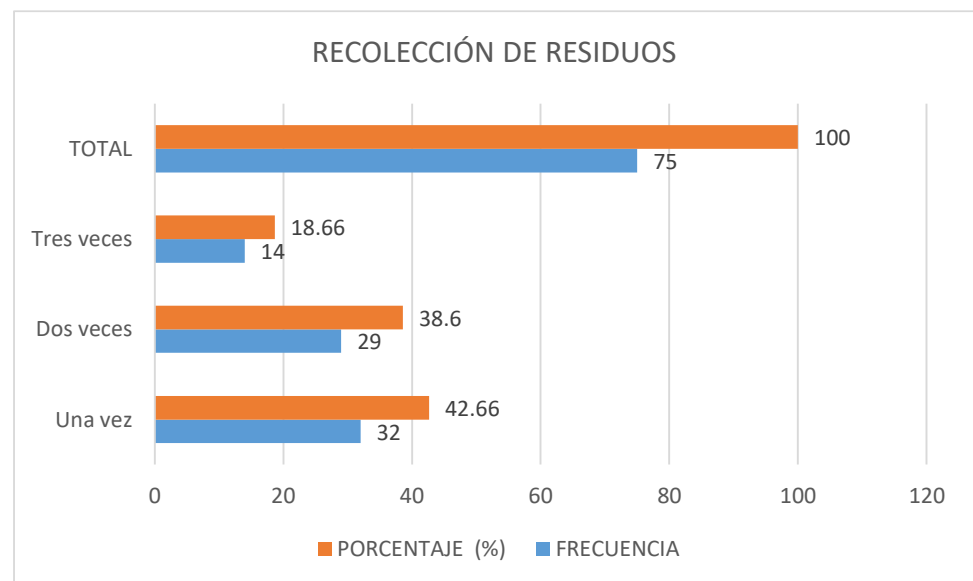
Tabla 12

Recolección de residuos por la Municipalidad

| RECOLECCIÓN DE RESIDUOS | DE FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------|---------------|----------------|
| Una vez                 | 32            | 42,66          |
| Dos veces               | 29            | 38,6           |
| Tres veces              | 14            | 18,66          |
| TOTAL                   | 75            | 100            |

Figura 7

Recolección de residuos por la Municipalidad



**Interpretación:**

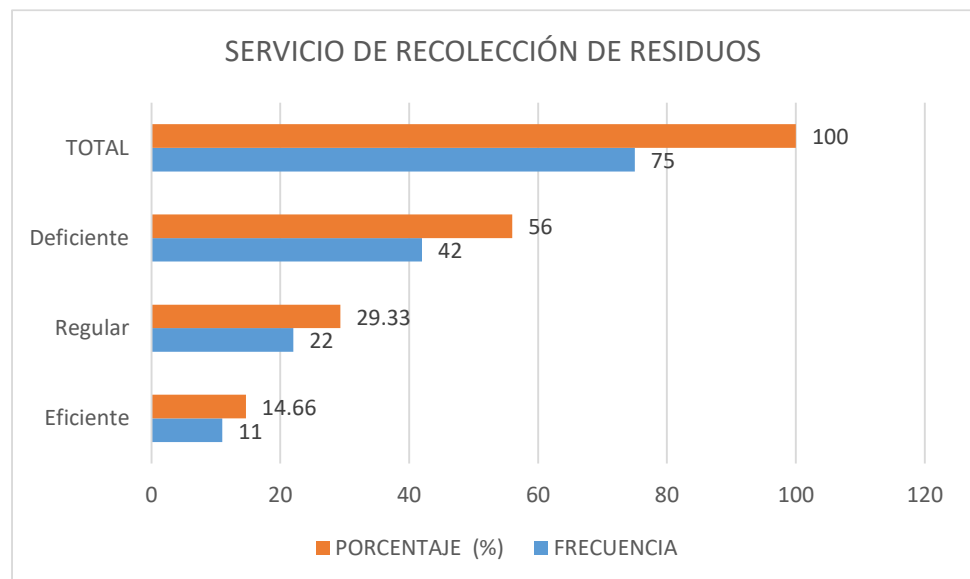
El 42,22 % de población entrevistada indica que la Municipalidad brinda el servicio de recolección una vez a la semana, el 38,6% dos veces y el 18,66% señalan que tres veces.

4. ¿Cómo califica Ud., el servicio de recolección de residuos?

Tabla 13  
Servicio de recolección de residuos

| SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------------------|------------|----------------|
| Eficiente                           | 11         | 14,66          |
| Regular                             | 22         | 29,33          |
| Deficiente                          | 42         | 56,0           |
| TOTAL                               | 75         | 100            |

Figura 8  
Servicio de recolección de residuos



**Interpretación:**

El 42,22 % de población entrevistada califica el servicio de recolección como deficiente, el 29,33% regular y el 56,0% señalan que deficiente.

5. ¿Considera Ud., que los residuos que se generan en su hogar se pueden aprovechar (reciclar o reutilizar)?

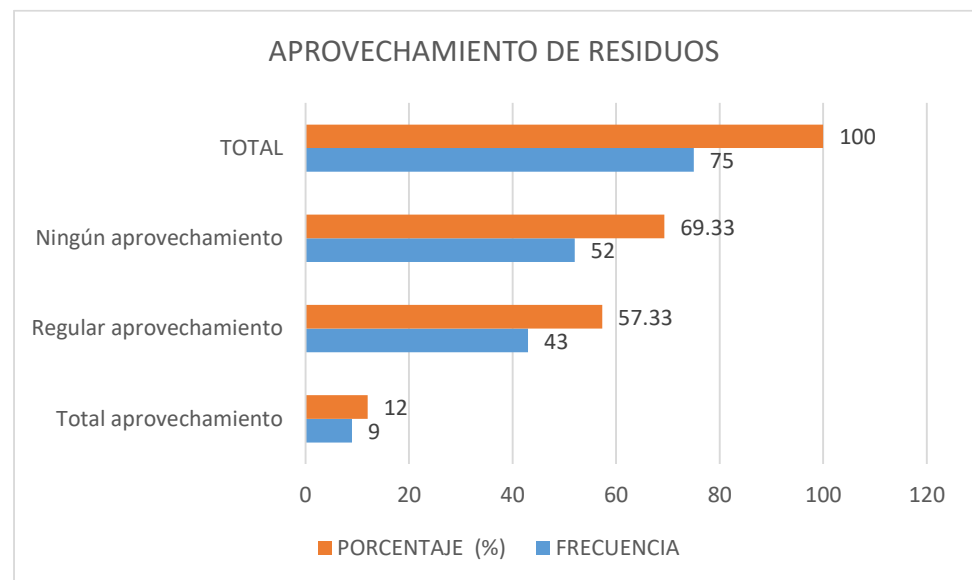
Tabla 14

Aprovechamiento de residuos

| APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-----------------------------|------------|----------------|
| Total aprovechamiento       | 9          | 12,0           |
| Regular aprovechamiento     | 43         | 57,33          |
| Ningún aprovechamiento      | 52         | 69,33          |
| TOTAL                       | 75         | 100            |

Figura 9

Aprovechamiento de residuos



**Interpretación:**

El 69,33 % de población entrevistada indica que estos residuos no tienen ningún aprovechamiento, el 57,33% regular aprovechamiento y el 12,0% señalan que estos residuos se pueden aprovechar en su totalidad.

6. ¿En su hogar, cual son los residuos que se genera en mayor cantidad?

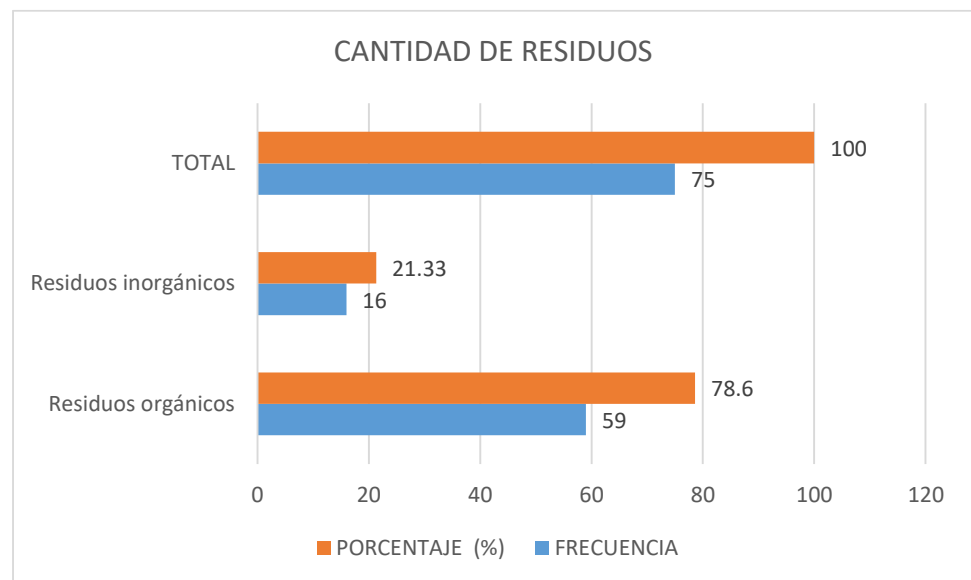
Tabla 15

Cantidad de residuos

| CANTIDAD DE RESIDUOS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|----------------------|------------|----------------|
| Residuos orgánicos   | 59         | 78,6           |
| Residuos inorgánicos | 16         | 21,33          |
| TOTAL                | 75         | 100            |

Figura 10

Cantidad de residuos



**Interpretación:**

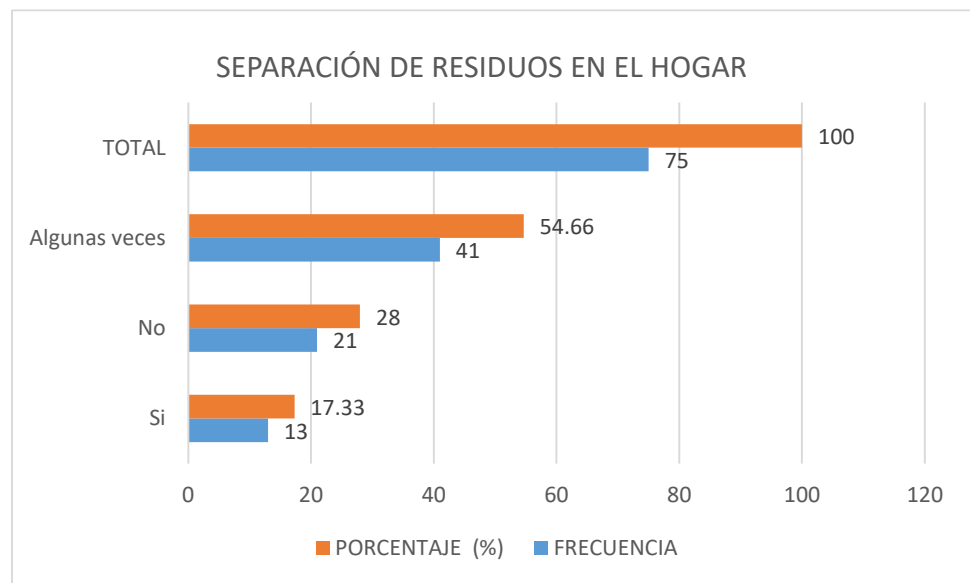
El 78,66 % de población entrevistada indica que estos residuos que producen en mayor cantidad son los residuos orgánicos y el 21,33% señalan que producen residuos inorgánicos.

7. ¿Realizaría Ud., en su hogar la separación de residuos por su composición?

Tabla 16  
Separación de residuos

| SEPARACIÓN DE RESIDUOS | DE | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|------------------------|----|------------|----------------|
| Si                     |    | 13         | 17,33          |
| No                     |    | 21         | 28,0           |
| Algunas veces          |    | 41         | 54,66          |
| TOTAL                  |    | 75         | 100            |

Figura 11  
Separación de residuos



**Interpretación:**

El 54,66% de población entrevistada indica que algunas veces realiza esta separación de residuos, el 28,0% no realiza y el 17,33% señalan que si realizan esta separación.

8. ¿Cree Ud. que para la separación de los residuos en la fuente, la Municipalidad debe implementar....?

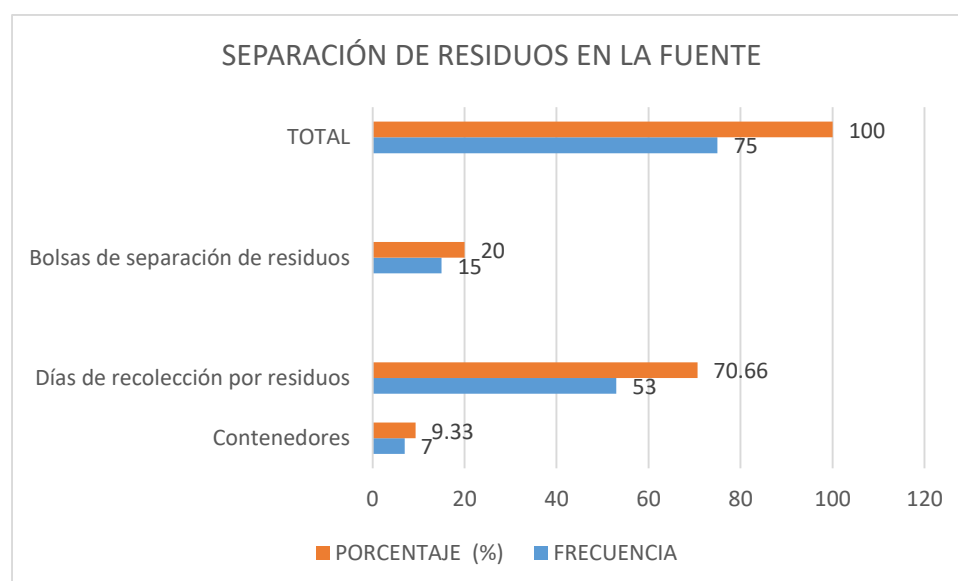
Tabla 17

Separación de residuos en la fuente

| SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA FUENTE | DE | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------------------|----|------------|----------------|
| Contenedores                        |    | 7          | 9,33           |
| Días de recolección por residuos    |    | 53         | 70,66          |
| Bolsas de separación de residuos    |    | 15         | 20,0           |
| TOTAL                               |    | 75         | 100            |

Figura 12

Separación de residuos en la fuente



**Interpretación:**

El 70,66% de población entrevistada indica que la Municipalidad debe implementar más días de recolección de residuos, el 20,0% la Municipalidad debe brindar bolsas de plástico para la separación de residuos y el 9,33% señalan que se deben instalar contenedores.

9. ¿Compraría Ud. para su hogar, tachos por colores para la separación de los residuos?

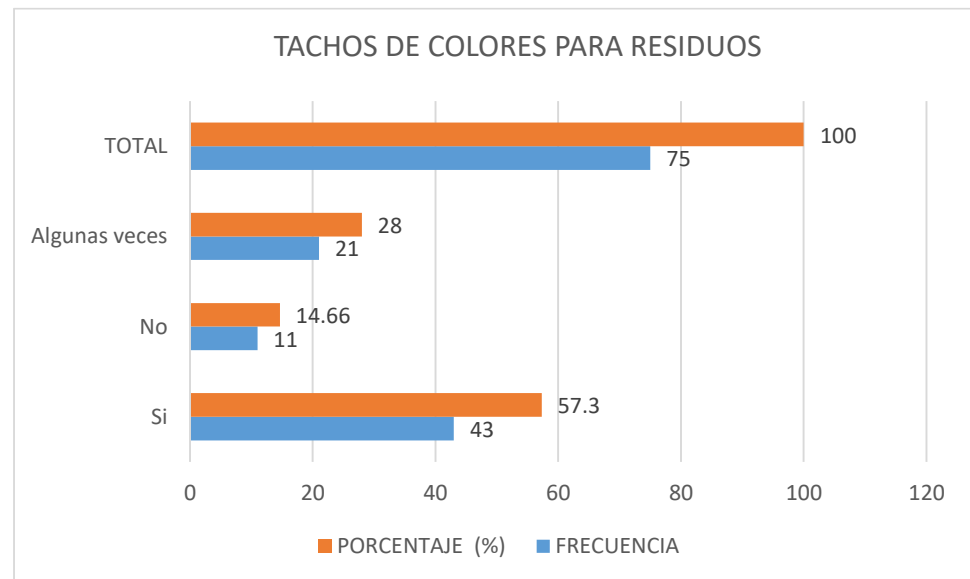
Tabla 18

Tachos por colores para residuos

| TACHOS DE COLORES PARA RESIDUOS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------------|------------|----------------|
| Si                              | 43         | 57,3           |
| No                              | 11         | 14,66          |
| Algunas veces                   | 21         | 28,0           |
| TOTAL                           | 75         | 100            |

Figura 13

Tachos por colores para residuos



**Interpretación:**

El 57,3% de población entrevistada indica que sí compraría los tachos de colores para diferenciar la separación de los residuos, el 28,0% compraría algunas veces y el 14,66% señalan que no comprarían estos tachos.

10. ¿Cómo califica Ud., la eficiencia de la gestión municipal de los RSU?

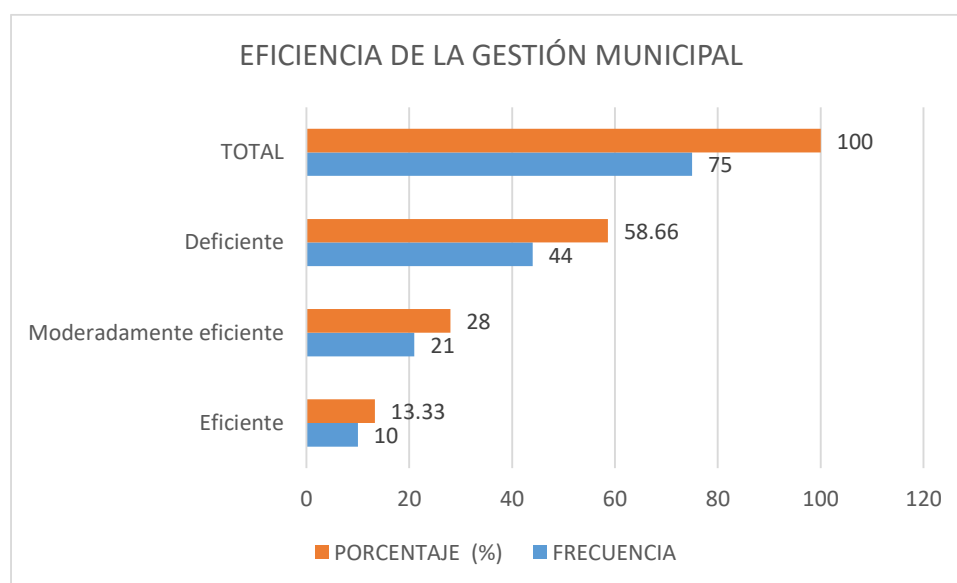
Tabla 19

Eficiencia de la gestión municipal

| EFICIENCIA DE LA GESTIÓN MUNICIPAL | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|------------------------------------|------------|----------------|
| Eficiente                          | 10         | 13,33          |
| Moderadamente eficiente            | 21         | 28,0           |
| Deficiente                         | 44         | 58,66          |
| TOTAL                              | 75         | 100            |

Figura 14

Eficiencia de la gestión municipal



**Interpretación:**

El 58,66 % de población entrevistada indica que la gestión municipal es deficiente en el servicio de los RSU, el 28,0% moderadamente eficiente y el 13,33% señalan que es eficiente.

11. ¿Actualmente participa Ud. en programas de separación de RSU?

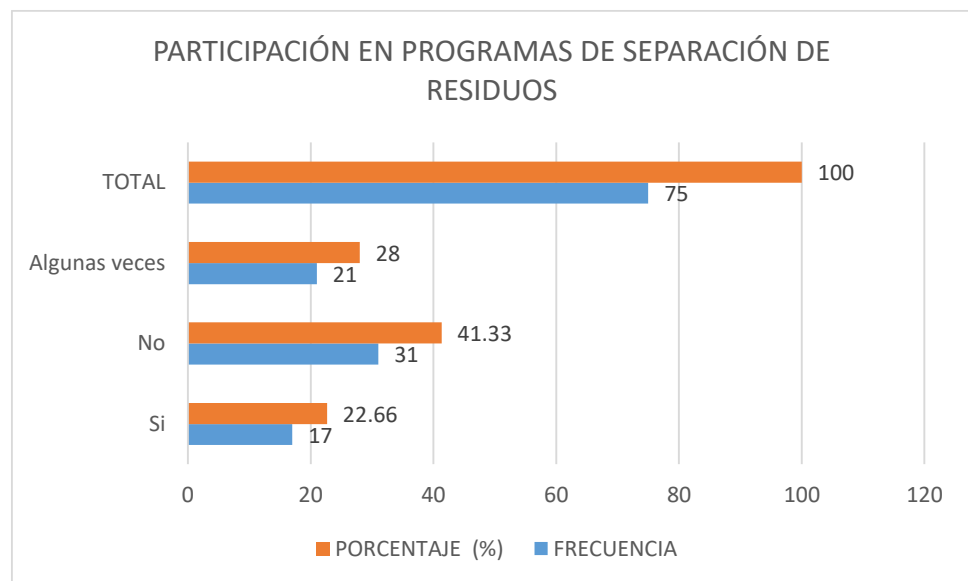
Tabla 20

Participación en programas de separación de RSU

| PARTICIPACIÓN EN PROGRAMAS DE SEPARACIÓN DE RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---|------------|----------------|
| Si  | 17         | 22,66          |
| No  | 31         | 41,33          |
| Algunas veces                                   | 21         | 28,0           |
| TOTAL   | 75         | 100            |

Figura 15

Participación en programas de separación de RSU



**Interpretación:**

El 41,33% de población entrevistada indica que no participa en programas de separación de RSU, el 22,66 % participa y el 28,0% señalan que algunas veces.

12. ¿Quema la basura acumulada en su hogar?

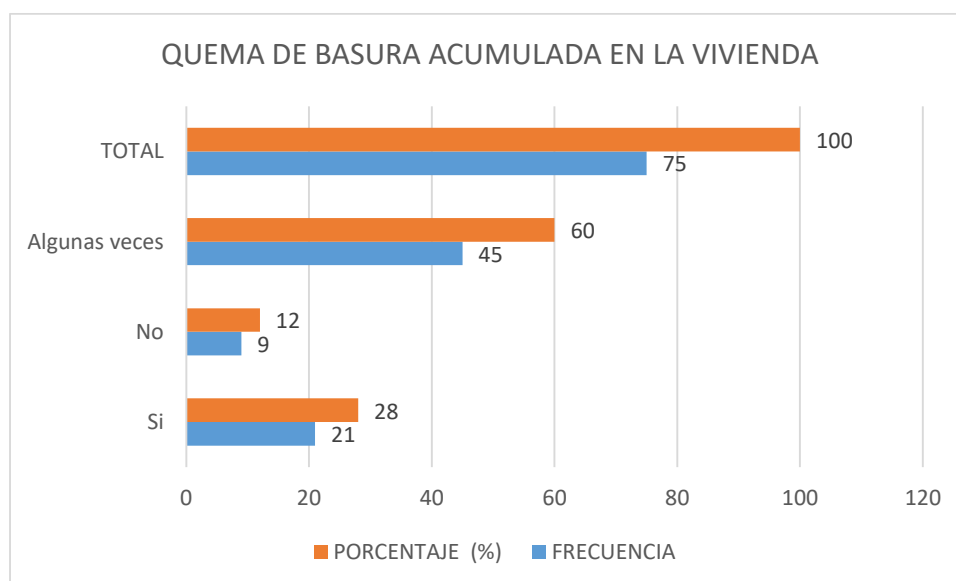
Tabla 21

Quema de basura acumulada

| QUEMA DE BASURA ACUMULADA | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------|------------|----------------|
| Si                        | 21         | 28,0           |
| No                        | 9          | 12,0           |
| Algunas veces             | 45         | 60,0           |
| TOTAL                     | 75         | 100            |

Figura 16

Quema de basura acumulada



**Interpretación:**

El 60,0% de población entrevistada indica que algunas veces quema la basura acumulada, el 28,0 % responde que si la quema y el 12,0% señalan que no.

13. ¿La quema de basura genera gases, considera Ud. que estos gases afectan su salud o al medio ambiente?

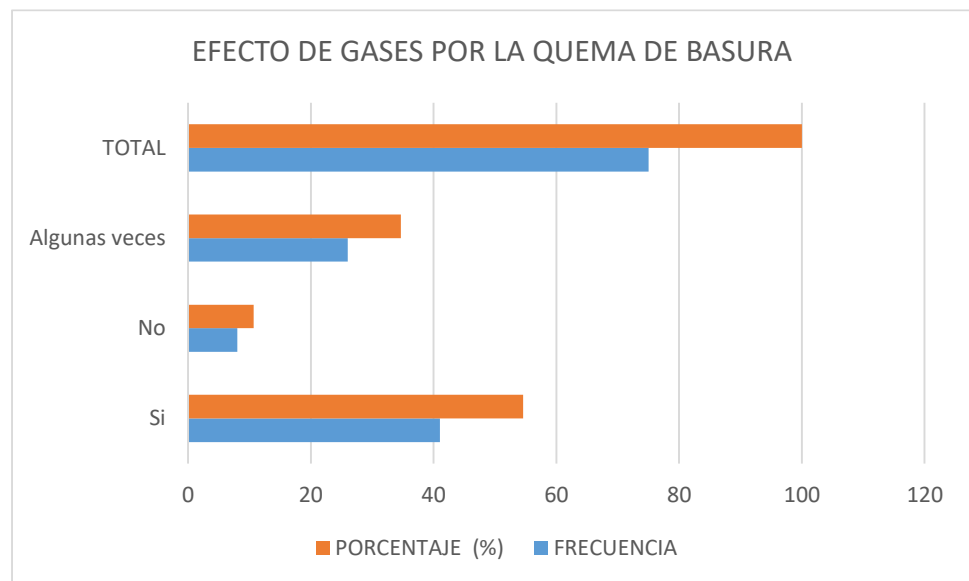
Tabla 22

Efecto de gases por la quema de basura

| EFFECTO DE GASES POR LA QUEMA DE BASURA | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---|------------|----------------|
| Si                                      | 41         | 54,6           |
| No                                      | 8          | 10,66          |
| Algunas veces                           | 26         | 34,66          |
| TOTAL                                   | 75         | 100            |

Figura 17

Efecto de gases por la quema de basura



**Interpretación:**

El 54,6% de población entrevistada indica que la quema de la basura les afecta su salud e impacta en el medio ambiente, el 34,66% responde que algunas veces y el 10,66% señalan que no.

14. ¿Considera Ud., que al depositar los RSU., en la calle ó los botaderos impacta en el medio ambiente?

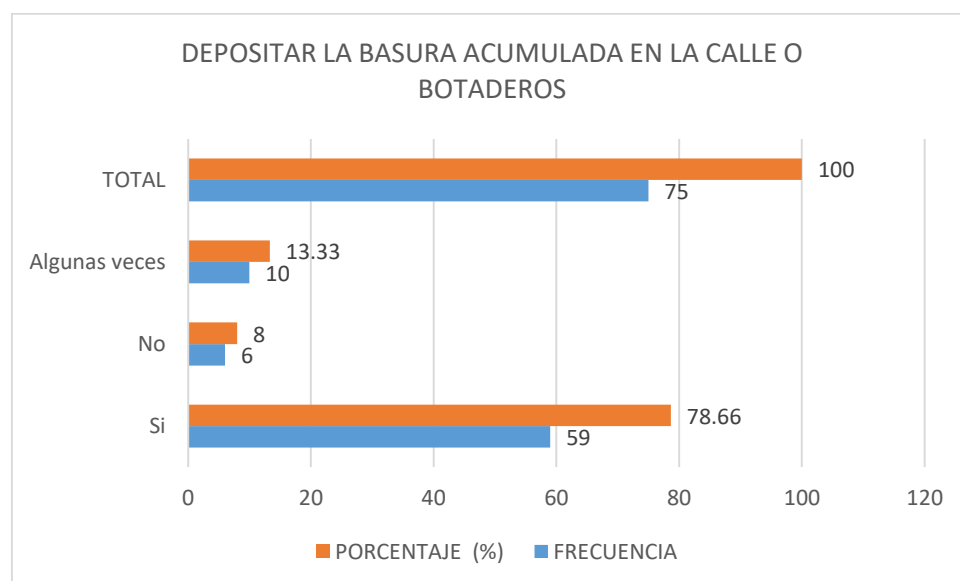
Tabla 23

Depositar la basura acumulada en la calle o botaderos

| DEPOSITAR LA BASURA ACUMULADA EN LA CALLE O BOTADEROS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---|------------|----------------|
| Si  | 59         | 78,66          |
| No  | 6          | 8,0            |
| Algunas veces   | 10         | 13,33          |
| TOTAL   | 75         | 100            |

Figura 18

Depositar la basura acumulada en la calle o botaderos



**Interpretación:**

El 78,66 % de población entrevistada indica que el depositar los residuos en la calle o los botadero si impacta en el medio ambiente, el 13,33% responde que algunas veces y el 8,0 % señalan que no.

15. ¿Si la Municipalidad realiza capacitaciones para la segregación de RSU., participaría Ud.?

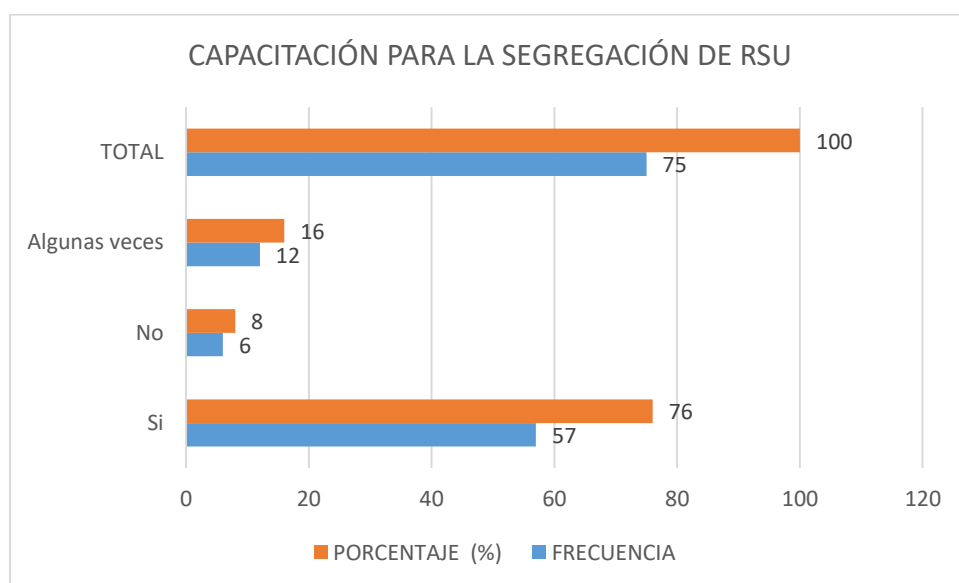
Tabla 24

Capacitación para la segregación de RSU

| CAPACITACIÓN PARA LA SEGREGACIÓN DE LOS RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---|------------|----------------|
| Si  | 57         | 76,0           |
| No  | 6          | 8,0            |
| Algunas veces                               | 12         | 16,0           |
| TOTAL                                       | 75         | 100            |

Figura 19

Capacitación para la segregación de RSU



**Interpretación:**

El 76,0 % de población entrevistada indica que si participaría en las capacitaciones, el 16,0% responde que algunas veces y el 8,0 % señalan que no participaría.

### 3.3.2. Encuesta a funcionarios de la Municipalidad

1. ¿Aproximadamente cuantas toneladas de RSD., recoge el personal de limpieza de la Municipalidad?

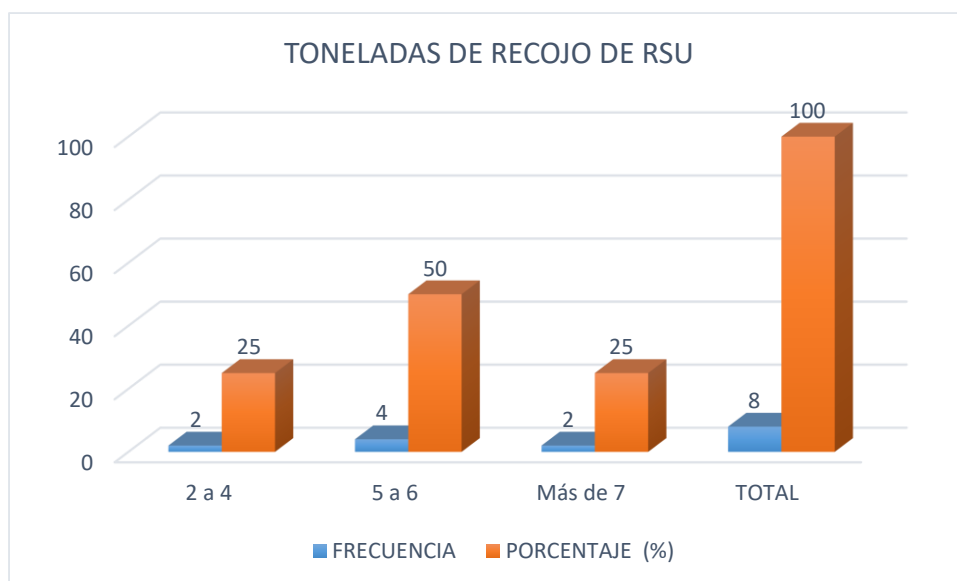
Tabla 25

Toneladas de recojo de RSU

| TONELADAS DE RECOJO DE LOS RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|--------------------------------|------------|----------------|
| 2 a 4                          | 2          | 25,0           |
| 5 a 6                          | 4          | 50,0           |
| Más de 7                       | 2          | 25,0           |
| TOTAL                          | 08         | 100            |

Figura 20

Toneladas de RSU



#### Interpretación:

El 50,0% de los funcionarios encuestados indican de 4 a 6 tn, el 25,0% de 5 a 6 tn y el 25,0% más de 7 tn.

2. ¿La Municipalidad tiene y aplica un Programa de Separación de RSU?

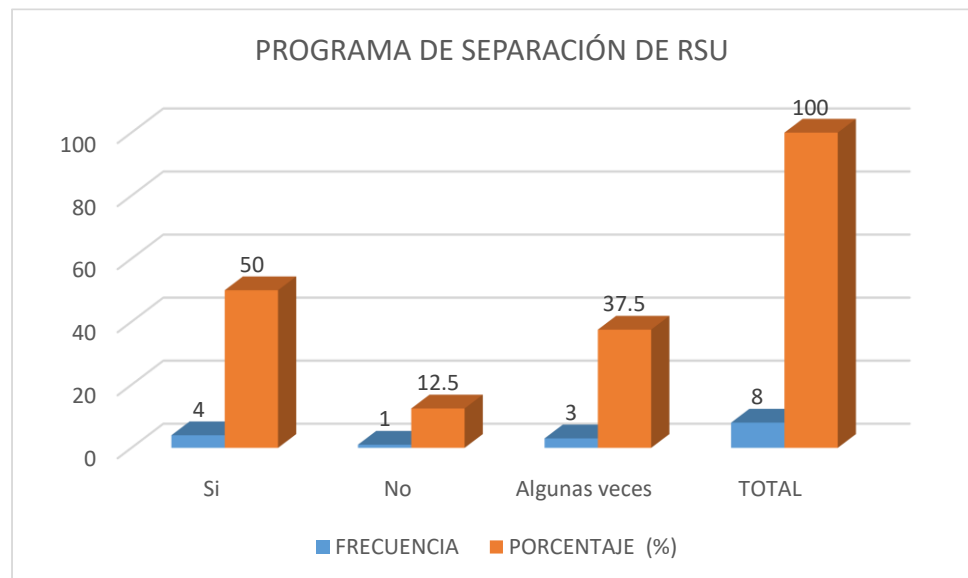
Tabla 26

Programa de separación de RSU

| PROGRAMA DE SEPARACIÓN DE RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------------|------------|----------------|
| Si                            | 4          | 50,0           |
| No                            | 1          | 12,5           |
| Algunas veces                 | 3          | 37,5           |
| TOTAL                         | 08         | 100            |

Figura 21

Programa de separación de RSU



**Interpretación:**

El 50,0% de los funcionarios encuestados indican que si tienen un programa de separación de RSU, el 37,5% responden que algunas veces y el 12,5 % señalan que no.

3. ¿La Municipalidad, dentro de su Plan de Trabajo Municipal, prioriza el manejo de los RSU?

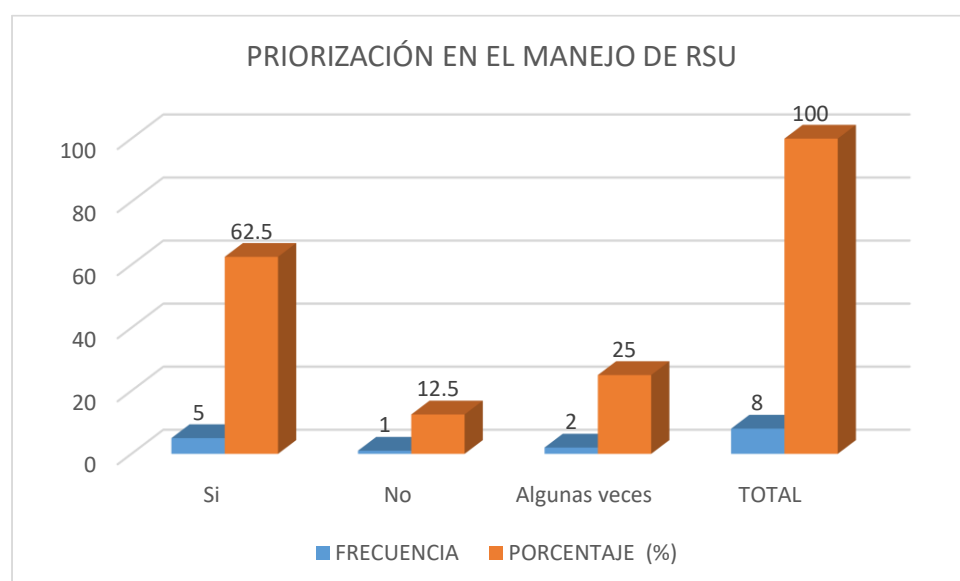
Tabla 27

Priorización en el manejo de RSU

| PRIORIZACIÓN EN EL MANEJO DE RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|----------------------------------|------------|----------------|
| Si                               | 5          | 62,5           |
| No                               | 1          | 12,5           |
| Algunas veces                    | 2          | 25,0           |
| TOTAL                            | 08         | 100            |

Figura 22

Priorización en el manejo de RSU



**Interpretación:**

El 62,5% de los funcionarios encuestados indican que la municipalidad si prioriza el manejo de los RSU, el 25,0% responden que algunas veces y el 12,5 % señalan que no.

4. ¿Para la gestión integral de los RS, el presupuesto que le asigna el estado, es el adecuado?

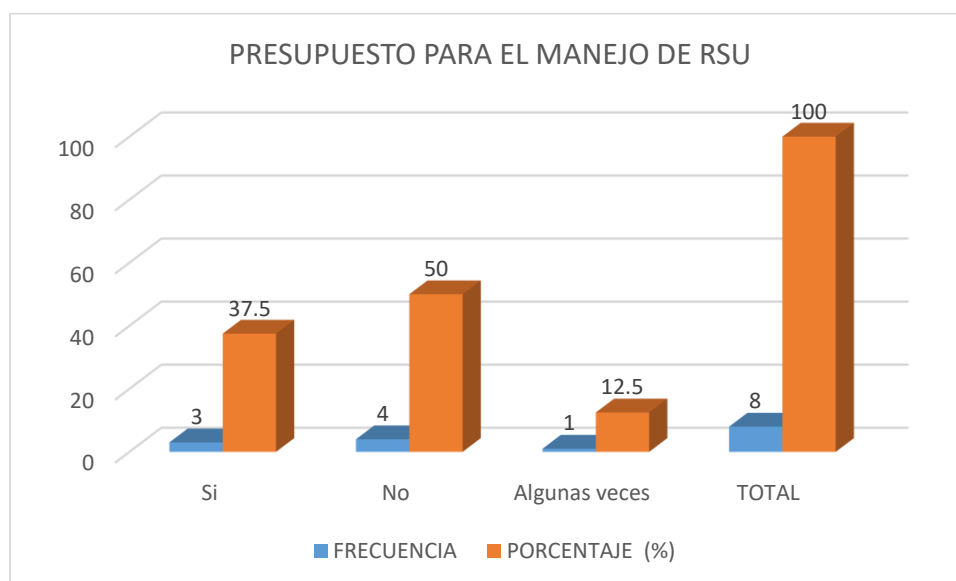
Tabla 28

Presupuesto para el manejo de RSU

| PRESUPUESTO PARA EL MANEJO DE RSU | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-----------------------------------|------------|----------------|
| Si                                | 3          | 37,5           |
| No                                | 4          | 50,0           |
| Algunas veces                     | 1          | 12,5           |
| TOTAL                             | 08         | 100            |

Figura 23

Presupuesto para el manejo de RSU



**Interpretación:**

El 50,0 % de los funcionarios encuestados indican que el presupuesto asignado no es suficiente, el 37,7 % responden que sí y el 12,5 % señalan que algunas veces.

5. ¿Considera Ud. importante que se debe fomentar en la población la separación selectiva de los RSU en sus hogares?

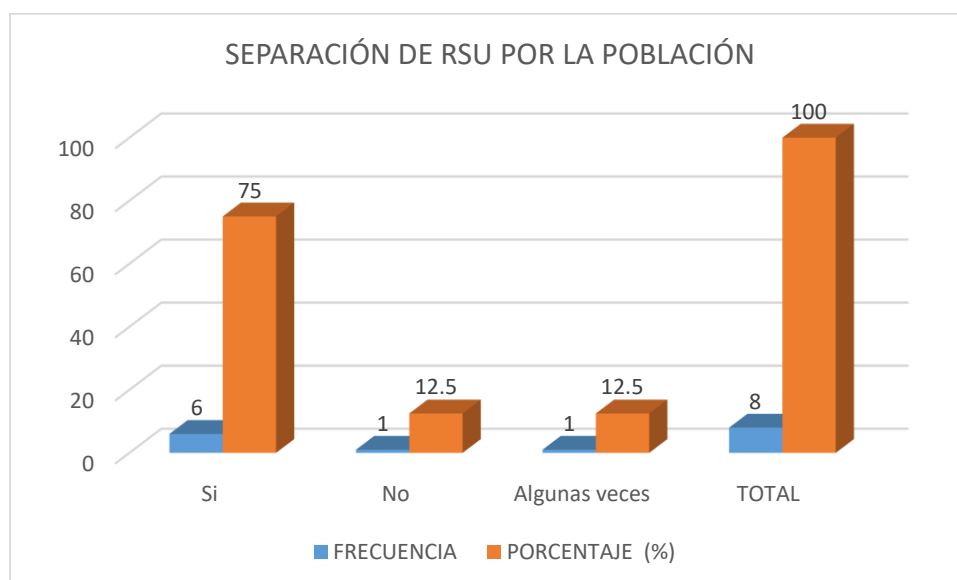
Tabla 29

Separación de RSU por la población

| SEPARACION DE RSU POR LA POBLACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|------------------------------------|------------|----------------|
| Si                                 | 6          | 75,0           |
| No                                 | 1          | 12,5           |
| Algunas veces                      | 1          | 12,5           |
| TOTAL                              | 08         | 100            |

Figura 24

Separación de RSU por la población



**Interpretación:**

El 75,0 % de los funcionarios encuestados indican que es importante fomentar la separación de los residuos en su hogar, el 12,5 % responden que no y el 12,5 % señalan que algunas veces.

6. ¿Ha realizado Ud. campañas de sensibilización para que la población no quemé los residuos?

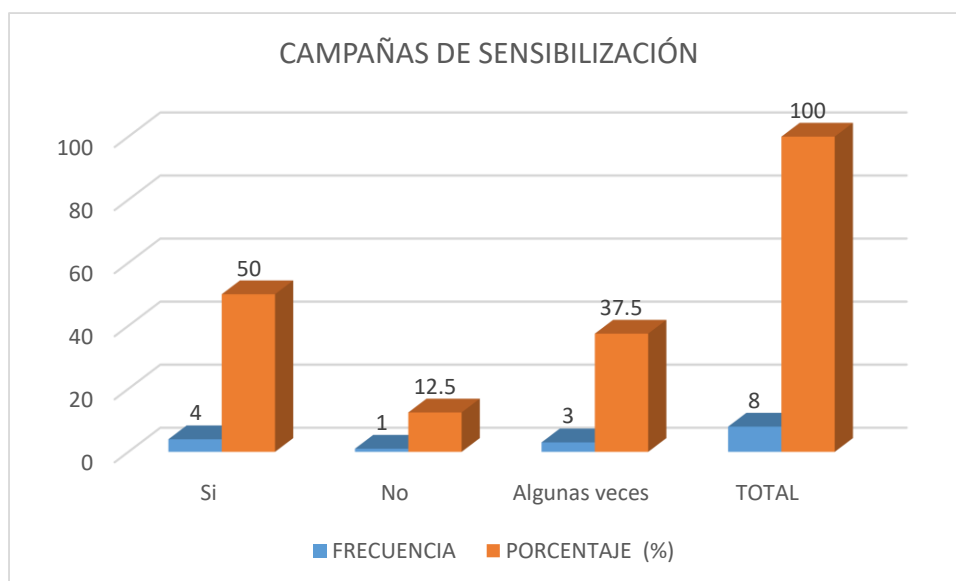
Tabla 30

Campañas de sensibilización

| CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|-----------------------------|------------|----------------|
| Si                          | 4          | 50,0           |
| No                          | 1          | 12,5           |
| Algunas veces               | 3          | 37,5           |
| TOTAL                       | 08         | 100            |

Figura 25

Campañas de sensibilización



**Interpretación:**

El 50,0 % de los funcionarios encuestados indican que si realizan campañas de sensibilización para que la población no quemé los residuos, el 37,5 % responden que algunas veces y el 12,5% señalan que no.

7. ¿Cree Ud., que la participación de la población en la GIRS, mejorará el servicio de recolección de los RSU?

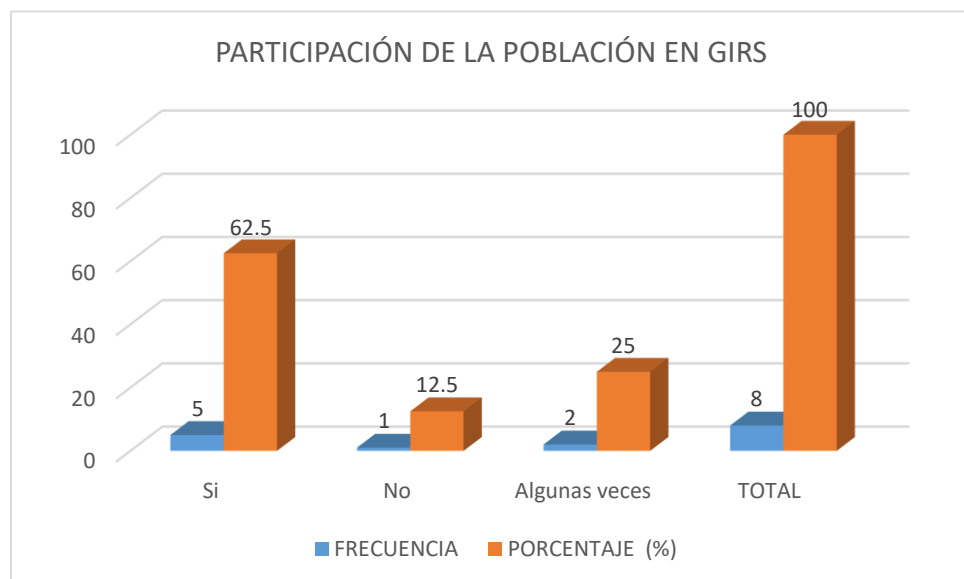
Tabla 31

Participación de la población en la GIRS

| PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN EN GIRS | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------------------|------------|----------------|
| Si                                    | 5          | 62,5           |
| No                                    | 1          | 12,5           |
| Algunas veces                         | 2          | 25,0           |
| TOTAL                                 | 08         | 100            |

Figura 26

Participación de la población en la GIRS



**Interpretación:**

El 62,5% de los funcionarios encuestados indican que es importante la participación de la población en la GIRS, el 25,0 % responden que algunas veces y el 12,5% señalan que no.

8. ¿La Municipalidad tiene Programas de Educación Ambiental para empoderar a la población en la GIRS?

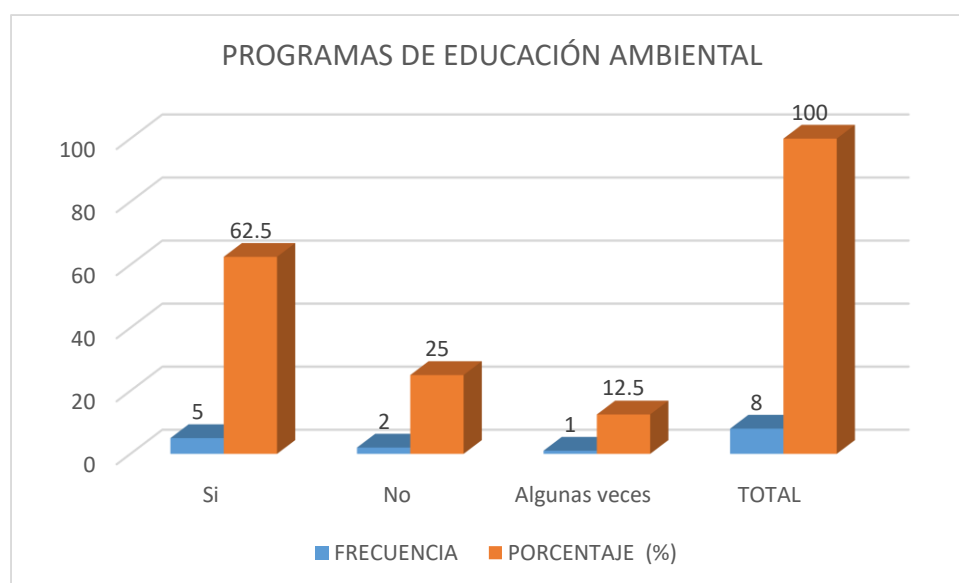
Tabla 32

Programas de Educación Ambiental

| PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL | FRECUENCIA | PORCENTAJE (%) |
|----------------------------------|------------|----------------|
| Si                               | 5          | 62,5           |
| No                               | 2          | 25,0           |
| Algunas veces                    | 1          | 12,5           |
| TOTAL                            | 08         | 100            |

Figura 27

Programas de Educación Ambiental



**Interpretación:**

El 62,5% de los funcionarios encuestados indican que la municipalidad tiene programas de Educación Ambiental, el 25,0 % responden que no y el 12,5% señalan que algunas veces.

### 3.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 3.4.1. Hipótesis principal

Ha: La valoración influye significativamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos- Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

Ho: La valoración no influye significativamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos- Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.

Para la contrastación de la Hipótesis, se utilizó el método estadístico de Hanssen, este [9] “método permitió establecer una relación lineal con pendiente negativa entre la probabilidad de ocurrencia y el parámetro bajo control”.

El parámetro que se ha controlado es la generación de RSU, de acuerdo al método de Hanssen:

1. Ordenar los datos de forma descendente.
2. Asignar un número de orden a los datos (muestras)
3. Aplicar formula (1) para determinar la frecuencia de cada muestra (valores)

$$f = N_i / N_t + 1 \dots (1)$$

4. Se determina la probabilidad de ocurrencia (formula 2) de cada uno de los valores hallados:

$$\% P = f * 100 \dots (2)$$

5. Aplicar la ecuación de la recta, donde:

X = probabilidad de ocurrencia

Y = RSU (variable analizada)

$$Y = b + mx \dots \dots \dots \text{ Ecuación de la recta}$$

Donde:

b = RSU

m = pendiente (-0,24)

X = probabilidad de ocurrencia

En la Tabla 33, se muestra los valores obtenidos de la muestra cuando se aplicó el método estadísticos de Hanssen.

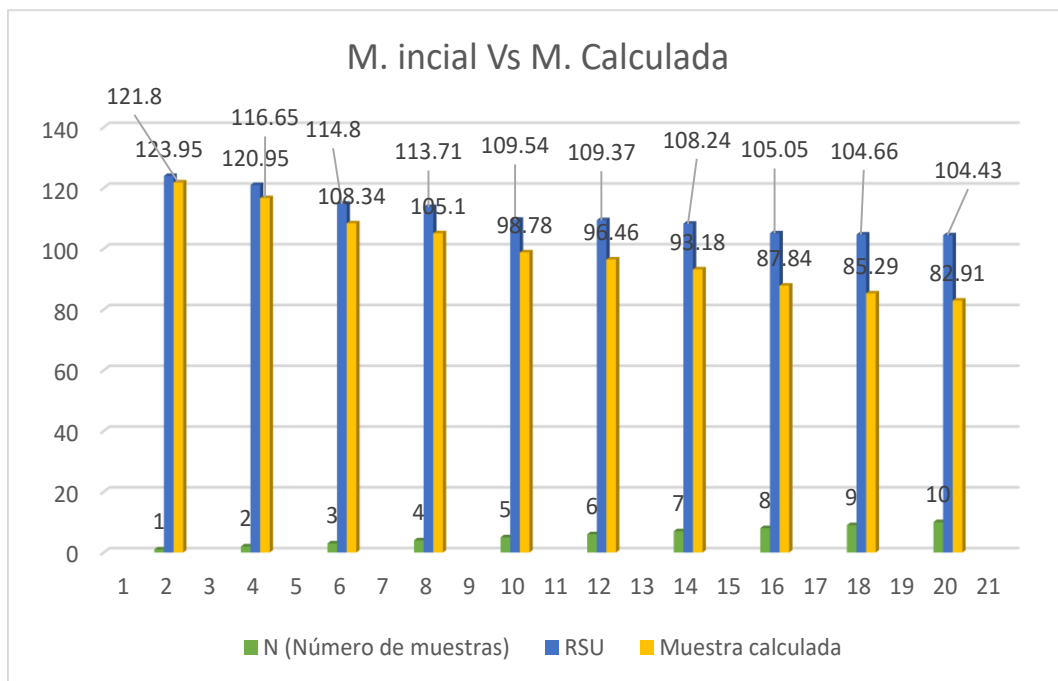
Tabla 33

Método estadístico de Hanssen

| N<br>(Número<br>de<br>muestras) | $F = \frac{N_i}{(N_t + 1)}$ | Probabilidad<br>de<br>ocurrencia<br>$P = f * 100$ | RSU    | Muestra<br>calculada |
|---------------------------------|-----------------------------|---|--------|----------------------|
| 1                               | 0,09090909                  | 9,09  | 123,95 | 121.80               |
| 2                               | 0,18181818                  | 18,18   | 120,95 | 116.65               |
| 3                               | 0,27272727                  | 27,27   | 114,8  | 108.34               |
| 4                               | 0,36363636                  | 36,36   | 113,71 | 105.10               |
| 5                               | 0,45454545                  | 45,45   | 109,54 | 98.78                |
| 6                               | 0,54545455                  | 54,55   | 109,37 | 96.46                |
| 7                               | 0,63636364                  | 63,64   | 108,24 | 93,18                |
| 8                               | 0,72727273                  | 72,73   | 105,05 | 87.84                |
| 9                               | 0,81818182                  | 81,82   | 104,66 | 85.29                |
| 10                              | 0,90909091                  | 90,91   | 104,43 | 82,91                |

Figura 28

Muestra inicial Vs Muestra calculada



De la tabla 33, se muestra que los valores de la *muestra calculada*, descenderían siempre y cuando la Municipalidad de Santiago valorice reducir la generación de RSU del distrito.

Por lo tanto, se acepta la Hipótesis Principal que:

*La valoración influye significativamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la gestión de los residuos sólidos urbanos-Municipalidad del Distrito de Santiago, Provincia de Ica, Año 2021.*

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la discusión de resultados se ha considerado:

- a. Producción de metano a partir de los RSO
- b. Encuesta a la población y funcionarios de la Municipalidad de Santiago.

#### a. Producción de metano a partir de los RSO

Los RSU, presentan en su composición un gran porcentaje de RSO, teniendo en cuenta que [7] “los inventarios de emisiones de GEI a nivel mundial, testifican que el sector residuos o desechos como se lo llama comúnmente, es responsable de aproximadamente entre el 3 y 4% de todas las emisiones antropogénicas a nivel mundial”. Para determinar el % de Carbono, se ha tomado como base 10 muestras de RSO, las que han sido analizadas en el laboratorio, los resultados de la Tabla 6, determinaron los valores de las muestras secas y calcinadas. Para el cálculo del CH<sub>4</sub>, se ha tomado como base el Carbono obtenido y mediante un balance estequimétrico entre los productos y los reactantes de la RX, se produce el CH<sub>4</sub>. Es decir, [4] “la fracción orgánica biodegradable inicia un proceso de descomposición que idealmente comprende cinco fases. La fase I corresponde a la descomposición aerobia, producto de la presencia de pequeñas fracciones de aire atrapadas entre los residuos. En esta se genera mayoritariamente dióxido de carbono, amoníaco y agua. Una vez consumido todo el oxígeno, la descomposición se convierte en un proceso anaerobio (fase II). Esta es conocida con el nombre de fase ácida donde se empieza a dar la generación de lixiviados con altos contenidos de ácidos grasos, mientras que los gases emitidos están constituidos mayoritariamente por dióxido de carbono y nitrógeno no consumido aún. En las fases III y IV, los ácidos son transformados en biogás, por lo que aumenta el pH y disminuye la concentración de lixiviados, alcanzando una concentración variable de la composición del biogás; CH<sub>4</sub> 50-75 % y CO<sub>2</sub> entre 40 % y 50% dependiendo del residuo y el tipo de operación”.

De la Tabla 33, el valor inicial de CH<sub>4</sub> = 121,80 t eq, que se produce por la generación de residuos orgánicos, disminuye a 82,91 t eq, lo que indica que si la Municipalidad de Santiago realiza una GIRS, disminuiría la emisión de los GEI. [7] “Esta problemática

en el manejo de los desechos se acentúan por la heterogeneidad en su presentación, evidenciándose la falta de tecnologías no solo para su clasificación (orgánicos, inorgánicos, sólidos, líquidos, etc.), sino también para desarrollar un manejo adecuado dependiendo de las características propias de cada residuo y de su nivel contaminante”.

**b. Encuesta a la población y funcionarios de la Municipalidad de Santiago.**

**Población:**

En la tabla 21, la población indica en un 60,0% que quema la basura porque el servicio de recojo no es continuo y en la Tabla 22, los encuestados señalan en un 54,6% que estos gases que produce la quema de basura afecta su salud. Cabe señalar que [4] “Cuando se queman los RSU para obtener energía, el C presente en los residuos se libera como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), junto con una pequeña cantidad de otros GEI como N<sub>2</sub>O. Diversos estudios reportan que un incremento en la fracción biodegradable en los residuos a ser incinerados también puede conducir a un aumento en la emisión de N<sub>2</sub>O”

**Funcionarios:**

De la Tabla 28, el 37,5% de los funcionarios señalan que el presupuesto que se le asigna el estado es mínimo, por lo que no pueden realizar una adecuada gestión, pero hay que tener en cuenta que [12] “la gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y afectando el desarrollo económico, por ejemplo, al perjudicar el turismo”. De la Tabla 31, en relación a la participación de la población en la GIRS, el 62,5 de los funcionarios indican que si es importante esta participación activa. Hay que precisar que [12] “las municipalidades son las encargadas del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, estimado en alrededor del 91.21% de la población urbana de todos los distritos del país, lo que equivale a 1867 municipios a nivel nacional, los mismos que en su mayoría no cuentan con un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos implementados con los procesos de minimización y segregación en la fuente, hasta la disposición final o el reaprovechamiento de los mismos”.

## V. CONCLUSIONES

1. Para determinar el aporte que tienen los RSU a los GEI, específicamente el gas Metano ( $\text{CH}_4$ ), se ha tomado las muestras categorizadas de residuos sólidos orgánicos de la población (315,3 kg/día) y analizadas mediante pruebas de laboratorio. La metodología que se ha empleado es la que establece el IPCC, dando como resultado que la Municipalidad del distrito de Santiago, genera 10,33 t  $\text{CO}_2$  eq/mensual.
2. Las muestras analizadas en el laboratorio, ha dado como resultado que el Carbono obtenido para cada una de las muestra no se relaciona directamente con su peso, sino que está en función del tipo de residuo orgánico, es decir, muestras de volumen de peso mayor presentaban menor contenido de Carbono.
3. Para la contrastación de Hipótesis, se ha utilizado el método estadístico de Hanssen, que ha demostrado que la valoración de los RSU, reduce significativamente las emisiones de GEI, de una muestra inicial de 121,8 g/día, se reduciría a 82,91 g/día, si la Municipalidad de Santiago ejecute una gestión ambiental eficiente de los RSU.
4. De la encuesta realizada la población, se concluye que califican que la Municipalidad está realizado su función en el manejo de residuos sólidos de manera deficiente, los que les obliga en algunos casos a quemar sus residuos, asimismo, indican que participarían en las capacitaciones si la municipalidad las realizara. Los funcionarios de la municipalidad señalan que el presupuesto destinado para el manejo de los residuos es deficiente, pero que a través de su plan de manejo, realizan la gestión integral de los residuos sólidos.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Los residuos orgánicos sólidos generados en los hogares de la población de Santiago, representan fuentes de emisiones de GEI que pueden ser minimizadas, si se implementa la GIRS, por lo que la normativa señala de forma específica, que la Municipalidad debe brindar un servicio de calidad.
2. Se recomienda que los funcionarios de la Municipalidad distrital de Santiago, concienticen a la población en el manejo de los RSO mediante prácticas ambientales, porque la descomposición de los mismos, tiende a impactar en el suelo, agua y aire, produciendo además la emisión de metano.
3. La Municipalidad debe incentivar a la población, para que realice prácticas de compostaje con los RSO, pero debe realizar difusión e información de las ventajas de estas prácticas que les produciría abonos orgánicos para el enriquecimiento de los suelos agrícolas y se disminuiría los índices de GEI.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] I. Marcolini, “Análisis del efecto del tratamiento mecánico biológico en las emisiones de gases de efecto Invernadero en la etapa de disposición final de los residuos sólidos urbanos Estudio de caso planta TMB-Norte III,” Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2017.
- [2] A. M. Valverde Trujillo, “Valorización de residuos y costo de oportunidad en las empresas del Grupo Palmas, región San Martín, 2018,” Universidad César Vallejo, 2019.
- [3] J. G. Posligua Solís, “Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una propuesta de generación y aprovechamiento del gas metano a partir de los residuos sólidos en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos,” Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador, 2020.
- [4] J. Herrera Murillo, J. F. Rojas Marín, and D. Anchía Leitón, “Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica,” *Rev. Ciencias Ambient.*, vol. 52, no. 1, pp. 1–17, 2017.
- [5] M. A. Valdera Suclupe, “Gestión y manejo de residuos sólidos de las municipalidades de Pacasmayo y Guadalupe, La Libertad, 2019,” Universidad César Vallejo, 2020.
- [6] L. M. Macías, M. A. Páez, and G. Torres, “La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios,” Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C., 2018.
- [7] A. Racines Cuesta, “Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios,” Universidad Andina Simón Bolívar, 2018.
- [8] J. De la Cruz Cervantes Miovich and J. I. Puma Pacha, “Implementación de un Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para los sectores de Transporte , Eléctrico y Residuos Sólidos en Arequipa Metropolitana,” Universidad Católica San Pablo, 2021.
- [9] T. P. García Ortiz, “Caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en la Parroquia El Vecino-Cuenca y estimación del metano teórico generado por los mismos’ .,” Universidad Internacional SEK, 2019.
- [10] D. J. Aguilera Pereira, “Gestión de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Madre De Dios Boca Colorado, provincia de Manu, de la Región Madre De Dios, Año 2016,”

Apurímac, 2016.

- [11] M. del A. MINAM, *Guía N° 4: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Categoría: Disposición de residuos sólidos*. Lima, 2016.
- [12] J. B. Gómez and J. M. Delgado Bardales, “Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental,” *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 2215, no. 2, pp. 1–16, 2020.