

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS, SEGÚN ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS EN
EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, 2019”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. FRANK DEYFER ALBARRACIN PORTUGAL

Bach. MARCO BREITNER USKA YUCRA

TACNA – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS, SEGÚN ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS
EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, 2019”**

**Tesis sustentada y aprobada el 22 de Junio de 2021; estando el
jurado calificador integrado por**

PRESIDENTE : Dr. NORIBAL JORGE ZEGARRA ALVARADO

SECRETARIO : MSc. HUMBERTO JACINTO SANTANA SOTO

VOCAL : Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS

ASESOR : MSc. MARISOL MENDOZA AQUINO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Frank Deyfer Albarracin Portugal, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería De la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71874772

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

“Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, según estratos socioeconómicos en el distrito de ciudad nueva, 2019” la misma que presento para optar: El Título Profesional de Ingeniero Ambiental

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni aplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 22 de junio del 2021



Bach. Frank Deyfer Albarracin Portugal
DNI: 71874772

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Marco Breitner Uska Yucra, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 44377840

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
“Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, según estratos socioeconómicos en el distrito de ciudad nueva, 2019” las misma que presento para optar:
Título Profesional de Ingeniero Ambiental
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 22 de junio del 2021



Bach. Marco Breitner Uska Yucra

DNI: 44377840

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido culminar la tesis, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y profesional.

Esta tesis se la dedico con todo corazón a mi madre Lidia Portugal quien siempre me apoyo incondicionalmente en todos los pasos que he dado en mi vida, por inculcarme el valor del esfuerzo y superación a pesar de las dificultades, y no desfallecer en los problemas que se presenten, enseñándome a encarar las adversidades, pero más que nada, por su amor

A mi tía Marleny quien siempre creyó en mí, apoyándome de forma constante y alentadora, estando siempre presente en mi vida dándome consejos y su cariño incondicional como una segunda madre, que estaré eternamente agradecido.

A mi abuela Elena por brindarme su apoyo y cariño

Frank D. Albarracín Portugal

A Dios, por darme la vida y guiarme en el camino para seguir con fuerza en los momentos en que necesitaba hasta cumplir mi objetivo.

A mis padres Leon y Feliciano, a mis hermanos, a toda mi familia y a mis amigos que forman parte de mi vida por todos los buenos consejos y aliento para culminar mi formación académica y la presente tesis, estoy totalmente agradecido con todos.

Marco B. Uska Yucra

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos culminar nuestra carrera profesional, por brindarnos salud y disfrutar de la familia.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada de Tacna, por compartir sus conocimientos durante nuestra formación académica.

A nuestra asesora la Ing. Marisol Mendoza Aquino, por sus consejos durante el desarrollo de la presente tesis.

Al Dr. Noribal Zegarra Alvarado por su tiempo, paciencia y orientación para culminar la tesis.

A los compañeros y amigos quienes nos apoyaron en la ejecución de la tesis.

A la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva por las facilidades para realizar la presente investigación.

Autores

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD | ii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1. Descripción del problema..... | 3 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 5 |
| 1.2.1. Problema General | 5 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 5 |
| 1.3. Justificación e importancia | 5 |
| 1.4. Objetivos | 7 |
| 1.4.1. Objetivo General | 7 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 7 |
| 1.5. Hipótesis | 8 |
| 1.5.1. Hipótesis General..... | 8 |
| 1.5.2. Hipótesis Específico..... | 8 |
| CAPÍTULO II MARCO TEORICO | 9 |
| 2.1. Antecedentes del estudio | 9 |
| 2.1.1. A nivel Internacional..... | 9 |
| 2.1.2. A nivel Nacional..... | 11 |
| 2.1.3. A nivel Regional | 13 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 14 |
| 2.2.1. Base Legal..... | 14 |
| 2.2.2. Residuos Sólidos..... | 16 |
| 2.2.3. Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 16 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.2.4. | Estado de los Residuos Sólidos en el Perú..... | 17 |
| 2.2.5. | Residuos Municipales | 17 |
| 2.2.6. | Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 18 |
| 2.2.7. | Generación Per Cápita de Residuos Sólidos | 19 |
| 2.2.8. | Densidad de los Residuos Sólidos | 19 |
| 2.2.9. | Composición de los Residuos Sólidos | 19 |
| 2.2.10. | Niveles Socioeconómicos en la Caracterización de los Residuos Sólidos | 20 |
| 2.2.11. | Metodología para la estimación del ingreso per-cápita (INEI) | 21 |
| 2.2.12. | Clasificación de los Residuos Sólidos | 22 |
| 2.2.13. | Ciclo de vida de los Residuos Sólidos..... | 24 |
| 2.2.14. | Impactos Negativos del Inadecuado Manejo de los Residuos Sólidos | 26 |
| 2.3. | Definición de Términos..... | 27 |
| CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO..... | | 30 |
| 3.1. | Tipo y Diseño de la Investigación | 30 |
| 3.1.1. | Población..... | 30 |
| 3.1.2. | Muestra del Estudio | 32 |
| 3.1.3. | Determinación del Tamaño y Distribución de la Muestra por Ubicación Espacial | 34 |
| 3.1.4. | Distribución de la Muestra: | 36 |
| 3.2. | Operacionalización de Variables..... | 39 |
| 3.2.1. | Variable Dependiente..... | 39 |
| 3.2.2. | Variable Independiente | 39 |
| 3.3. | Procedimiento, Técnicas e Instrumento para la Recolección de Datos..... | 39 |
| 3.4. | Procesamiento y Análisis de los Datos..... | 44 |
| 3.4.1. | Determinación de Generación Per cápita..... | 44 |
| 3.4.2. | Validación de la Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 45 |
| 3.4.3. | Determinación de la Densidad..... | 47 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.4.4. | Determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos | 48 |
| 3.4.5. | Determinación de la Humedad | 50 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS | | 51 |
| 4.1. | Resultados de la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios, Según Estratos Socioeconómicos | 51 |
| 4.1.1. | Validación de la GPC domiciliaria..... | 52 |
| 4.2. | Proyección de la Generación Total de Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 53 |
| 4.2.1. | Proyección de la población del distrito de Ciudad nueva..... | 53 |
| 4.2.2. | Proyección de la Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 53 |
| 4.2.3. | Proyección de la Generación de Residuos Sólidos al 2023 | 54 |
| 4.3. | Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios..... | 54 |
| 4.4. | Composición Física de los Residuos Sólidos Domiciliarios | 56 |
| 4.4.1. | Diferencias de la Composición en los 3 estratos | 56 |
| 4.4.2. | Composición Física de Residuos Sólidos Domiciliarios del Distrito de Ciudad Nueva | 60 |
| 4.5. | Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios | 64 |
| 4.6. | Cuadro Comparativo de Indicadores por Estratos Socioeconómicos..... | 65 |
| 4.7. | Contraste Estadístico | 65 |
| CAPÍTULO V DISCUSIÓN | | 69 |
| CONCLUSIONES | | 75 |
| RECOMENDACIONES..... | | 77 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 79 |
| ANEXOS | | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 Clasificación de residuos sólidos..... | 23 |
| Tabla 2 Impactos negativos del inadecuado manejo de los residuos sólidos | 26 |
| Tabla 3 Población total proyectado al año 2019 | 32 |
| Tabla 4 Distribución de viviendas por estratos y su ingreso económico..... | 32 |
| Tabla 5 Rango de tamaño de muestras para residuos sólidos domiciliarios. | 34 |
| Tabla 6 Representatividad por niveles socioeconómicos en generadores domiciliarios | 35 |
| Tabla 7 Número de muestra por nivel socioeconómico..... | 35 |
| Tabla 8 Operacionalización de variables..... | 39 |
| Tabla 9 Generación per cápita – gpc domiciliaria de residuos sólidos del distrito por estratos | 51 |
| Tabla 10 Valores para "n" | 52 |
| Tabla 11 Proyección poblacional | 53 |
| Tabla 12 Proyección poblacional | 53 |
| Tabla 13 Proyección de la gpc de rrs al año 2023 | 54 |
| Tabla 14 Densidad de los residuos sólidos del estrato a..... | 55 |
| Tabla 15 Densidad de los residuos sólidos del estrato b..... | 55 |
| Tabla 16 Densidad de los residuos sólidos del estrato c..... | 55 |
| Tabla 17 Resultado total de la densidad de los rrs del Distrito de Ciudad Nueva. | 56 |
| Tabla 18 Humedad de los residuos sólidos domiciliarios | 64 |
| Tabla 19 Comparación de indicadores socioeconómicos..... | 65 |
| Tabla 20 Tabla anova | 66 |
| Tabla 21 Prueba de múltiple rangos..... | 66 |
| Tabla 22 Tabla annova | 67 |
| Tabla 23 Prueba de múltiples rangos | 67 |
| Tabla 24 Tabla anova | 68 |
| Tabla 25 Prueba de múltiples rangos | 68 |
| Tabla 26 Parámetros de temperatura..... | 97 |
| Tabla 27 Cálculo de valores a procesar..... | 101 |
| Tabla 28 Cálculo del volumen de un balde | 104 |
| Tabla 29 Cálculo del peso de la materia orgánica | 104 |
| Tabla 30 Cálculo número de pilas | 105 |
| Tabla 31 Relación c/n | 106 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 32 Estimación de cantidad de residuos que generan los domicilios | 106 |
| Tabla 33 Estimación de cantidad de residuos que generan los mercados | 107 |
| Tabla 34 Cálculo de generación de residuos de áreas verdes | 108 |
| Tabla 35 Cálculo generación de residuos aserrín | 108 |
| Tabla 36 Tipos de generadores de residuos sólidos para elaboración del compot | 109 |
| Tabla 37 Recolección de los r.o. para el cumplimiento de la meta | 109 |
| Tabla 38 Recolección total de residuos sólidos | 110 |
| Tabla 39 Presupuesto para la construcción de la planta de compostaje | 110 |
| Tabla 40 Beneficios de la planta de compostaje | 111 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 Mapa por zonificación por estrato socioeconómico del distrito de ciudad nueva (2017) | 33 |
| Figura 2 Distribución aleatoria de las muestras en los estratos socioeconómicos . | 38 |
| Figura 3 Flujograma de las etapas del desarrollo del estudio de caracterización de rrss domiciliarios. | 40 |
| Figura 4 Dimensiones de un cilindro | 47 |
| Figura 5 Altura libre de un cilindro con residuos | 47 |
| Figura 6 Método de cuarteo | 49 |
| Figura 7 Segregación de residuos sólidos | 49 |
| Figura 8 Potencialidad de los residuos según estratos..... | 57 |
| Figura 9 Composición por estratos..... | 57 |
| Figura 10 Composición de rrss estrato a..... | 58 |
| Figura 11 Composición de rrss en el estrato b..... | 59 |
| Figura 12 Composición de rrss estrato c..... | 60 |
| Figura 13 Composición del tipo de residuo predominante..... | 61 |
| Figura 14 Composición de rrss por su clasificación..... | 61 |
| Figura 15 Composición de los rrss domiciliarios del distrito | 62 |
| Figura 16 Dimensiones de una pila | 100 |
| Figura 17 Flujo grama compost..... | 103 |
| Figura 18 Plano planta de compostaje | 113 |
| Figura 19 Sector seleccionado del nivel socioeconómico a (medio)..... | 114 |
| Figura 20 Sector seleccionado del nivel socioeconómico b (medio bajo) | 114 |
| Figura 21 Sector seleccionado del nivel socioeconómico c (bajo) | 115 |
| Figura 22 Capacitación del personal | 115 |
| Figura 23 Preparación de material logístico..... | 116 |
| Figura 24 Rotulación de bolsas | 116 |
| Figura 25 Empadronamiento de viviendas | 117 |
| Figura 26 Empadronamiento y entrega de la primera bolsa en muestra domiciliaria | 117 |
| Figura 27 Empadronamiento de viviendas | 118 |
| Figura 28 Entrega de bolsas..... | 118 |
| Figura 29 Recojo de residuos sólidos domiciliarios | 119 |
| Figura 30 Recojo de las bolsas en los puntos de acopio..... | 119 |
| Figura 31 Conteo de bolsas..... | 120 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 32 | Pesaje de las muestras | 120 |
| Figura 33 | Registro del pesaje de la muestra..... | 121 |
| Figura 34 | Caracterización de residuos sólidos domiciliarios | 121 |
| Figura 35 | Caracterización de residuos sólidos domiciliarios | 122 |
| Figura 36 | Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios..... | 122 |
| Figura 37 | Separación de la composición de los residuos solidos | 123 |
| Figura 38 | Pesaje de los residuos sólidos seleccionados..... | 123 |
| Figura 39 | Colocación de las muestras al cilindro..... | 124 |
| Figura 40 | Vertimiento de los residuos sólidos al cilindro | 124 |
| Figura 41 | Vertimiento de los residuos sólidos al cilindro | 125 |
| Figura 42 | Compactación de las muestras en el cilindro | 125 |
| Figura 43 | Uniformización de las muestras en el cilindro..... | 126 |
| Figura 44 | Registro de la altura para determinar la densidad | 126 |
| Figura 45 | Equipo de protección personal..... | 127 |
| Figura 46 | Selección de muestra de residuos orgánicos para determinar la humedad en el laboratorio | 127 |
| Figura 47 | Sticker de identificación de viviendas | 128 |

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 Afiche informativo | 83 |
| Anexo 2 Modelo de la carta de invitación a participar en el estudio | 84 |
| Anexo 3 Registro de viviendas participantes | 85 |
| Anexo 4 Ficha de control de entrega de residuos | 86 |
| Anexo 5 Registro de pesos diarios | 87 |
| Anexo 6 Generación per cápita del estrato a, b y c | 88 |
| Anexo 7 Formato determinación de la densidad: | 91 |
| Anexo 8 Formato de composición de residuos | 92 |
| Anexo 9 Ficha de cadena de custodia | 93 |
| Anexo 10 Resultados de la humedad de los residuos domiciliarios en laboratorio | 94 |
| Anexo 11 Matriz de consistencia..... | 95 |
| Anexo 12 Propuesta de mejora de gestion de residuos solidos por medio del diseño de una planta de compostaje..... | 96 |
| Anexo 13 Imágenes fotográficas | 114 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios, según estratos socioeconómicos en el Distrito de Ciudad Nueva” tuvo como principal objetivo determinar las características de los residuos sólidos Domiciliarios, la Generación per cápita, Composición y Densidad por estratos socioeconómicos del distrito de Ciudad Nueva, Provincia de Tacna, 2019.

La muestra estuvo conformada por 114 viviendas; para la ejecución del estudio se zonificó el distrito por estratos socioeconómicos utilizando la guía metodológica “Elaboración del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales”, elaborado por el (Ministerio del Ambiente, 2019). Los resultados señalan que en el Distrito de Ciudad Nueva la generación per cápita promedio es de 0,485 kg/hab./día (16,07 ton/día); la composición de los residuos sólidos representa el 51,67 % de materia orgánica, 19,23 % de residuos inorgánicos y 29,10 % de residuos no aprovechables; la densidad de los residuos sólidos domiciliarios fue de 143,92 kg/m³ finalmente el porcentaje de humedad promedio de los residuos sólidos domiciliarios fue de 45,50 %, en cuanto a la generación de residuos sólidos por estratos, el estrato A generó 0,51 kg/hab./día, estrato B 0,47 kg/hab./día y el C 0,44 kg/hab./día; para el contraste estadístico se utilizó la prueba ANOVA, concluyendo que el estrato A tuvo mayor producción a diferencia de los estratos B y C; asimismo, se utilizó la prueba de múltiples rangos para comparar los estratos. Con los resultados obtenidos en la caracterización se realizó una propuesta para la mejora de la gestión de residuos sólidos por medio del diseño de una planta de compostaje aprovechando los residuos orgánicos.

Palabras clave: Composición, Generación Per Cápita, Humedad,

ABSTRACT

The present research work entitled "Characterization of Household Solid Waste, according to socioeconomic strata in the Ciudad Nueva District" had as its main objective to determine the characteristics of Household solid waste, Generation per capita, Composition and Density by socioeconomic strata of the district of New City, Province of Tacna, 2019.

The sample consisted of 114 dwellings; For the execution of the study, the district was zoned by socioeconomic strata using the methodological guide "Preparation of the Characterization Study for Municipal Solid Waste", prepared by the (Ministry of the Environment, 2019). The results indicate that in the District of Ciudad Nueva the average generation per capita is 0,485 kg / in hab./ day (16,07 ton / day); the composition of solid waste represents 51,67 % of organic matter, 19,23 % of inorganic waste and 29,10 % of non-usable waste; the density of household solid waste was 143.92 kg / m³; finally, the average humidity percentage of household solid waste was 45,50 %, regarding the generation of solid waste by strata, stratum A generated 0,51 kg/in hab./day, stratum B 0,47 kg/in hab./day and C 0,44 kg / in hab./day; For the statistical contrast, the ANOVA test was used, concluding that stratum A had higher production than strata B and C; the multiple rank test was also used to compare the strata. With the results obtained in the characterization, a proposal was made to improve solid waste management through the design of a composting plant taking advantage of organic waste.

Keywords: Composition, Generation Per Capita, Humidity

INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema ambiental, ya que factores como el crecimiento demográfico, las mejoras del nivel de vida, los cambios de patrones de consumo, la mayor concentración de la población en las zonas urbanas, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en las ciudades (Ojeda, Lozano & Quintero, 2008).

Según el MINAM (2018) en el Perú, cada año se generan más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos municipales; alrededor de 20 mil toneladas al día y casi mil toneladas por hora. De dichos residuos, casi el 70 % se generaron en los domicilios.

El volumen de producción de residuos es inversamente proporcional al nivel socioeconómico de una población determinada, esto debido a que generalmente los estratos altos generan mayor cantidad de residuos que los estratos bajos (Zorrilla, 2014). Diariamente se consume y se tira a la basura una gran cantidad de productos de corta duración, desde periódicos, pañales, entre otros, que una vez puestos estos residuos en los cestos o contenedores de basura, la población tiende a olvidarse de ellos, y es a partir de ahí asunto de los municipios, quienes tienen varias posibilidades para su disposición final, como arrojar la basura en vertederos, incinerarla o reaprovecharlos mediante plantas de tratamiento con el fin de reciclar los residuos inorgánicos y convertir en compost los residuos orgánicos.

En muchos municipios del país hay deficiencias para la recolección, limpieza, disposición final, por no considerar los aspectos técnicos sobre la GPC, y características de los residuos lo cual trae problemas como la falta de contenedores, provocando así que los residuos se dispongan en el suelo y se dispersen por acción de los animales sueltos en la calle, situación que contribuye en la degradación del medio ambiente y la salud pública.

Por lo dicho anteriormente, la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, toma importancia debido a que revelan las actividades ejecutadas por la población y muestran si se está efectuando o no un adecuado aprovechamiento de los residuos, con la finalidad de disminuir el volumen desechado en el relleno sanitario y poder reinsertar los materiales que eran residuos en una cadena productiva. Por tanto, su identificación y cuantificación representan un parámetro básico importante a considerar en cuanto a la proyección, diseño de los sistemas

de manejo y disposición final de los desechos sólidos. Asimismo, tiene su importancia en cada una de las fases de su gestión integral (generación, recojo, transporte, almacenamiento, tratamiento, comercialización y disposición final) puesto que la cantidad y composición de los residuos sólidos es diferente en cada fase, a causa de la recuperación de materiales que existe en el proceso.

La problemática de los residuos sólidos se ha acentuado en los últimos años por factores como el aumento de la población, los patrones de consumo, la falta de participación ciudadana y educación ambiental, han generado residuos tanto en cantidad como en composición, los cuales aparecen en una comunidad como consecuencia del diario vivir de las personas y las actividades económicas que se desarrolla, reflejándose en la falta de limpieza de áreas públicas.

Además, la mala disposición de estos residuos sólidos no solo puede afectar la imagen y presentación del contexto del distrito y sus alrededores, sino que también contaminan el ambiente (suelo, aire y agua) y trae implicaciones en la salud por la proliferación de vectores, cabe mencionar que todos los residuos del distrito son dispuestos en botadero municipal de la Ciudad de Tacna, el cual se encuentra a cielo abierto.

En esta investigación se tuvo como objetivo general determinar las características de los residuos sólidos como la generación per cápita, composición, densidad según el nivel de estrato socioeconómico como también la humedad de los residuos sólidos del Distrito de Ciudad Nueva en un determinado número de viviendas que se tomaron como muestra representativa del universo de los generadores para tener una idea del consumo cotidiano de las familias, con esto se realizara una propuesta del diseño de una planta de compostaje que servirá para aprovechar los residuos orgánicos que se generan en el Distrito y darle un destino valorizable a estos evitando que se dispongan en el botadero transformándolo en abono orgánico de calidad y natural.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Uno de los principales problemas ambientales que tiene el Perú, es la gestión de residuos sólidos domiciliarios y su disposición final debido al aumento de su generación, principalmente por el crecimiento poblacional, esta generación de residuos es algo que siempre estará presente en cualquier actividad que se realice sea en producción, consumo o adquisición de bienes, el cual crea una necesidad de identificar las características de estos para darle un adecuado tratamiento y disposición final, según el MINAM el Perú en el año 2018 generó un total de 7 374 821 ton/año de residuos sólidos urbanos, donde el 57,69 % corresponden a residuos orgánicos, 18,26 % residuos inorgánicos y 24,06 % residuos no aprovechables, generando un promedio de 20,244 ton/día siendo en su mayoría residuos orgánicos.

Dichas características de los RRSS son fundamentales para elaborar algún plan de gestión integral de residuos sólidos, debido a que nos permite conocer la generación per cápita de cada habitante, la composición porcentual de cada residuo identificado, la densidad y humedad, estos suelen variar en cada nivel socioeconómico existente, según el MINAM en el Perú la media de GPC domiciliario es de 0,56 kg/hab./día.

Por otro lado, el MINAM señala que un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios se debe realizar cada 5 años, debido a la necesidad de tener datos actualizados de la generación per cápita, composición, humedad y densidad que son datos necesarios para la elaboración de cualquier plan de manejo integral de RRSS ya que estos como se dijo anteriormente suelen variar con el tiempo por factores como aumento de la población, niveles de consumo, educación ambiental, entre otros.

En el distrito de Ciudad Nueva se genera gran cantidad de residuos sólidos que en la actualidad no tiene una adecuada disposición final, esto hace que se genere contaminación ambiental. Uno de los factores que incide en el problema es la deficiencia en la disposición de residuos sólidos en algunos puntos de recogida del distrito, esto debido al insuficiente

número de contenedores y/o a su capacidad, llenándose de manera rápida originando así, que los mismos habitantes dispongan de sus residuos arrojándolos en las avenidas y/o calles e inclusive quemándolas al paso.

Esta mala disposición de los residuos puede generar efectos tóxicos a la salud de la población, además la quema de basura genera humo con sustancias químicas dañinas para el hombre y contaminantes para el ambiente como el CO, SO₂, CO₂, PM, MP, dioxinas y furanos, y sobre todo ocasiona el gas de efecto invernadero que causa el cambio climático.

Por lo cual, es necesario tener datos actualizados sobre la cantidad y las características de los residuos que se genera dentro del distrito, así como también lo que genera cada habitante, los cuales son necesarios a la hora de elaborar planes de manejo de los RRSS, como por ejemplo: horarios para que pase el camión recolector, rutas de recolección, distribución de contenedores de basura, Programas de Segregación en la Fuente y Recolecciones Selectiva de los RR.SS. Orgánicos e Inorgánicos, los cuales son importantes para la gestión de los residuos en cualquier ciudad buscando transformarlos y reinsertarlos en la cadena de producción.

Con lo dicho anteriormente y conociendo las características de los RRSS nos permitirá proponer una mejora a la gestión de los residuos sólidos por medio del diseño de una planta de compostaje aprovechando los residuos orgánicos y darles un valor comercial por medio del compost, actualmente el distrito no cuenta con una planta, los RRSS generalmente son depositados en el botadero municipal a cielo abierto, los cuales no son tratados adecuadamente, alterando la calidad del aire, suelo y probablemente aguas subterráneas mediante la lixiviación. Con el diseño de ésta planta ayudará a cumplir la meta dispuesta por el MEF en el marco del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal, que promueve la Implementación de Programas, uno de ellos es la META 03: un programa de Segregación en la Fuente y Recolecciones Selectiva de los RR.SS. orgánicos e inorgánicos.

La disposición final de los residuos sólidos en la actualidad se realiza en un botadero municipal ubicado en el Km. 7 de la vía Tacna – Tarata, este botadero según las recomendaciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) debería cerrarse por la gran contaminación que genera.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son las características de los residuos sólidos domiciliarios, según los estratos socioeconómicos en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito Ciudad Nueva, 2019?

¿Cuál es la diferencia de producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distrito de Ciudad Nueva?

1.3. Justificación e importancia

Las municipalidades distritales, tienen la responsabilidad de garantizar el desarrollo de un adecuado sistema de gestión de residuos sólidos dentro de su jurisdicción, por lo que como parte de la implementación de los instrumentos de gestión, es necesario realizar un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios a fin de determinar la cantidad y las características de residuos generados en las viviendas, con el fin de obtener información actualizada, lo cual es esencial para diseñar y planificar las propuestas más adecuadas y viables para su tratamiento técnico y sanitario por parte de los funcionarios.

Sin este instrumento ambiental no se podrá determinar el tipo de residuos con mayor proporción ni la generación per cápita de los residuos por poblador. Por lo cual, es importante que se desarrolle y adopte

metodologías como también técnicas analíticas validas, para tener confiabilidad en los resultados.

El MINAM señala que los estudios de caracterización de residuos sólidos deben ser actualizados cada 5 años, sin embargo el último estudio de caracterización de la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva fue del año 2015, por lo que al no tener datos actualizados, dificultan el manejo adecuado de los residuos sólidos, por lo tanto, surge la necesidad de realizar un nuevo estudio de caracterización de residuos domiciliarios con la finalidad de conocer la generación per cápita, la composición, la densidad y humedad según el nivel socioeconómico del distrito.

Este estudio servirá como línea base para la elaboración de futuros programas de manejo de residuos sólidos domiciliarios según su estrato socioeconómico como son: la segregación en la fuente y producción de abono (compostaje, humus, etc.), con esto la Municipalidad reducirá sus gastos económicos por recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos al tener un menor volumen de estos, como también mejorará su sistema de recolección, clasificación y aprovechamiento en beneficio a la población, lo cual va contribuir a reducir los impactos negativos al medio ambiente y a la población y va representar un insumo esencial en la elaboración de instrumentos de gestión ambiental, como también para la toma de decisiones de proyectos referidos a la gestión integral de los residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

En lo económico, los datos obtenidos en la caracterización permitirán una adecuada gestión de los residuos sólidos disminuyendo los gastos en la recolección, transporte y disposición final, asimismo tendrá un impacto económico en la población y/o recicladores formales al reciclar los residuos.

En la parte social servirá como línea base para implementar programas de educación ambiental, reaprovechamiento de los residuos y eliminación de los puntos críticos por acumulación de residuos, fomentando de esta manera una cultura ambiental responsable en los sectores socioeconómicos del distrito disminuyendo la contaminación.

En el enfoque medioambiental con los datos obtenidos permitirá realizar un adecuado sistema integral de manejo de los residuos por medio del reciclaje y/o transformación, dándoles de esta manera una valorización

que contribuirá en la reducción de residuos sólidos que se disponen en el botadero municipal, reduciendo la contaminación ambiental en todas sus etapas. Asimismo, se cuidará la salud pública en armonía con el ambiente.

En la parte política, una vez obtenido los resultados de la caracterización de los residuos sólidos por estratos socioeconómicos se presentará como un reto a la administración del Distrito de Ciudad Nueva, para tomar decisiones correctas y gestionar ante las entidades competentes sus planes o políticas ambientales. Además, crear gestores ambientales para brindar capacitación a la población de Ciudad Nueva sobre el manejo de los residuos sólidos según estratos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Elaborar un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, según estratos socioeconómicos en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar cuál es la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019.
- Establecer la diferencia en la producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distrito de Ciudad Nueva.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Las características de los Residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicas presentan diferencias poco significativas en el Distrito de Ciudad Nueva.

1.5.2. Hipótesis Específico

La caracterización de residuos sólidos domiciliarios (generación per cápita, densidad, composición y humedad) en el Distrito Ciudad Nueva, 2019, están dentro de los rangos promedios obtenidos en otras investigaciones.

Al comparar la producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distritos de Ciudad Nueva, se encuentra una regular diferencia.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel Internacional

Según Lagla (2019) en su estudio de “Caracterización de residuos sólidos domésticos en la comuna de Santa Clara de San Millán” realizó su estudio por medio de la estratificación, con base a los criterios metodológicos desarrollados en la Norma Mexicana NMX_AA-061_1985; de esta manera obtuvo una generación per cápita de 0,382 kg/hab./día, densidad 214,82 kg/m³, y una composición predominante de residuos orgánicos con un 62,95 %, seguido de los residuos sanitarios con un 19,29 % y otros en menor proporción, con esto el autor busca comercializar los residuos la recolección selectiva.

Según Uriza (2016) realizó un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Tunja, Colombia, donde encontró una generación de 0,38 kg/hab./día y desechos en su mayoría orgánicos con un 70,95 %, entre los cuales se encuentran restos de comida, seguido de residuos inorgánicos como el papel, plástico, y otros en menor proporción como principales residuos que entran al relleno sanitario municipal diario.

Según Soto & Campos (2014) en su estudio de generación y composición de los residuos sólidos en el de Guácimo, Costa Rica, identificaron la GPC según estratos socioeconómicos para luego ver las diferencias estadísticamente por el ANOVA con un 95 % de confianza, la GPC fue de $0,73 \pm 0,2$ kg/día/hab. para el estrato Alto, $0,61 \pm 0,08$ kg/día/hab. para el estrato Medio y $0,44 \pm 0,09$ kg/día/hab. para el estrato Bajo, también se determinó el promedio del Cantón en $0,55 \pm 0,1$ kg/día/hab., e indica no es posible usar estos datos para inferir resultados posteriores.

En cuanto a la composición residuos sólidos fue de 46,66 % de materia orgánica, 24 % para residuos inorgánicos y 29,39 % para

residuos no aprovechables, llegando a concluir que los municipios únicamente realizan por cumplir con la legislación y no para diseñar políticas de recuperación, valorización y/o estrategias para su disposición final. Además, los Residuos Orgánicos fueron de 52 % para el estrato Alto, 44 % para el estrato Medio y 44 % para el estrato Bajo, los Residuos Inorgánicos fueron de 22 % para el estrato Alto, 18 % para el estrato Medio y 32 % para el estrato Bajo, y para Residuos No Aprovechables fueron de 26 % para el estrato Alto, 38,17 % para el estrato Medio y 24 % para el estrato Bajo.

Según la Empresa Municipal de Aseo Santa Cruz (2010) en el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos en el Distrito de Santa Cruz de la Sierra, obtuvieron una GPC de 0,569 kg/hab./día para el estrato Alto, 0,474 kg/hab./día para el estrato Medio y 0,408 kg/hab./día para el estrato Bajo, en la composición de los residuos sólidos se obtuvo de la materia orgánica 54 %, los residuos aprovechables 20 % y 26 % de residuos no aprovechables, en cuanto a la densidad de los residuos sólidos tiene un promedio de 203,06 kg/m³ y la densidad en los estratos fue 189,84 kg/m³ para el estrato Alto, 215,69 kg/m³ para el estrato Medio y 203,64 kg/m³.

Según Tavares (2016) en su investigación “Caracterización de residuos sólidos urbanos en sumbe” determino que existen deficiencias en la recogida de los residuos sólidos en algunos puntos de la ciudad, esto debido a que el número de contenedores es insuficiente para la cantidad de residuos que se genera en el distrito, situación que afecta tanto al ambiente como a la salud de las personas, por otro lado explica que la recogida de los residuos sólidos se ve afectado por la capacidad de los contenedores, afectando principalmente a los sistemas de clasificación y tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

Según Aguilar (2012) en su investigación de “Generación y composición de residuos sólidos en la ciudad de Huajuapán de León Oaxaca –México”, de las prácticas para la recuperación de residuos en México no se está dando de manera correcta, la tecnología para

reciclar residuos sólidos urbanos ha evolucionado, pero aun no es económicamente viable. Indica que los residuos generados en México se descomponen a cielo abierto y que en 40 años se multiplicó 9 veces, cambiando el tipo de residuos de orgánicos a inorgánicos de mayor proporción. Por otro lado, señala que la generación per-cápita no depende únicamente del número de habitantes de una población, también influyen los aspectos sociales, económicos y políticos, como, por ejemplo: hábitos de consumo, nivel de desarrollo, educación ambiental, entre otros.

2.1.2. A nivel Nacional

Davila (2015) en su estudio de “caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Manantay, Ucayali”, realizó un estudio de caracterización por medio de estratos socioeconómicos, obteniendo como resultado una generación de 0,561 kg/hab./día para el estrato A, 0,541 kg/hab./día estrato B y 0,503 kg/hab./día para el estrato, con una composición predominante de residuos orgánicos con un 63,12 % de promedio, una densidad de 150,09 kg/m³ y una humedad de 56,4 %, concluyendo así que existe una diferencia significativa de generación de residuos en los diferentes estratos.

Según la Municipalidad Distrital de Comas (2014) en su estudio de “Caracterización de residuos sólidos domiciliarios”, obtuvo una generación promedio de 0,538 kg/hab./día donde los estratos altos genera más a diferencia de los bajos, una densidad de 133,87 kg/m³ y una humedad de 41,01 %, asimismo, en la composición de residuos sólidos predominan los residuos orgánicos con un 61,03 % seguido de residuos sanitarios, papel, cartón y otros en menor proporción, concluye que al tener un alto porcentaje de residuos orgánicos, se debería realizar la elaboración de compost, y usar ese abono orgánico en las áreas verdes del distrito, asimismo indica que los datos obtenidos sirvan para la mejorar la gestión de residuos sólidos especialmente en la recolección, transporte y disposición final de los residuos.

Según la Municipalidad Distrital de Samegua (2011) planteo una estrategia para reducir el volumen de residuos, implementando un programa de segregación desde los hogares, se busca incentivar a la población brindándoles un beneficio económico en los arbitrios a las viviendas que participantes, de esa manera se involucran actores responsables de la municipalidad, sociedad y recicladores. La estrategia que plantearon fue:

- Mejorar la disposición final de los residuos.
- Minimizar los residuos por medio de la segregación.
- Cumplir la normativa vigente ambiental para disposición de residuos.

Según Ramirez (2011) desarrolló un estudio de caracterización con el objetivo de elaborar en un futuro un plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios, obteniendo una generación de 0,55 kg/hab./día, una densidad de 183,54 kg/m³ y una composición de 56,52 % seguido de residuos sanitarios 8,50 %, papel periódico 4,84 % y otros en menor proporción.

Según Vera (2015) Realizó un estudio de caracterización de los residuos sólidos del distrito de Santo Tomás considerando los niveles socioeconómicos, donde para los RS domiciliarios obtuvo una generación de 0,36 kg/hab./día, una densidad de 124,9 kg/m³, una humedad de 27,23 % y una composición de 56,9 % de materia orgánica, bolsa 9,5 %, cartón 4,2 % y otros en menor proporción, concluye que se debe elaborar un programa de recolección selectiva por medio de incentivos a las viviendas que participen, segregación de la fuente y recolección, brindando así un mejor servicio de limpieza pública y reducción de costos de la misma. Así mismo, señalan que se debe capacitar a la población sobre la importancia del manejo de los residuos y darles a conocer cómo se puede reaprovechar estos.

Según Rosales (2017) en su estudio de “Caracterización de los residuos domiciliarios para la implementación de un plan de manejo en el distrito de Paucarpata”, indica que la GPC de los residuos sólidos domiciliarios es de 0,50 kg/hab./día, con 69,44 Ton/día de

residuos domiciliarios, así mismo señala que la composición de la materia orgánica es mayor con 30,4 %, seguido por residuos inerte que es de 26,80 % y 17,99 % de los pañales y toallas higiénicas y 3,36 % para las bolsas plásticas de un uso (chismosas) concluye que el alto porcentaje de los residuos inerte está influenciado en los factores climatológicos de la zona, como también por las actividades desarrolladas en la zona.

Según Soria (2018) realizo el estudio de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en municipales distritales, pretendió conocer los detalles pormenorizados del diseño técnico de la implementación de un sistema alternativo para la producción de abono orgánico. Por otro lado, indica el monitoreo frecuente de los parámetros como la temperatura, humedad y pH en cada etapa con una masa orgánica total de 67 % de residuos orgánicos y 33 % de residuos orgánicos verdes, se logran la relación C/N de 30, 66,78 % de degradabilidad, 58 % de humedad y 2,37 % de N₂, que no ocasiona la aparición de insectos ni genera olores desagradables.

Según Quispe (2019) en su estudio de “Propuesta de implementación de una planta de compostaje a partir de residuos orgánicos generados en el distrito de Catache” diseño una planta de compostaje para una demanda de 209 ton de compost al año, teniendo una relación de C/N de 14,09 y un área 5568 m².

2.1.3. A nivel Regional

Según Pezo Calle (2015) en su estudio de “caracterización de residuos sólidos por estratos” determino que la generación per cápita fue de 0,540 kg/hab./día, de los estratos socioeconómicos de nivel alto genero el mayor promedio de 0,714 kg. /hab./día, de nivel medio 0,505 kg. /hab./día y nivel bajo 0,547 kg. /hab./día, además comparo la GPC utilizando la Varianza ANOVA llegando a concluir la existencia significativa entre los estratos donde el estrato A es el

mayor generador, indica que los residuos orgánicos fueron de mayor generación con 51,06 %.

Según De la Vega (2014) realizó el estudio “Mejoramiento del manejo de residuos sólidos domiciliarios” aplicando la técnica de segregación en la fuente en las juntas vecinales de la ciudad de Tacna, señala que los residuos sólidos aprovechables fueron de 1495,77 kg, donde el papel y cartón fue de 49,59 % (741,74 kg), plástico 20,99 % (314,00 kg), residuo orgánico con 17,95 % (268,46 kg) y metal con 11,47 % (171,57 kg).

La Municipalidad Provincial de Tacna (2019) en su estudio de “Caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna”, realizó una zonificación por estratos socioeconómicos, obteniendo una generación para el estrato A de 0,582 kg/hab./día, estrato B 0,559 kg/hab./día y estrato C 0,554 kg/hab./día y un promedio de 0,565 kg/hab./día para el distrito, en cuanto a la composición un promedio de 59,40 % de residuos orgánicos, 19,40 % de inorgánicos y 21,20 % de no aprovechables, una densidad de 135,07 kg/m³ y una humedad de 47,18 %, concluyendo de esta manera que existe relación entre la generación y el nivel socioeconómico de cada estrato.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Base Legal

La Ley N° 28611- Ley General del Ambiente; mediante esta ley se reglamentan aspectos ambientales en el Perú. De esta manera; por un lado, propone a los ciudadanos una serie de derechos con respecto al tema ambiental saludable, apropiado y equilibrado para el desarrollo de la vida; y, por otro lado, deberes, donde todos estamos en la obligación de contribuir a una adecuada gestión ambiental y protección del ambiente

La Ley N° 27972, Ley Organica de Municipalidades; tiene la función organizar el sistema de limpieza pública, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos de su ámbito.

La Ley N° 29332, ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal; para incentivar a los gobiernos locales a la mejora de la calidad de servicio públicos provisto por las municipalidades a nivel nacional, que dispone de programas.

La Ley N° 30884, ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, en el que establece el marco regulatorio, con la finalidad que toda persona tiene el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para su desarrollo y reduciendo impactos adversos de los plásticos de un solo uso y de otros contaminantes similares que afecta negativamente a la salud humana y del ambiente.

La Ley N° 13248 Ley de Censos, el cual dispone que a partir de 1960 en todo el territorio de la república se levantara cada 10 años los censos de población y vivienda; y cada 5 años los censos económicos.

El Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestion Integral de Residuos Solidos; tiene como objetivo asegurar el eficiente uso manejo y gestión de residuos, desde la producción hasta la disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de los desechos, dando uso eficiente en aprovechamiento, control, valorización y energético para el desarrollo sostenible.

El Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, se aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, cuyo artículo 10° establece que el Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, es un instrumento de planificación en materia de residuos sólidos de gestión municipal, que tiene por objetivo generar las condiciones necesarias para una adecuada, eficaz y eficiente gestión y manejo de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final, el mismo que debe estar alineado al Plan

Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos y actualizarse cada cinco años.

Resolución Ministerial N° 191-2016 MINAM, que aprueba el Plan nacional de gestión ambiental de residuos sólidos 2016-2024; ante la complejidad de la problemática del manejo de residuos sólidos requiere acciones inmediatas y necesarias para establecer un marco de trabajo multisectoriales en el marco de sus competencias para mejorar la gestión de RR.SS. estableciendo objetivos, metas e indicadores en la gestión integral de residuos sólidos.

Decreto Legislativo N° 604 Ley de organización y funciones del instituto nacional de estadística e informática, que otorga funciones y competencias al INEI.

2.2.2. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos son aquellos materiales desechados tras su vida útil, comúnmente llamados basura y que, en algunos casos, para el común de la gente no tiene valor, se componen residuos de productos usados en la utilización de bienes de consumo, fabricación y transformación. Estos residuos en la mayoría de los casos tienen un potencial de reaprovechamiento, y cada año la cantidad va en aumento.

2.2.3. Residuos Sólidos Domiciliarios

Son aquellos generados por actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos principalmente de restos orgánicos, papel, cartón, plástico, residuos sanitarios y otros. Estos se pueden reaprovechar por medio del reciclaje y transformación de la materia orgánica en compost, Por esta razón, es fundamental que las familias aprendan a realizar un correcto manejo de sus residuos con el fin de

disminuir la cantidad que se va al relleno sanitario y reinsertar los residuos con potencial de aprovechamiento.

Según Barradas (2009) menciona que los Residuos sólidos domiciliarios se convierte en un problema desde el momento en que su producción alcanza cantidades considerables de volumen, y como consecuencia estos empiezan a invadir espacios públicos y de esparcimiento, que, al no tener un adecuado sistema de recogida, ni de lugares adecuados para el almacenamiento y una adecuada disposición final de residuos sólidos, estos repercuten en limitar el crecimiento de la población.

Según Aquino, Camacho & Llanos (1999) señala que es tener conocimiento sobre la cantidad de residuos generados, así como evaluar sus características en parámetros de composición, densidad y otros que permitan diseñar adecuados sistemas de disposición final.

2.2.4. Estado de los Residuos Sólidos en el Perú

El Perú durante el año 2018 generó un total de 7,374,821 ton/año de residuos urbanos, de los cuales un 64 % son residuos domiciliarios y un 26 % son residuos no domiciliarios, siendo la región costa la que producen la mayor cantidad de residuos, predominando los residuos orgánicos con un 57,69 %, 18,26 % de residuos inorgánicos y finalmente 24,06 % residuos no aprovechables generando un promedio de 20,244 ton/día (MINAM Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales, 2019).

2.2.5. Residuos Municipales

Según Estrada (2013) los residuos sólidos municipales son aquellos generados en domicilios, comercios y ciertas actividades

que generan residuos similares a estos, también se considera residuos municipales los residuos de origen de áreas recreativas, zonas verdes, playas, vías públicas y otras que no sean catalogadas como peligrosas.

También precisa que los residuos municipales se pueden aprovechar de la siguiente manera:

- Reciclaje: Actividad que permite reaprovechar los residuos reinsertándolos en la cadena productiva para cumplir su fin inicial y otros fines.

- Compostaje: Es la transformación de los residuos orgánicos por medio de un proceso de descomposición de manera aeróbica, en el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable como los residuos y los convierten en compost.

El compostaje se convierte en una medida eficiente en el aprovechamiento de los residuos orgánicos que se genera en gran volumen, el compost sirve como nutriente para el suelo, ayuda en la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas, mejora la estructura del suelo y ayuda a reducir su erosión. Según diversos estudios se puede aprovechar entre el 50 y 60 % de los residuos sólidos mediante el compost.

2.2.6. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios

Es un insumo esencial para el diseño de los sistemas de manejo de los residuos sólidos a corto, media y largo plazo, se realiza mediante un conjunto de métodos y procedimientos con la finalidad de obtener información sobre las características de los residuos como la generación per cápita el cual sirve para tener una visión rápida de los residuos que se generan en un municipio, la densidad dato importante para el dimensionamiento de sistemas de almacenaje, transporte y disposición final, la composición el cual permite diseñar un plan de intervención como el reciclaje y elaboración de compost y la humedad para escoger una tecnología

adecuada para su disposición final y calcular los lixiviados que producen los residuos orgánicos (STEM, 2011) por ello se debe prestar especial atención.

Por otro lado, Esquina (1996) indica que la generación de residuos sólidos es un parámetro muy importante en el diseño de su manejo dentro de un municipio, por tanto, se debe tomar especial atención a este, desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico.

2.2.7. Generación Per Cápita de Residuos Sólidos

La generación per cápita (GPC), es la cantidad generada de residuos sólidos por un habitante por día (kg/hab./día), para estimar la GPC se tienen en cuenta la cantidad de residuos sólidos recolectadas por día y el número de habitantes del área de estudio (Zafra, 2009).

2.2.8. Densidad de los Residuos Sólidos

El peso específico aparente y el peso de residuos en función al volumen ocupado libremente, sin compactar, expresado en kg/m³. La densidad de los residuos relleno depende de su constitución y humedad.

2.2.9. Composición de los Residuos Sólidos

La presentación de los residuos de acuerdo al estudio de caracterización física en el cual encontramos diferentes tipos de residuos generados de las fuentes generadoras como orgánicas, inorgánicas y no aprovechables.

2.2.10. Niveles Socioeconómicos en la Caracterización de los Residuos Sólidos

- Estratificación socioeconómica del distrito

Es necesario diferenciar cada distrito por estratos representativos debido a que la generación, su composición y densidad de los residuos sólidos domiciliarios varían en función a los niveles socioeconómicos de los generadores (Pala, 2006).

- Niveles Socioeconomicos

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indica concepciones generales de los estratos el cual divide en los siguientes:

- a) Estrato Alto

Está formado por urbanizaciones generalmente residenciales que poseen todos los componentes urbanos. Sus habitantes gozan de ingresos altos, niveles culturales y educativos por encima del promedio. Las edificaciones de las viviendas son de arquitectura más sobresaliente de la ciudad y cuentan con todos los servicios básicos.

- b) Estrato Medio

Está constituida por urbanizaciones que se caracterizan por tener un adecuado desarrollo urbano, con una población de altos y medios ingresos económicos, con cultura y bastante heterogénea, sus edificaciones cuentan con todos los servicios básicos.

- c) Estrato Bajo

Está constituida por barrios, pueblos jóvenes, asentamientos humanos generalmente con viviendas improvisadas los cuales carecen de servicios básicos. Su población posee un ingreso económico familiar igual o menor del mínimo, bastante heterogéneo y en proceso de consolidación.

2.2.11. Metodología para la Estimación del Ingreso Per-Cápita (INEI)

Los censos de población no captan información sobre los ingresos de los hogares debido a su alta complejidad como para ser medida a través de un censo. Por otro lado, existe las encuestas especializadas que si tienen información de ingresos de los hogares obtenida de forma robusta. Sin embargo, debido al diseño propio de las encuestas por muestreo (como es el caso de la Encuesta Nacional de Hogares), los indicadores de ingresos de los hogares son estimados únicamente con un nivel de representatividad por departamento más no en áreas menores como las provincias o los distritos.

La metodología de estimación de áreas menores desarrollada por (Elbers, Lanjouw & Lanjouw, 2003), investigadores del Banco Mundial (BM), combina los datos de un censo de población y de una encuesta de hogares. En términos generales, esta metodología (también conocida como metodología ELL) utiliza los datos de la encuesta de hogares para estimar un modelo del ingreso per cápita de los hogares; luego utiliza los coeficientes de este modelo estimado para predecir el ingreso de cada hogar en el censo de población; obteniendo estimaciones de los niveles del ingreso promedio per cápita por hogar para los diferentes niveles de desagregación geográfica. A continuación, se presentan los indicadores del censo y encuesta tomados en cuenta por el INEI.

a) Censo

- Característica de la población edad y sexo
- Características de salud y educativas

b) Encuesta nacional de hogares

- Ocupación de la población
- Infraestructura de la vivienda
- Servicios básicos agua, luz, desagüe y alumbrado
- Combustible para cocinar y discapacidad

El objetivo general del modelo es lograr una estimación indirecta del ingreso per cápita de los hogares teniendo como base el análisis econométrico de la información común recogida por la encuesta y el censo.

Se presenta cinco fuentes de ingresos considerados por el INEI: el ingreso por trabajo constituye la principal fuente de ingresos, 72,7 % del total de ingresos; le sigue las transferencias corrientes con 14,0 %, que son los ingresos percibidos por el hogar; ingresos alquiler imputado con 9,5 % (está constituido principalmente por la valorización que realizan los hogares por la vivienda propia o cedida); renta con 2,2 % y el 1,6 % corresponde a ingresos extraordinarios (ingresos ocasionales como: herencia, juego de azar, entre otros).

Finalmente, para la estratificación se tiene como fuentes principales el censo y la encuesta nacional de hogares teniendo en consideración lo siguiente:

- En primer lugar, se calcula los ingresos estimados per cápita del hogar a nivel de núcleos urbanos.
- Seguidamente, se agrupan los ingresos estimados per cápita de los hogares en 100 intervalos de clase.
- Luego, se calcula la raíz cuadrada de la frecuencia de cada clase.
- Después, se acumula la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase.
- Finalmente, se divide la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias por el número de estratos a agrupar.

Asimismo, como fuentes externas como la ONP, SIS, ECE, etc.

2.2.12. Clasificación de los Residuos Sólidos

Según el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) establece la siguiente clasificación de residuos sólidos según su origen: residuos domiciliarios, comerciales

industriales, entre otros. El cual se muestra detalladamente en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Clasificación de residuos sólidos

| Fuente | Definición | Tipos de Residuos Sólidos |
|---------------------------------------|---|---|
| Domiciliarios | Residuos generados en cualquier actividad dentro de una vivienda. | Residuos orgánicos (comida, cascares, vegetales, etc) residuos inorgánicos (cartón, vidrio, papel, etc). |
| Comerciales | Residuos generados en establecimiento comerciales | Residuos orgánicos, botellas, madera, cartón, vidrio, embalajes, pilas, baterías, entre otros. |
| Limpieza de espacios públicos | Residuos generados por el servicio de limpieza pública en una zona determinada | Polvo, restos vegetales, colillas, papel, cartón, animales muertos, latas, etc. |
| Establecimientos de atención de salud | Son residuos especiales generados en hospitales, laboratorios y similares. | Algodones usados, colchones, vendajes, fundas, ropas de cama, etc. |
| Industriales | Son aquellos que resultan de los procesos de fabricación, consumo, utilización, fabricación limpieza o mantenimiento generados por una actividad industrial | Madera, papel, cartón, textiles, plásticos, pinturas, latas, etc. |
| Actividades de construcción | Residuos generados en construcción y demoliciones. | Ladrillos, piedras, hormigón, fierros, etc |
| Agropecuario | Generado por actividades agrícolas y pecuarias | Envases de fertilizantes, agroquímicos, bolsas, etc. |
| Instalación o actividades especiales | Son residuos generados en actividades de prestación de servicios sean públicos o privados que generalmente tienen una gran dimensión. | Terminales terrestres, puertos, planta de tratamiento de aguas residuales, etc. |

Nota. Gestión de Residuos Sólidos Municipales- ESAN.2008

También se clasifican según su peligrosidad, en su función de gestión Municipal o No Municipal y por su origen orgánico o inorgánico

2.2.13. Ciclo de vida de los Residuos Sólidos

Se componen por una serie de etapas que abarcan desde la generación, comercialización y la disposición final de los residuos sólidos. Permite conocer de forma inicial la participación que tienen los residuos, los distintos actores involucrados y las relaciones que se desarrollan en las distintas fases:

a. Generación

Es la etapa inicial del ciclo, referido a la producción diaria de residuos que se genera en un determinado lugar. Según diferentes estudios realizados el consumo de los ciudadanos y el crecimiento poblacional se encuentra altamente relacionado con la generación de residuos sólidos.

b. Segregación en la Fuente

Esta referido a la acción de separar los residuos sólidos generados en una determinada fuente, con la finalidad de reaprovechar dichos residuos, generalmente en los municipios existe un programa de segregación donde se le entrega una bolsa a los habitantes para que realiza la separación de sus residuos en casa.

El estudio de caracterización sirve para identificar los residuos en mayor proporción por tanto los que se deben segregar, como también la existencia de centros de comercialización de compra y venta de los productos reaprovechables, mayormente, se segregar los plásticos, papel, cartón, tetra pak, metales, vidrio y latas.

c. Recolección Selectiva y Transporte

La recolección selectiva se da generalmente en todas las viviendas participantes, estas entregan bolsas que contienen los

residuos debidamente clasificados de acuerdo al tipo y se las entregan al personal encargado del programa, dependiendo del cronograma establecido de recojo.

Los encargados de la recolección selectiva deben estar correctamente identificados con un fotosheck y debidamente uniformados con sus EPP como casco, guantes, botas, mascarillas, entre otros. Luego de recogidas las bolsas, estos son llevados por medio de un transporte hacia al centro de acopio o llevados directamente a centros comercialización de residuos aprovechables.

d. Tratamiento

Actualmente, se le puede dar diferentes formas de tratamiento y/o manejo de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos; una de ellas es la disminución de su volumen, con el fin de facilitar su disposición final. Otro método consiste en eliminar parcialmente el contenido de la humedad de los residuos sólidos o intentan separar porciones de material no deseado. Sin embargo, las formas empleadas con mayor frecuencia es el reaprovechamiento de residuos y transfórmalos en nuevos productos entre ellas: compostaje, humus, etc.

e. Comercialización

Consiste en la compra y venta de los residuos sólidos identificados como aprovechables, el cual puede ser realizado por centros especializados en el tratamiento de estos o empresas comercializadoras de residuos sólidos el cual ambas deben cumplir con las normas legales para la venta de residuos aprovechables.

Cabe mencionar la existencia de centros de acopio informales comúnmente denominados chatarrerías donde también se comercializan los residuos sólidos.

f. Disposición Final

Algunos residuos recolectados que tienen la denominación de residuos no aprovechables son llevados al relleno sanitario para su destino final.

2.2.14. Impactos Negativos del Inadecuado Manejo de los Residuos Sólidos

A continuación, en la tabla 2, se presenta los impactos más significativos por el mal manejo de los residuos sólidos de acuerdo a los aspectos.

Tabla 2

Impactos negativos del inadecuado manejo de los residuos sólidos

| Aspectos | Impactos negativos |
|-----------|---|
| Ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Degradación de ecosistemas • Influencia en el calentamiento global • Proliferación de vectores • Perdida de espacios públicos • Incremento del reciclaje informal. |
| Social | <ul style="list-style-type: none"> • Aparición de chancherías cerca a los botaderos, el cual repercute en la salud de los recicladores de la zona y población más cercana. • Afectación a la salud pública por medio de enfermedades relacionadas al inadecuado manejo de los residuos como también el deterioro de la calidad de vida. |
| Económico | <ul style="list-style-type: none"> • Incremento del presupuesto destinado para limpieza pública de un lugar determinado. • Incremento de gasto por atención médica, producto de enfermedades asociadas al inadecuado manejo de los residuos • Aumento de costo de “mantenimiento” de los rellenos sanitarios y/o botaderos. |

Nota. Obtenido del Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos Municipales y no Municipales – MINAM 2012

2.3. Definición de Términos

2.3.1) Ambiente: Se le llama ambiente al conjunto de elementos naturales como el aire, agua, suelo y seres vivos que hacen factible la vida en el planeta (MINAM, 2012).

2.3.2) Botadero: Es un lugar no apropiado para la disposición de los residuos sólidos, líquidos y gaseoso, y que los residuos son arrojados en sitios inapropiados el cual genera contaminación ambiental y que no cuentan con autorización (MINAM, 2012).

2.3.3) Compostaje: Se define como proceso de transformación de la mezcla de residuos orgánica a través de la descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar y recuperar la calidad del estructura del suelo (FAO, 2013).

2.3.4) Composición de RS: Se refiere a los tipos de residuos presentes en una determinada muestra, estos pueden ser orgánicos, inorgánicos y no aprovechables (MINAM, 2012).

2.3.5) Contaminación: Es la introducción de sustancias como también de elementos contaminantes en un medio provocando que este sea negativo o no apto para su uso (MINAM, 2012).

2.3.6) Contaminación Ambiental: Es la introducción de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas, el cual altera la calidad del ambiente (MINAM, 2012).

2.3.7) Densidad: Es la producción de residuos que alcanzan en recipientes generados de los residuos Municipales y no Municipales (MINAM, 2012).

2.3.8) Educación Ambiental: Es el instrumento que permite la toma de conciencia de la importancia del ambiente formando al ciudadano. Que se da un conocimiento educativo para salvaguardar el ambiente con miras al desarrollo sostenible (MINAM, 2012).

2.3.9) Gestión de Residuos Sólidos: Referido a las actividades necesarias de planificación, concertación, coordinación, diseño evaluación y aplicación de planes, programas, políticas y estrategias de acción del

adecuado tratamiento de los residuos sólidos en el ámbito de gestión municipal y no municipal, como también a nivel local, regional y nacional (MINAM, 2012).

2.3.10) Generación: Es producto de toda actividad humana, por ejemplo: residuos sólidos (MINAM, 2012).

2.3.11) Generación per cápita (GPC): Es un indicador de la generación de residuos sólidos por persona/día en una población, que es expresado en Kg/hab./día. Es la generación unitaria de los residuos sólidos (STEM, 2011).

2.3.12) Humedad: Está presente en todos los residuos urbanos que oscila entre el 40 %, este se expresa como porcentaje del peso de los residuos sólidos (MINAM, 2012).

2.3.13) Manejo de Residuos Sólidos: Referido a toda actividad técnica de gestión en la recogida, transporte, tratamiento, transporte y su disposición final y otros procedimientos técnicos (MINAM, 2012).

2.3.14) Reaprovechamiento: El reaprovechamiento está referido en el marco de gestión de residuos sólidos al proceso por el cual se obtiene un beneficio del bien, a través recuperación, reutilización, reciclaje o transformando a nuevos productos (MINAM, 2012).

2.3.15) Residuo: Material generado por actividad humana que está destinado a ser desechado (MINAM, 2012).

2.3.16) Residuos Sólidos Domiciliarios: Son restos de residuos sólidos generados dentro de los domicilios por las actividades que se realizan (MINAM, 2012).

2.3.17) Reutilización: Técnica de reaprovechamiento de residuos sólidos que tiene como fin promover el re uso del bien o darle otro uso, permitiéndose de esta manera con disminuir la generación de residuos según, Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental (MINAM, 2012).

2.3.18) Residuo Orgánico: Son aquellos que se degradan fácilmente, transformándose en otro tipo de materia orgánica (MINAM, 2012).

2.3.19) Residuos Inorgánico: Son aquellos que por sus características químicas se descomponen de manera muy lenta (MINAM, 2012).

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Esta investigación es descriptiva de tipo transversal. Es decir, se realizó la caracterización de residuos sólidos domiciliarios sin intervenir lo que pueda suceder y transversal porque se recopiló información en un periodo de tiempo sobre una población sin que el pasado y futuro tenga relevancia.

3.1.1. Población

La población está constituida por el número de viviendas del Distrito de Ciudad Nueva, por lo tanto, el muestreo fue de acuerdo a la cantidad de viviendas tomando como referencia el último censo nacional del INEI en el año 2017 el cual da un valor de 8864 viviendas totales en el distrito.

La Determinación y proyección de la cantidad de la población actual se llevó a cabo considerando una tasa de crecimiento interesal, obtenida con la siguiente fórmula:

a) Tasa de Crecimiento Poblacional (TC)

$$TC = 100 \times \left(\sqrt[n]{\frac{\text{Poblacion final}}{\text{Poblacion inicial}}} - 1 \right) \quad (1)$$

$$TC = 1,32\%$$

Dónde:

Población final: 329 332 habitantes departamento Tacna 2017
(Fuente: INEI).

Población inicial: 288 781 habitantes departamento Tacna 2007
(Fuente: INEI).

Número de años (n): 10 (n=2017 – 2007).

Por lo tanto, la tasa de crecimiento poblacional fue de 1,32 % anual.

b) Determinación de la Población Actual del Distrito de Ciudad Nueva

La proyección de la población para el distrito de Ciudad Nueva para el año 2019, se obtuvo a partir de la tasa crecimiento poblacional anual (1,32 %) mediante la siguiente formula:

$$PF = Pi \times (1 + r)^n \quad (2)$$

Dónde:

Pi: Población Inicial (Fuente INEI-Censo 2017).

r: Tasa de crecimiento anual inter censal.

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

PF: Proyección final proyectada después de “n” años.

En la siguiente tabla 3 se presenta la proyección de la población desde el último censo de acuerdo a la tasa de crecimiento inter censal.

Tabla 3*Población total proyectado al año 2019*

| Año | Población |
|------|-----------|
| 2017 | 31 866 |
| 2018 | 32 287 |
| 2019 | 32 713 |

3.1.2. Muestra del Estudio

La estimación de la muestra del estudio se ha llevado a cabo considerando las diferentes zonas dentro del distrito de Ciudad Nueva en función de la ubicación de los niveles socioeconómicos principales y más representativos, para esto se ha considerado los estratos socioeconómicos A, B y C tomando como referencia los planos estratificados del año 2017 del INEI, estos planos presentan la estratificación de las manzanas según los niveles estimados de ingreso per cápita.

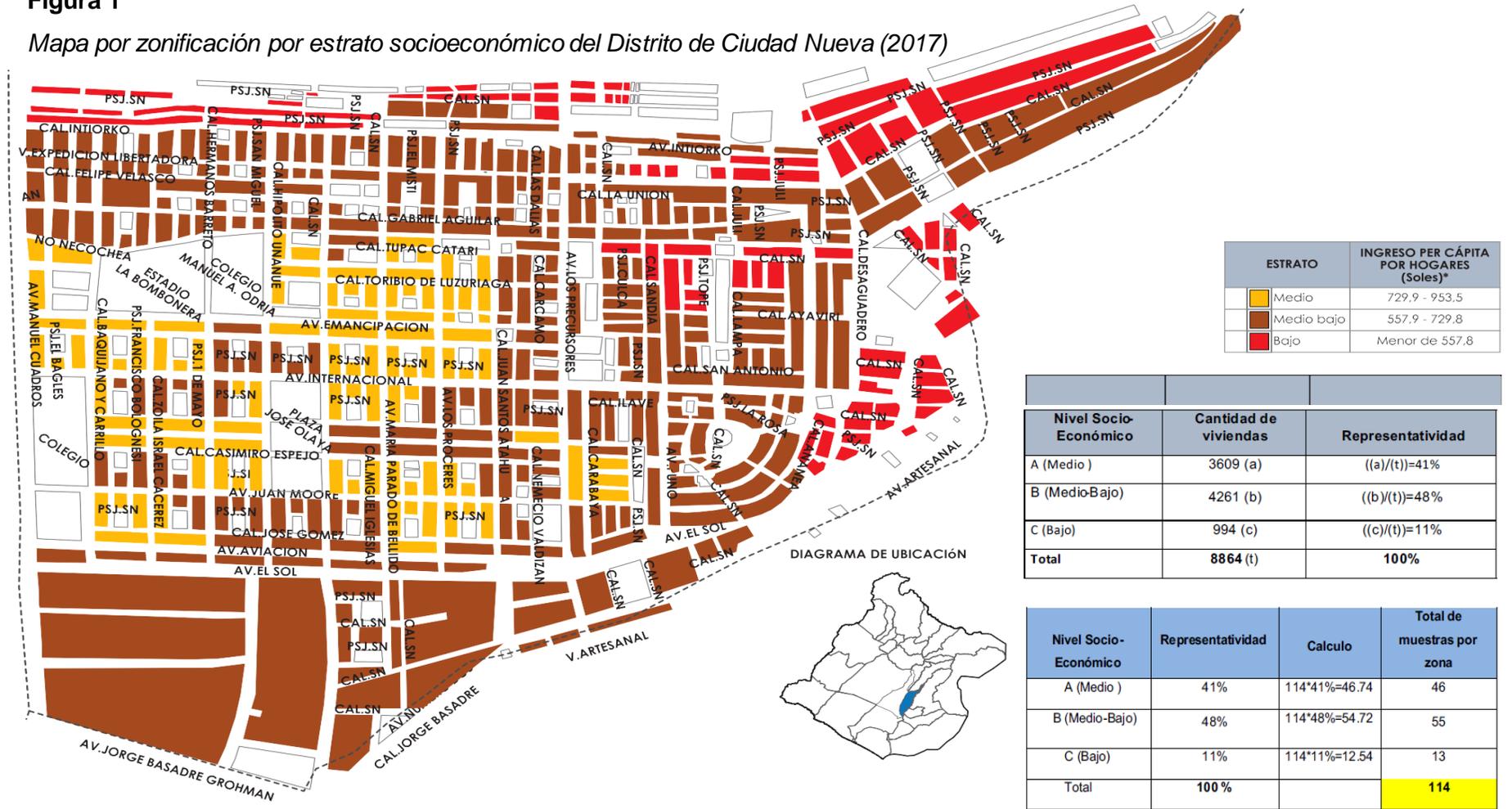
En la siguiente tabla 4 se muestra la proporción del número de viviendas y su ingreso per cápita en cada estrato

Tabla 4*Distribución de viviendas por estratos y si ingreso económico*

| Estrato | Hogares | Ingreso per cápita (S/) |
|---------------|---------|-------------------------|
| A- Medio | 3609 | 729,9- 953,5 |
| B- Medio Bajo | 4261 | 557,9 – 729,8 |
| C- Bajo | 994 | 557,8 a menos |
| Total | 8864 | |

Figura 1

Mapa por zonificación por estrato socioeconómico del Distrito de Ciudad Nueva (2017)



3.1.3. Determinación del Tamaño y Distribución de la Muestra por Ubicación Espacial

La determinación de la cantidad de muestras de residuos sólidos domiciliarios se basó en obtener primeramente el dato de la cantidad de viviendas en la zona del Distrito de Ciudad Nueva, tomando como referencia la información del INEI del año 2017, la cual indica un total de 8864 viviendas.

En la tabla 5 se muestra los rangos de tamaño de muestras que se deben considerar de acuerdo a la cantidad de viviendas identificadas en el Distrito establecido en la guía de caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2019).

Tabla 5

Rango de tamaño de muestras para Residuos Sólidos Domiciliarios.

| Rango de viviendas (N) | Tamaño de Muestra | Muestras de contingencia (20% de n) | Total de muestras domiciliarias. |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Hasta 500 viviendas | 45 | 9 | 54 |
| Más de 500 y hasta 1000 viviendas. | 71 | 14 | 85 |
| Más de 1000 y hasta 5000 viviendas | 94 | 19 | 113 |
| Más de 5000 y hasta 10000 viviendas | 95 | 19 | 114 |
| Más de 10000 viviendas | 95 | 23 | 119 |

Nota. Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales (2019).

Como se observa al tener 8864 viviendas identificadas se consideró para el Distrito de Ciudad Nueva un total de 114 muestras domiciliarias con una contingencia de 20 %.

Para el cálculo del número de muestras para cada estrato fue necesario calcular la representatividad que tiene cada una, con la finalidad de tener unos resultados más precisos, así como también una distribución correcta de la muestra, el cual se presenta a continuación en la tabla 6.

Tabla 6

Representatividad por niveles socioeconómicos en generadores domiciliarios

| Nivel Socio-Económico | Cantidad de viviendas | Representatividad (%) |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A (Medio) | 3609 (a) | $((a)/(t))=41$ |
| B (Medio-Bajo) | 4261 (b) | $((b)/(t))=48$ |
| C (Bajo) | 994 (c) | $((c)/(t))=11$ |
| Total | 8864 (t) | 100 % |

Con los porcentajes de representatividad se determinó la distribución de las 114 muestras en los tres niveles socioeconómicos que se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7

Número de muestra por nivel socioeconómico

| Nivel Socio-Económico | Representatividad (%) | Calculo | Total de muestras por zona |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| A (Medio) | 41 | $114*41 \%=46,74$ | 46 |
| B (Medio-Bajo) | 48 | $114*48 \%=54,72$ | 55 |
| C (Bajo) | 11 | $114*11 \%=12,54$ | 13 |
| Total | 100 % | | 114 |

Cabe mencionar, que, según la guía al realizar esta operación en algunos casos puede incrementar ligeramente el total de muestras del estudio tal como sucedió en el nivel socioeconómico A que se muestra en la tabla anterior, en este caso nos limitamos solo a la cantidad según el rango de muestras de residuos sólidos que es 114.

3.1.4. Distribución de la Muestra:

Las 114 muestras se distribuyeron de manera aleatoria, es decir, que todas las viviendas del distrito tengan la misma probabilidad de participar en el estudio, para este fin se requirió información catastral del distrito para delimitar las zonas tomando en consideración las características de cada zona explicadas a continuación:

a) Nivel socio económico A (Medio)

El nivel socioeconómico Medio presenta una zona residencial de densidad media, se desarrolla comercio sectorial y vecinal en la avenida internacional, con servicios básicos y algunos servicios complementarios. Los comités participantes fueron Asoc. San José, Asoc. Enrique López Albuja, comités 16, 17, 20, 29, 30 escogidos de manera aleatoria.

b) Nivel socio económico B (medio bajo)

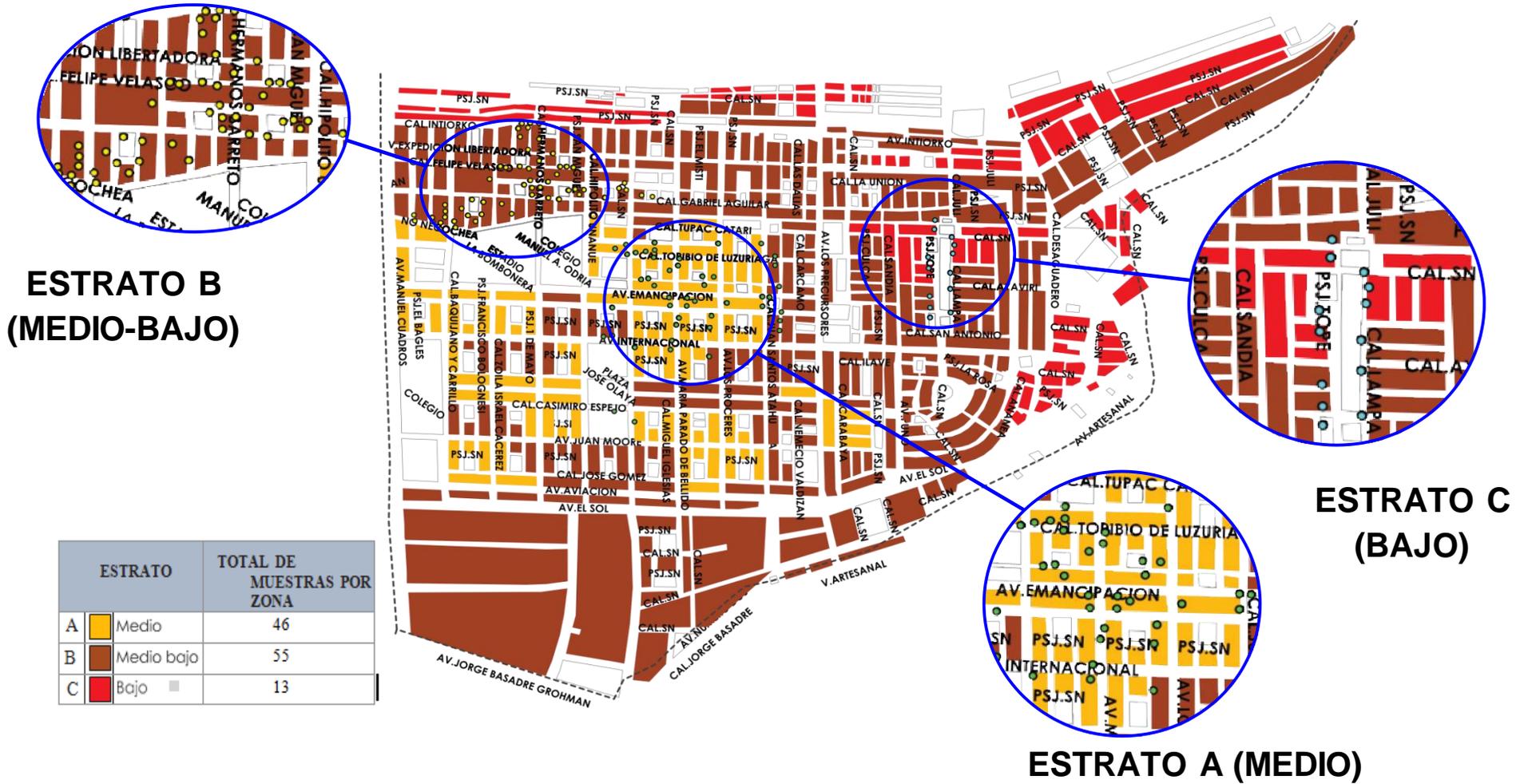
El nivel socioeconómico Medio Bajo tiene una alta densidad de población mayor a los otros estratos, con presencia de actividad comercial regular en sus áreas urbanas. Las muestras de residuos sólidos se obtuvieron de los comités 51, 39, 24, 25, 26, 41, 45, 50, y manzana 148 escogidos de manera aleatoria.

c) Nivel socio económico C (Bajo)

El nivel socioeconómico Bajo se encuentra ubicado en la parte alta del distrito de Ciudad Nueva, con vías y acceso de trocha y tierra, presenta una ocupación informal en colinas y laderas con fines

de viviendas, cuentan con servicios básicos de agua y luz mas no del servicio de limpieza pública, el sustento diario en la mayoría de viviendas les da la crianza de chanchos y animales menores. Las muestras de residuos sólidos se obtuvieron de las asociaciones de vivienda Sagrado Corazón de Jesús, Ampliación Asoc. de viv. Frente Único y Asoc. De vivienda Ciudad Blanca Los Hijos de la 2da Etapa escogidos de manera aleatoria.

Figura 2
Distribución aleatoria de las muestras en los estratos socioeconómicos



3.2. Operacionalización de Variables

3.2.1. Variable Dependiente

- Caracterización de residuos sólidos Domiciliarios

3.2.2. Variable Independiente

- Estratos Socioeconómicos

A continuación, se muestra en la tabla 8 la operacionalización de variables

Tabla 8

Operacionalización de variables

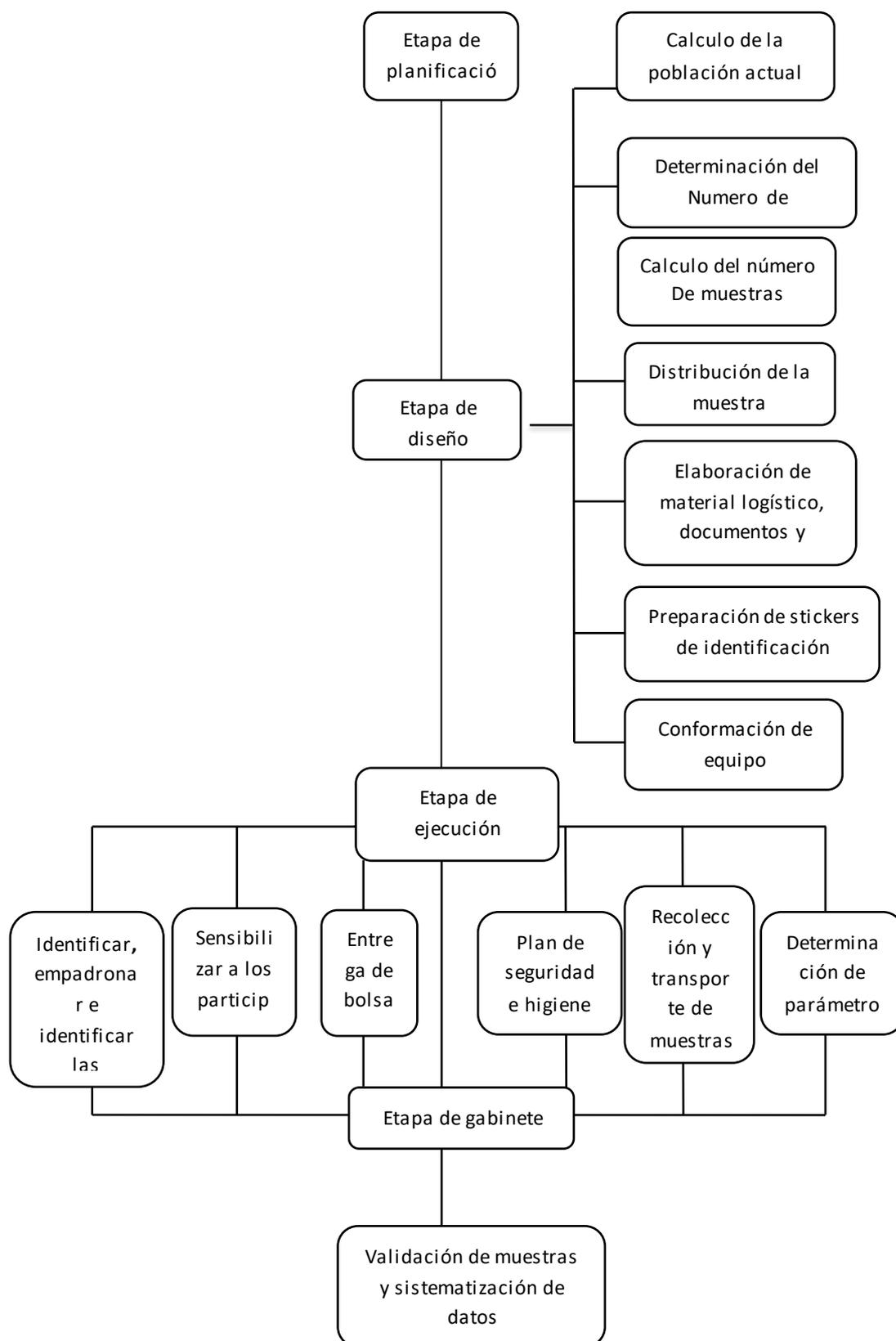
| Variables | Definición Operacional | Dimensión | Indicador |
|---|--|---|--|
| Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios | Estudio de los residuos sólidos realizado en las viviendas para conocer sus características físicas. | Residuos Sólidos del Distrito de Ciudad Nueva | - Generación per-cápita -Densidad - Composición - Humedad |
| Estratos Socioeconómicos | Clases o grupos en que se divide la población de acuerdo con el distinto poder adquisitivo y nivel social. | Clasificación de viviendas | - Ingreso económico - Numero de pobladores por estrato - Número de viviendas - Área de cada estrato |

3.3. Procedimiento, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios se llevaron a cabo diferentes etapas y acciones siguiendo la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos 2019 del MINAM plasmado en el siguiente flujograma:

Figura 3

Flujograma de las etapas del desarrollo del estudio de caracterización de RRSS domiciliarios.



a) Coordinaciones Generales

En esta primera etapa se inició las coordinaciones directamente con la Sub- Gerencia de gestión ambiental del municipio, como también con las áreas relacionadas a la materia, quienes brindaron facilidades para llevar a cabo el estudio de caracterización, brindando la logística e información necesaria para su ejecución como el plano catastral del distrito, adquisición y distribución de bienes.

b) Conformación del Equipo de Campo

Se estimó el requerimiento del personal que apoyara en cada una de las etapas, fue integrado por trabajadores de la municipalidad, estudiantes universitarios y voluntarios el cual se les distribuyo por las 3 zonas identificadas para el estudio, para el desarrollo de las actividades de invitación, empadronamiento de participantes, recolección y segregación de los residuos.

Una vez conformado el equipo de trabajo, el día 27 de junio se realizó la capacitación a sensibilizadores de los diferentes equipos de trabajo explicando la temática y el procedimiento a seguir los temas de la capacitación fueron:

- Importancia, definiciones y etapas de la caracterización de residuos sólidos domiciliarios.
- La metodología para el empadronamiento de domicilios y la importancia del compromiso de participación de las viviendas participantes.
- Indicaciones sobre el uso de materiales, llenado de hojas de registro y otros aspectos logísticos.
- El uso de los EPP a la hora del manejo de los residuos sólidos.

c) Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio.

Los materiales, equipos y herramientas necesarias que se utilizaron en la etapa de gabinete y campo fueron

- Balanza Electrónica de 100 kg. (1 unidades).
- Cilindros (2 unidades).
- Winchas de 5 metros (2 unidades).
- Guantes de cuero y badana (60 pares)
- Mascarillas (80 unidades)
- Formatos de empadronamiento para domicilios
- Escobas (3 unidades).
- Recogedor (3 unidades).
- Rastrillos (3 unidades)
- Manta de polietileno 3 x 4 m (6 unidades).
- Stickers de identificación de viviendas participantes (2 cientos).
- Informativos del estudio para las viviendas participantes. (2 cientos)
- Tableros (20 unidades)
- Lapiceros (1 caja de 50 unidades)
- Bolsas de polietileno de 120 litros (2 millares).
- Sacos (25 unidades)
- Cámara fotográfica digital.
- Una Laptop Portátil.
- Impresora.
- Un vehículo para el traslado de muestra

d) Personal

- Equipo de Campo para el empadronamiento, sensibilización, recolección y segregación de residuos (15 personas)
- Chofer (1 Persona).

Se designó el estadio la bombonera como punto de acopio de las muestras para realizar el pesaje, clasificación y la determinación de la densidad a fin de obtener datos técnicos conforme a lo establecido en la guía de caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM.

e) Sensibilización

Se realizó sensibilización repartiendo una hoja informativa (Ver Anexo 1) explicando la importancia, metodología y finalidad del estudio.

f) Registro

Una vez que se realizó la sensibilización se le hizo entrega de la invitación a ser partícipe del estudio de caracterización de acuerdo al formato establecido (Ver Anexo 2) con la finalidad de tener las 114 muestras establecidas para la ejecución del estudio.

Con las viviendas que aceptaron participar se llenó una hoja de registro en el cual, el encargado de la vivienda describe datos necesarios como, el número de personas ocupando la vivienda, dirección de la vivienda entre otras, el formato del registro (Ver Anexo 3), y finalmente se le colocó un sticker de identificación con su respectivo código en el frontis de su predio junto a ello se le entregó la primera bolsa con una capacidad de 120 litros para que acumulen sus residuos del día.

g) Procedimiento para el manejo de muestras y recolección de muestras domiciliarias

Con los registros de empadronamiento de los participantes se elaboró una ruta de transporte de residuos para optimizar el tiempo de recojo ya que solo se contaba con una unidad vehicular.

La recolección de las bolsas con los residuos sólidos de las viviendas participantes, se realizó al día siguiente de haber entregado la primera bolsa, y se entregó una nueva debidamente codificada, esta acción se efectuó siempre de acuerdo al horario establecido por el jefe de hogar, durante los 8 días continuos que duro la ejecución del estudio y se llenó una hoja de registro de control de entrega (ver anexo 4). En las 3 zonas que se dividió el distrito para la ejecución del estudio se designó 3 puntos de acopio (1 en cada zona) para facilitar el transporte.

El traslado de las muestras recolectadas en los tres puntos de acopio, fueron colocadas en la unidad vehicular siguiendo las medidas de seguridad correspondiente.

La descarga de las muestras se realizó en el estadio la Bombonera del Distrito de Ciudad Nueva, donde se designó un lugar específico para realizar la caracterización de los residuos siguiendo la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM.

h) Plan de seguridad e higiene

Las medidas de seguridad consideradas en el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios fueron

- Uso de equipos de protección personal (guantes, mascarilla, entre otros).
- Contar con un botiquín de primeros auxilios, lejía, jabón y alcohol para uso personal y para la desinfección de las áreas usadas.
- Se indicó tomar precaución en el levantamiento de residuos y recipientes en las diferentes etapas del estudio para prevenir cortes, caídas, entre otros. De igual manera considerar el peso de los residuos.

3.4. Procesamiento y Análisis de los Datos

3.4.1. Determinación de Generación Per cápita

Se inició con el pesaje y registro de las bolsas con residuos procedentes de las viviendas participantes asociado al código de identificación que se encuentra estipulado en el formato de registro de generación de residuos sólidos domiciliarios.

Las bolsas con los residuos recolectados el primer día del estudio fueron descartadas pero incluidas en el cuadro de resultados de peso (Ver anexo 5); ya que pueden contener residuos del día anterior, las mismas que podrían alterar los resultados del estudio.

Se determinó la generación per cápita de cada vivienda a través de la siguiente fórmula:

$$GPC_{viv} = \frac{kg.Dia1 + kgDia2 + kg.Dia4 + \dots + kg.Dia7}{N^{\circ} de hab \times 7 dias} \quad (3)$$

Con los datos de la GPC de cada vivienda se determinó la generación per cápita del Distrito en kg/hab./día sumando la GPC de las viviendas y dividir las por el número total de muestras (n) mediante la siguiente formula:

$$GPC.Distrital = \frac{GPC1 + GPC2 + GPC3 + GPC4 + \dots + GPCn}{n} \quad (4)$$

3.4.2. Validación de la Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios

Para la validación de los valores de la generación per cápita se utilizó la metodología del CEPIS, donde se descartó los valores del día 0 además se eliminó viviendas que hayan participado menos de 4 días determinándose así la GPC promedio, desviación estándar y finalmente se obtiene el intervalo de sospecha (Z_c) mediante la siguiente formula:

$$Z_c = \left| \frac{X - x}{s} \right| \quad (5)$$

Dónde:

X= GPC promedio

x= GPC de cada vivienda

S= Desviación estándar

Zc= Variable aleatoria normal

Seguido se procedió a determinar si se descartaba algún valor considerando la propuesta descrita en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos del MINAM, que consiste en verificar cuales de las muestras arrojan un valor de Z_c mayor que 1,96 que significa el 95 % de confianza pues estas serán las que estén fuera del rango de confiabilidad.

También se determinó la valides del estudio siguiendo las siguientes condiciones:

Si cumple con la condición N° 1: “El nuevo número de muestras obtenidas < conteo del número TOTAL de muestras al finalizar la validación”.

El nuevo número de muestras se sacó mediante la siguiente formula siguiendo la guía del MINAM.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2} \quad (6)$$

Dónde:

N = Total de viviendas

Z= Nivel de confianza 95 %

σ = Desviación estándar

E= Error permisible

n= Nuevo número de muestra

El estudio es válido si se cumple la condición N° 2:
“GPC total promedio (50 %) > σ (desviación estándar)

Con esto se busca representar las condiciones normales de generación de RS con base en la población estudiada, con la finalidad de prevenir cualquier alteración en los resultados de la GPC domiciliaria, ya que existe la posibilidad de que algunos generadores estén muy por debajo o muy por encima de las situaciones normales y estos deben ser separados del estudio.

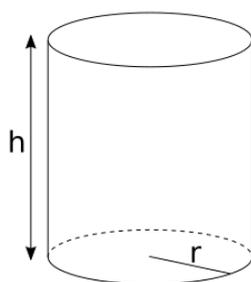
3.4.3. Determinación de la Densidad

Las bolsas con los residuos ya pesados se vaciaron en un cilindro con dimensiones ya conocidas (altura y diámetro), el volumen del cilindro se determinó mediante la siguiente formula:

Figura 4

Dimensiones de un cilindro

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (7)$$



Donde:

V= Volumen del cilindro

r = Radio del cilindro

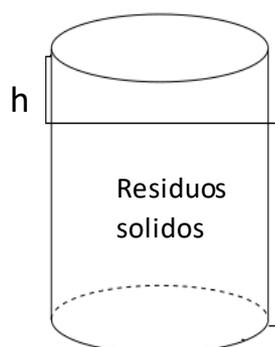
h= Altura del cilindro

$\pi = 3,14$

Una vez lleno el recipiente, se levantó el cilindro hasta aproximadamente 15 a 20 cm sobre la superficie y dejar caer 3 veces consecutivamente para cubrir los espacios vacíos para luego medir la altura libre del cilindro.

Figura 5

Altura libre de un cilindro con residuos



h= altura libre

Se procedió a registrar los datos de la altura y los pesos de los residuos contenidos en el cilindro en la hoja de registro (ver Anexo 7).

Seguido se calculó la densidad de los residuos sólidos dividiendo el peso de los residuos entre el volumen que ocupe los mismos para cada día mediante la siguiente formula:

$$Densidad(S) \frac{W}{Vr} = \frac{W}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (Hf - Ho)} \quad (8)$$

Dónde:

S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³)

W: Peso de los residuos sólidos

Vr: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro (0,58 m)

H_f: Altura total del cilindro (0,86 m)

H_o: Altura libre del cilindro

π: Constante (3,1416)

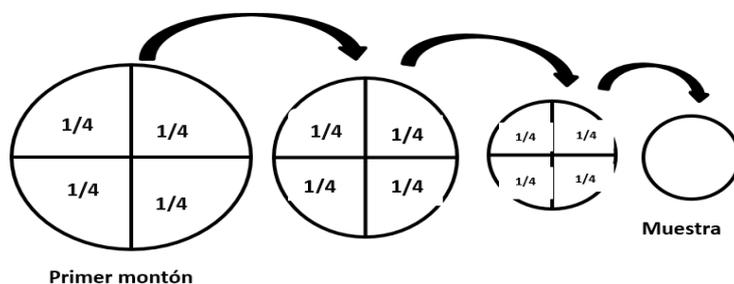
Finalmente, con la densidad diaria obtenida de los 7 días, se promediará dicha densidad para obtener la densidad promedio (Sp) mediante la siguiente formula:

$$Sp = \frac{kg/m3.Dia1 + kg/m3.Dia2 + \dots + kg/m3.Dia7}{7} \quad (9)$$

3.4.4. Determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos

Los residuos se colocaron sobre un plástico de polietileno con la finalidad que las muestras no se combinen con residuos presentes en la superficie del suelo, en los casos donde se tuvo un volumen grande se utilizó el método del cuarteo, que consiste en dividir el volumen en 4 partes iguales, para luego escoger 2 muestras opuestas para luego repetir el procedimiento hasta obtener una muestra manejable.

Figura 6
Método de Cuarteo



La Composición de los residuos domiciliarios se obtuvo mediante la clasificación, según su tipo (materia orgánica, plástico, cartón, papel, vidrio, entre otros), mediante la segregación para luego ser pesado y registrado en la matriz de composición porcentual de residuos sólidos (Ver Anexo 8), este procedimiento se realizó los días que duro el estudio.

Figura 7
Segregación de residuos sólidos



Conociendo el dato del peso total y el peso de cada componente de los 7 días que duro el estudio se determinó la composición porcentual mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje}(\%) = \frac{P_i}{W_t} \times 100 \quad (10)$$

Dónde:

Pi: Peso de cada componente de los residuos (papel, cartón, etc.)

WT: Peso total de los residuos recolectados

3.4.5. Determinación de la Humedad

Se determinó la humedad de los residuos domiciliarios seleccionando una fracción de residuos orgánicos representativa provenientes de la caracterización con un peso de 2 kg aproximadamente, se picó los residuos orgánicos domiciliarios hasta obtener piezas de 2 cm y se colocó dichos residuos en una bolsa hermética transparente comprimiendo para eliminar la mayor cantidad de aire junto a la cadena de custodia (Ver anexo 9) de acuerdo a la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos, dicha muestra fue transportada en una caja de tecnopor refrigerante a un laboratorio acreditado para su análisis respectivo, obtenido los resultados brindados por el laboratorio se procedió a llevar el cálculo de humedad, este procedimiento se realizó en los días 3 y 6.

$$H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (11)$$

Dónde:

H= Humedad

Pi= Peso inicial de residuos

Pf= Peso final de residuos

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Resultados de la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios, Según Estratos Socioeconómicos

El cálculo se determinó a partir de los promedios obtenidos en el trabajo de campo durante los 8 días que tuvo como duración el estudio.

Con los datos conseguidos en la ejecución del estudio y la aplicación de fórmulas se obtuvo la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios, tomándose en cuenta los estratos socioeconómicos y la cantidad de habitantes correspondientes.

- a) Generación per cápita Estrato A: La generación per cápita de las 46 muestras consideradas para este nivel fue de 0,51 kg/hab./día con una representación del 41 % de la población.
- b) Generación per cápita Estrato B: La generación per cápita de las 55 muestras consideradas para este nivel fue de 0,47 kg/hab./día con una representación del 48 % de la población.
- c) Generación per cápita Estrato C: La generación per cápita de las 13 muestras consideradas para este nivel fue de 0,44 kg/hab./día con una representación de 11 % de la población.

En la siguiente tabla se presenta la GPC del distrito:

Tabla 9

Generación per cápita – GPC domiciliaria de residuos sólidos del distrito por estratos.

| Nivel socio – económico (estrato) | Representatividad poblacional | GPC total del estrato validada | %i x GPCi |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------|
| A | 41% | 0,51 | 0,209631102 |
| B | 48% | 0,47 | 0,227211622 |
| C | 11% | 0,44 | 0,048015269 |
| Total | 100% | GPC domiciliaria | 0,485 |

Como se observa en la tabla 9 la generación per cápita para el Distrito fue de 0,485 kg/hab./día que se obtuvo de la muestra de 114 viviendas, es decir que cada habitante del distrito genera 485 gramos de residuos sólidos por día en el distrito de Ciudad Nueva.

En el Anexo 5 se muestra los datos obtenidos en el pesaje de residuos sólidos domiciliarios durante los 7 días considerados durante el estudio, para luego sacar la GPC separados por estratos A, B Y C respetivamente, cabe mencionar que se descartó los datos del día 0 y para que la muestra sea válida cada vivienda tiene que entregar sus residuos como mínimo 4 días.

4.1.1. Validación de la GPC domiciliaria

Siguiendo la metodología del MINAM con la identificación de la generación per cápita de cada vivienda y el promedio total de estas en el distrito se obtuvo como resultado que el 100 % de los valores identificados aplicando la fórmula Z_c son mayores a 1,96 por lo tanto se valida las 114 muestras, con esto se sacó la desviación estándar y se procedió a validar la 1 condición de $n < N$ donde "n" es el nuevo número de muestras y N son las 114 muestras, "n" se sacó usando la fórmula $N \%$.

Tabla 10

Valores para "n"

| Datos | Valores |
|------------------------------|-------------------|
| N Total de viviendas | 8864 |
| Z Nivel de confianza 95% | 1,96 |
| σ Desviación estándar | 0,28 (Guía ECRSM) |
| E Error permisible | 0,056 |
| n Numero de muestra | 95 |

Al tener 95 como nuevo número de muestra, se valida la primera condición $n < 114$.

La segunda condición se validó al tener un GPC total promedio (50 %) $0,24 > a 0,07$ que fue la nueva desviación estándar dando la valides al estudio de caracterización.

4.2. Proyección de la Generación Total de Residuos Sólidos Domiciliarios

4.2.1. Proyección de la población del distrito de Ciudad nueva

La proyección de la población del distrito de Ciudad Nueva al 2023, se obtuvo a partir de la tasa crecimiento poblacional anual (1,32 %) el cual realizando el cálculo se obtuvo una población de 32 713 para el año 2019 tomando como dato base el último censo del año 2017.

Tabla 11

Proyección poblacional

| Año | Población |
|------|-----------|
| 2019 | 32 713 |
| 2020 | 33 145 |
| 2021 | 33 582 |
| 2022 | 34 026 |
| 2023 | 34 475 |

4.2.2. Proyección de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

La generación per cápita GPC, obtenida para los residuos sólidos domiciliarios fue de 0,485 Kg/hab./día, se asume un incremento de la tasa de generación promedio en 1 % anual, con dicha información se proyecta la GPC al año 2023.

Tabla 12

Proyección poblacional

| Año | GPC |
|------|-------|
| 2019 | 0,485 |
| 2020 | 0,490 |
| 2021 | 0,495 |
| 2022 | 0,500 |
| 2023 | 0,505 |

4.2.3. Proyección de la generación de residuos sólidos al 2023

Con los datos obtenidos de la proyección de la generación per cápita y la población se determinó la generación total de residuos sólidos domiciliarios al año 2023, esta se obtuvo multiplicando la GPC por la población total del distrito, representado en la tabla 13.

Tabla 13

Proyección de la GPC de RRSS al año 2023

| Año | Población (hab.) | GPC (Kg/hab./día) | Generación Estimada de Residuos Domiciliarios | |
|------|---------------------|----------------------|--|------------------|
| | | | Diaria (T/día) | Anual (T/año) |
| 2019 | 32 713 | 0,485 | 15,87 | 5792,55 |
| 2020 | 33 145 | 0,490 | 16,24 | 5927,60 |
| 2021 | 33 582 | 0,495 | 16,62 | 6066,30 |
| 2022 | 34 026 | 0,500 | 17,01 | 6208,65 |
| 2023 | 34 475 | 0,505 | 17,41 | 6354,65 |

Como se observa en la tabla anterior durante los próximos 4 años habrá un incremento de residuos sólidos domiciliarios de hasta 1.54 ton/día, con una generación total de 6354,65 ton/año hasta el 2023.

4.3. Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

Se determinó la densidad por medio de cálculos de cada uno de los estratos estudiados siguiendo la guía de caracterización de los residuos sólidos del MINAM estos se presentan a continuación:

- a) En el estrato A se obtuvo una densidad promedio de 138,20 kg/m³ considerando 7 días del estudio teniendo como valor mínimo en el día 3 y un máximo en el día 1.

Tabla 14*Densidad de los residuos sólidos del estrato A*

| Parámetro | | | | | | | | Densidad Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | kg/m ³ |
| Densidad (S) | 166,77 | 156,36 | 120,53 | 132,84 | 127,34 | 131,69 | 131,85 | 138,20 |

- b) En el estrato B se obtuvo una densidad promedio de 153,96 kg/m³ considerando 7 días del estudio teniendo como valor mínimo en el día 6 y un máximo en el día 2.

Tabla 15*Densidad de los residuos sólidos del estrato B*

| Parámetro | | | | | | | | Densidad Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | kg/m ³ |
| Densidad (S) | 156,10 | 166,03 | 142,58 | 165,88 | 150,97 | 140,24 | 155,90 | 153,96 |

- c) En el estrato C se obtuvo una densidad promedio de 139,60 kg/m³ considerando 7 días del estudio teniendo como valor mínimo en el día 4 y un máximo en el día 3.

Tabla 16*Densidad de los residuos sólidos del estrato C*

| Parámetro | | | | | | | | Densidad Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | kg/m ³ |
| Densidad (S) | 143,59 | 145,17 | 168,66 | 114,91 | 137,26 | 117,02 | 150,59 | 139,60 |

Con el promedio de la densidad de cada uno de los estratos se calculó la densidad promedio del distrito obteniendo como resultado una densidad de 143,92 kg/m³ el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17

Resultado total de la densidad de los RRSS del distrito de ciudad nueva

| Parametro | Estrato A | Estrato B | Estrato C | Densidad Promedio kg/m ³ |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------|
| Densidad (S) | 138,20 | 153,96 | 139,60 | 143,92 |

Como se observa en la tabla 17 el estrato B tuvo mayor densidad de residuos a diferencia del estrato A y C.

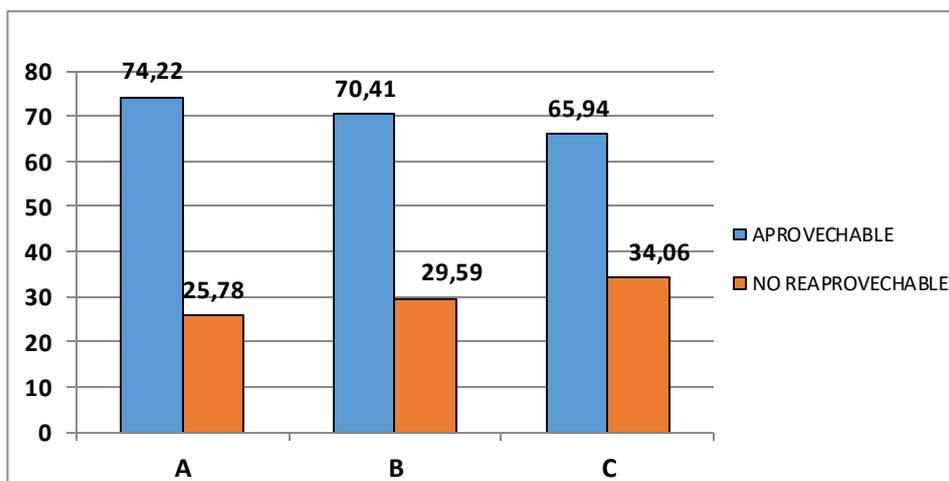
Cabe mencionar que este parámetro es importante a la hora de toma de decisiones para determinar la capacidad de los equipos de almacenamiento y recolección de los residuos, los cuales sirven para realizar un adecuado manejo de estos.

4.4. Composición Física de los Residuos Sólidos Domiciliarios

4.4.1. Diferencias de la composición en los 3 estratos

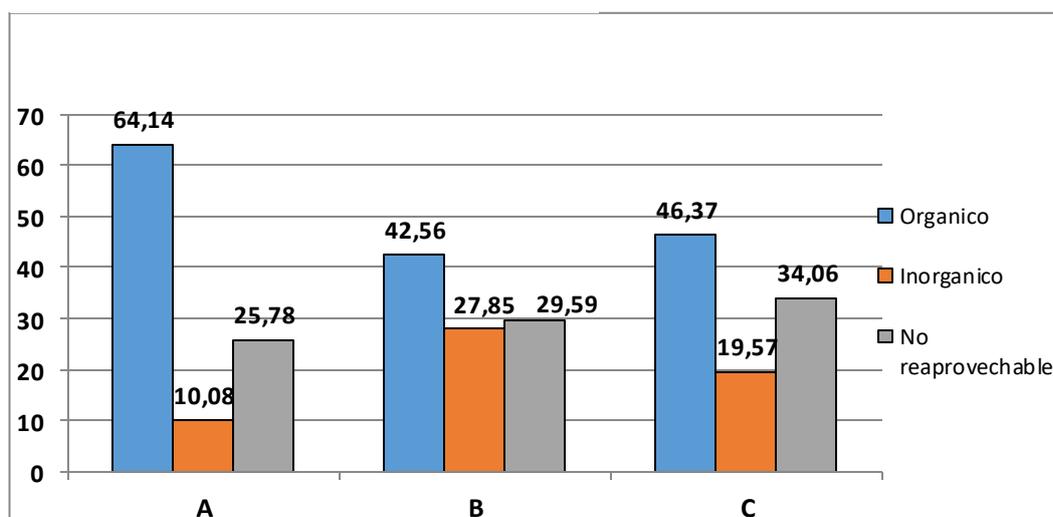
Como se observa en el siguiente gráfico, los residuos aprovechables son en mayor proporción teniendo una ligera diferencia en el estrato C donde los no reaprovecharles están en mayor proporción, concluyendo que en los estratos de altos se genera mayor cantidad de residuos orgánicos y en los estratos menores se genera mayor cantidad de residuos no reaprovechables esto debido a factores de consumo, educación ambiental, actividades económicas, entre otros. A continuación, se muestra en la gráfica 8 representativa sobre los residuos sólidos según su potencialidad:

Figura 8
Potencialidad de los residuos según estratos



Los residuos de mayor proporción encontrado de los tres estratos fueron los residuos orgánicos, el estrato A tiene mayor cantidad de residuos orgánicos a diferencia de los estratos bajos, seguido de residuos no reaprovechables, siendo el estrato C de mayor generación, asimismo, se encontró que los residuos inorgánicos son los que se generan en menor proporción en los 3 estratos, siendo mayor en el estrato B, como se visualiza en la figura 9.

Figura 9
Composición por estratos

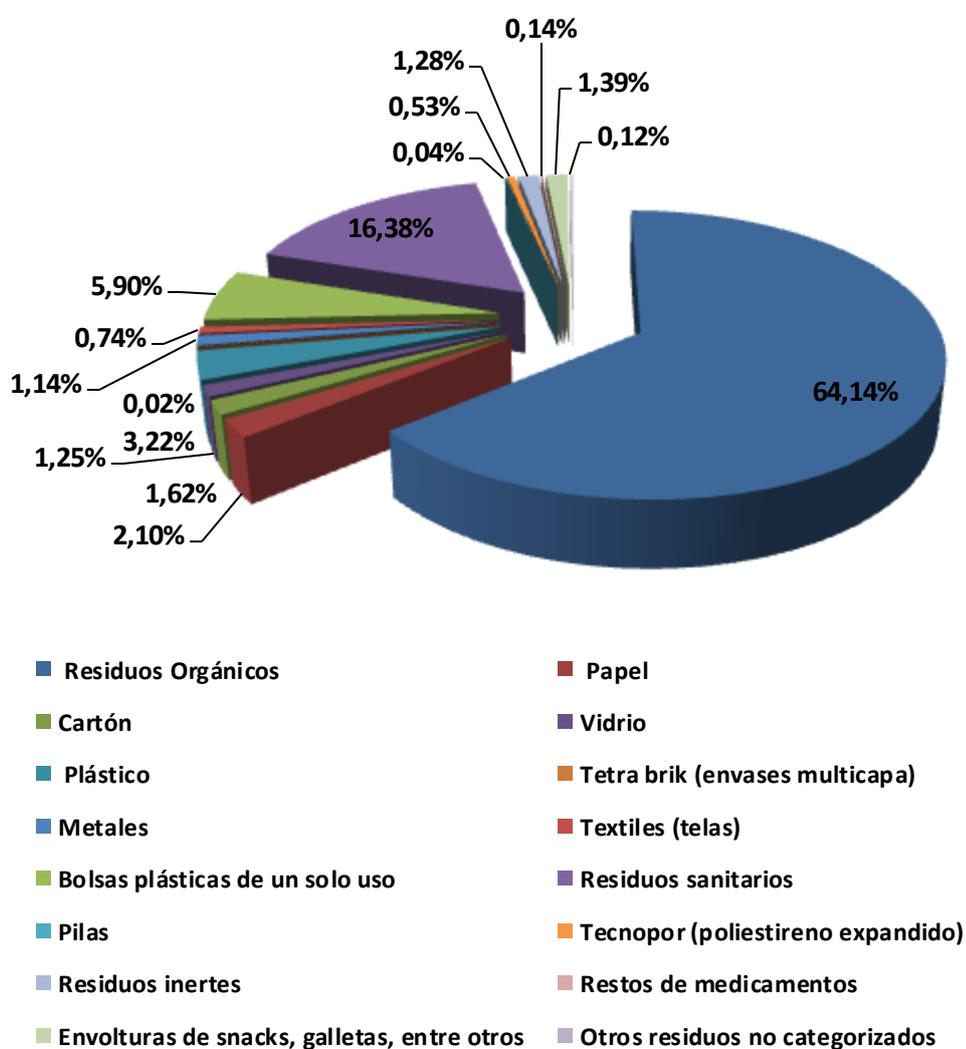


A continuación, se presentan los resultados de la composición de los residuos Sólidos Domiciliarios de los estratos A, B y C del Distrito de Ciudad Nueva realizados desde el 03 de julio al 9 de julio del 2019.

En el estrato A notamos que existe una composición mayoritaria de residuos orgánicos con un 64,14 %, seguido de residuos sanitarios con un 16,38 %, bolsas plásticas con un 5,90 % y otros en menor proporción como se visualiza en la figura 10.

Figura 10

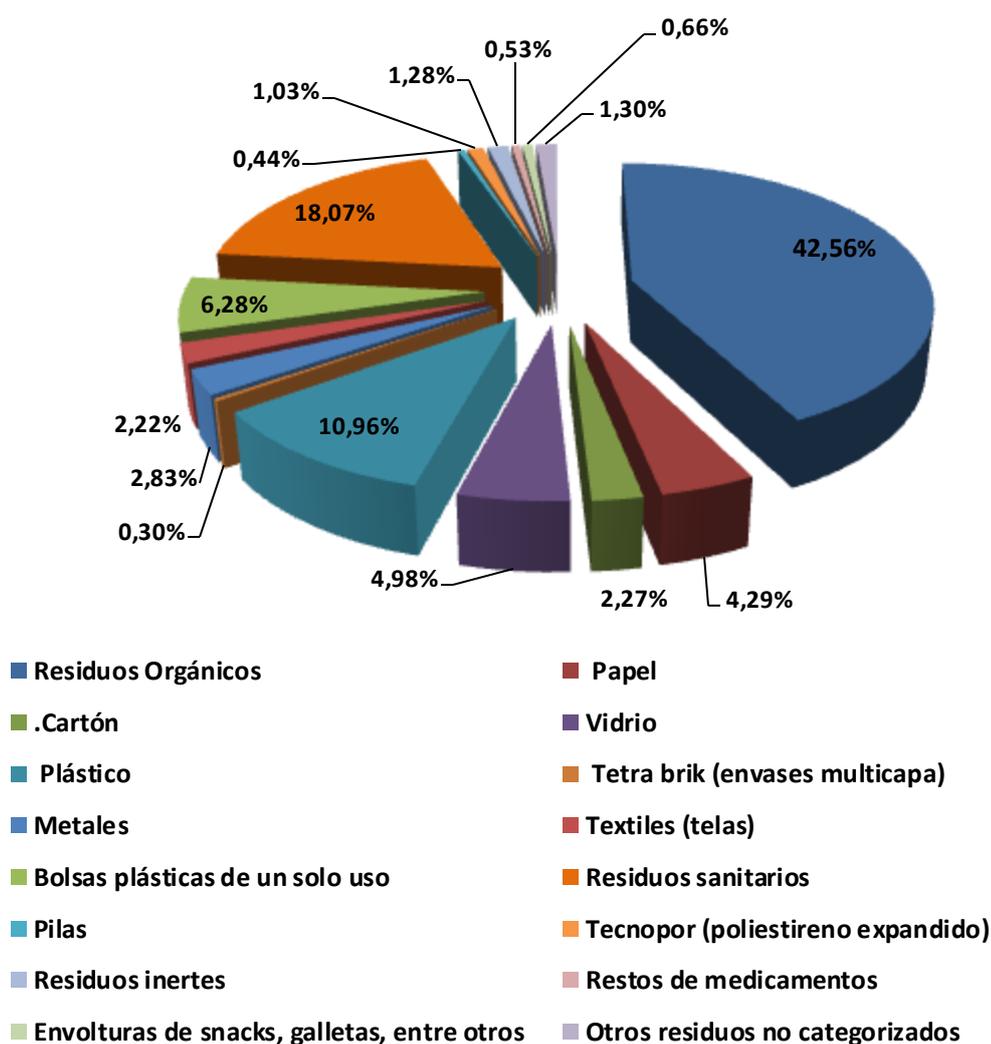
Composición de RRSS estrato A



En el estrato B notamos que existe una composición mayoritaria de residuos orgánicos con un 42,56 % seguido de residuos sanitarios con un 18,07 %, plástico con un 10,96 % y otros en menor proporción como se visualiza en la figura 11.

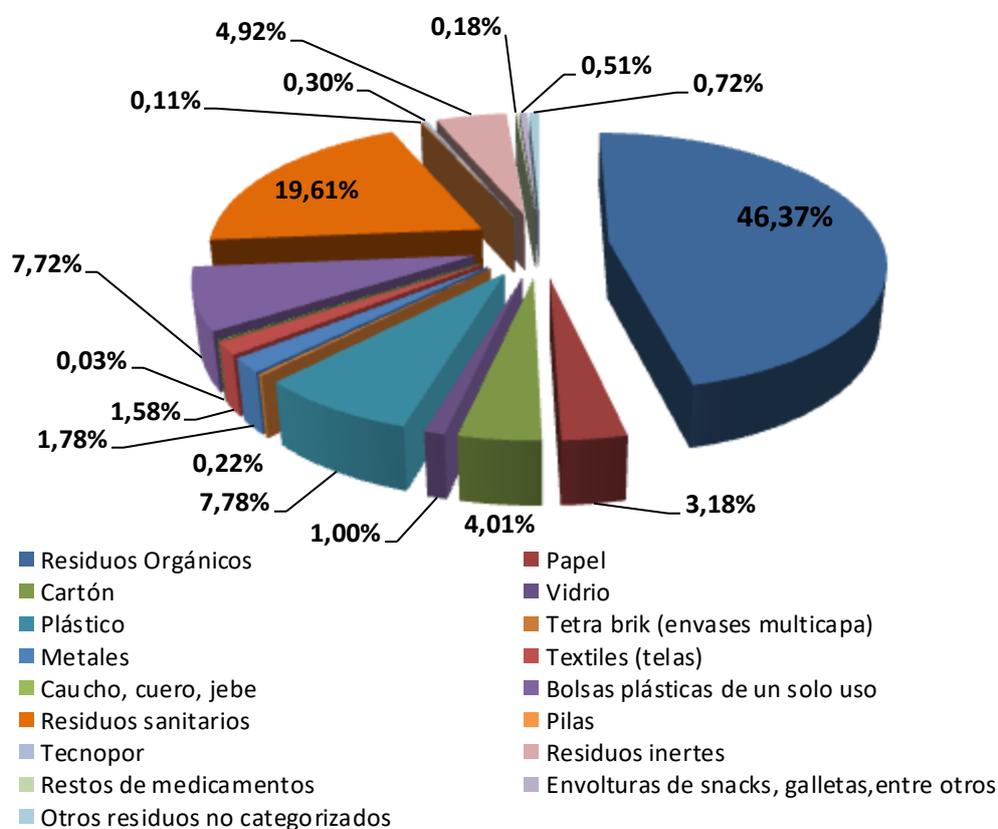
Figura 11

Composición de RRSS en el estrato B



En el estrato C, notamos que existe una composición mayoritaria de residuos orgánicos con un 46,37 % seguido de los residuos sanitarios con un 19,61 %, bolsas plásticas con un 7,72 % y otros en menor proporción como se visualiza en la figura 12.

Figura 12
Composición de RRSS estrato C



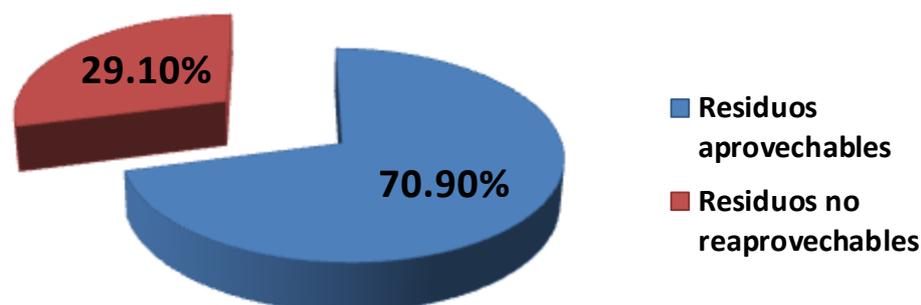
4.4.2. Composición física de residuos sólidos domiciliarios del Distrito de Ciudad Nueva

Con los datos de composición porcentual de cada estrato se determinó la composición total del Distrito, estos se ha dividido por su potencialidad en sólidos aprovechables y no reaprovechables, dentro de los residuos sólidos aprovechables encontramos los residuos sólidos orgánicos por su capacidad de ser transformado en compost, biogás o en energía y también los residuos sólidos inorgánicos los cuales tienen la capacidad de entrar nuevamente a un proceso productivo para producir materiales similares que tienen un valor en el mercado.

En la figura 13 se muestra la composición de residuos aprovechables y no reaprovechables, teniendo un 70,90 % del total de residuos que se puede aprovechar.

Figura 13

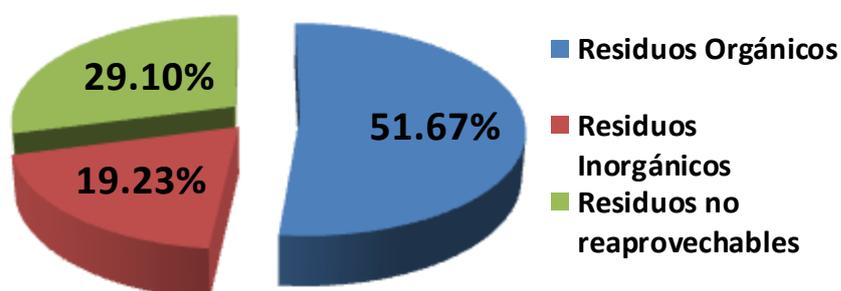
Composición del tipo de residuo predominante



En la figura 14 se muestra los porcentajes de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables, el cual servirá para elaborar planes para la recuperación de estos.

Figura 14

Composición de RRSS por su clasificación

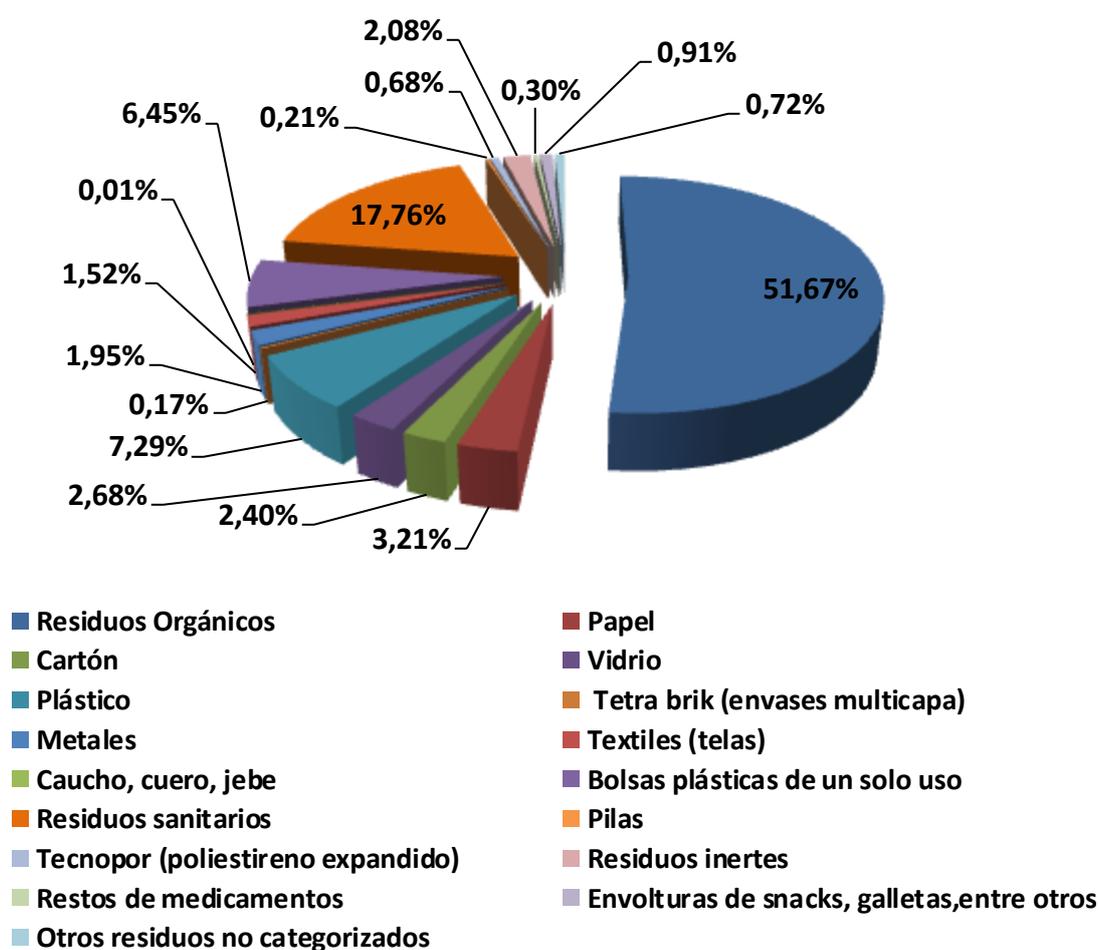


Al obtener un 51,67 % de Residuos Orgánicos esto nos servirá para diseñar la planta de compostaje que vamos a proponer.

La composición general de los residuos sólidos domiciliarias del distrito de Ciudad Nueva fue de 51,67 % de materia orgánica como residuo predominante, seguido de residuos sanitarios con un 17,76 %, plástico con un 7,29 % y otros en menor proporción, el cual se presentan a continuación en la figura 15.

Figura 15

Composición de los RRSS domiciliarios del Distrito



A continuación, se describe las características de los componentes encontrados:

- **Materia Orgánica:** Restos de alimentos, residuos de maleza o poda y otros residuos orgánicos. Es el componente de mayor porcentaje, 51,67 %.
- **Papel:** Periódicos, papel blanco, etc. Representa el 3,21 %.

- **Cartón:** cajas de productos, cartón blanco o corrugado, tapas de revistas y similares. Representa el 2,40 %.
- **Vidrio:** Restos de ventanas, botellas, envases de vidrio, etc. Representa el 2,68 %.
- **Plástico:** botellas de bebida y agua, botellas de aceite, shampo, empaques de alimentos, tubos, baldes, tapas entre otros. Representa el 7,29 %.
- **Tetra brik** (envases multicapa): Envases de jugo pequeños, representa el 0,17 %
- **Metales:** Incluye las latas, acero fierro aluminio entre otros metales, representa el 1,95 %
- **Textiles:** ropa usada, partes de tela, etc. Representa el 1,52 %.
- **Cauchos**, cuero, jebe: Representa el 0,01 %
- **Bolsas plásticas:** bolsas plásticas de mercado, para despacho en general, representa el 6,45 %
- **Residuos sanitarios:** papel higiénico, pañales y toallas higiénicas. Representan el 17,76 %
- **Pilas:** pilas y baterías, representa el 0,21 %
- **Tecnopor:** Representa el 0,68 %
- **Residuos inertes:** Tierra, piedras y similares. Representa el 2,08 %.
- **Restos de medicamentos:** Representa el 0,30 %
- **Envoltura de snacks**, galletas, caramelos, entre otros: Representa el 0,91 %
- **Otros residuos no categorizados:** Representa el 0,72 %

En el caso de los residuos inertes, estos son generados en las viviendas después del barrido de las casas, por tal motivo, se encontró presencia es estos en las muestras evaluadas.

Al conocer la composición de los residuos sólidos, nos permite tener un criterio técnico a la hora de elaborar programas de recuperación de residuos orgánicos e inorgánicos.

4.5. Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

Para la determinación de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios, se tomó muestras durante dos días, las muestras se acondicionaron, rotularon y fueron entregadas al laboratorio de Suelos Concretos y pavimentos “Técnicos e Ingenieros E.I.R.L.” donde se efectuó el análisis de las muestra a través de la metodología de diferencia de peso y gravimetría bajo la norma ASTM D-2216, donde el material ha sido secado en un horno de laboratorio a una temperatura a 110° C. durante 20 horas, tendiendo como resultado un 56,64 % y 34,35 % de humedad en los días 3 y 6 respectivamente (Ver anexo 10), con la composición porcentual de los residuos sólidos orgánicos del día, se obtuvo el porcentaje promedio de humedad que fue de 42,27 % el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18

Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

| Día | Fracción de Residuos orgánicos | Humedad(en base a RRSS orgánicos) | Humedad(en base a peso total de residuos) |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| | $r = (A)/(A/B) \%$ | (H) % | $Ht = (H) \times (r) \%$ |
| Día 3 | 70,71 | 56,64 | 40,62 |
| Día 6 | 77,53 | 34,35 | 43,91 |
| | | Promedio | 42,27% |

Dónde:

r: Fracción de residuos orgánicos

A: Peso de residuos sólidos orgánicos

B: Peso de residuos sólidos inorgánicos

H: Humedad de residuos sólidos determinados en laboratorio

Ht: Humedad en base al peso total de residuos sólidos de A+B

4.6. Cuadro Comparativo de Indicadores por Estratos Socioeconómicos

Tabla 19

Comparación de indicadores socioeconómicos

| Descripción | Estrato A | Estrato B | Estrato C |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingreso per cápita | S/. 729.9 - 953.5 | S/. 557.9 - 729.8 | S/. Menor a 557.8 |
| Habitantes por vivienda | 4 | 4-5 | 4-5 |
| M ² por estratos | 751,749.45 | 1,250,000 | 274,029 |
| Número de viviendas | 3609 | 4261 | 994 |

4.7. Contraste Estadístico

a) La generación per cápita en los estratos socioeconómicos altos son mayores que en los estratos bajos

Para el contraste estadístico de la GPC por estratos se utilizó la tabla ANOVA donde se obtuvo como resultado que los estratos C y B estadísticamente son iguales en la generación per cápita, pero numéricamente son diferentes, mientras en el estrato A tiene una GPC estadísticamente mayor que los estratos C y B, esto con un nivel del 95 % de confianza, el cual se muestra a continuación en la tabla 20 y 21.

Tabla 20*Tabla ANOVA*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 0.0808338 | 2 | 0.0404169 | 11.19 | 0.0000 |
| Intra grupos | 0.400795 | 111 | 0.00361077 | | |
| Total (Corr.) | 0.481629 | 113 | | | |

Para determinar las medias que son significativamente diferentes, se realizó una prueba de Múltiples Rangos

Tabla 21*Prueba de múltiple rangos*

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|-----------|-------|----------|-------------------|
| Estrato C | 13 | 0.437692 | a |
| Estrato B | 55 | 0.465273 | a |
| Estrato A | 46 | 0.511522 | b |

b) La densidad de los residuos sólidos domiciliarios en los estratos socioeconómicos altos es mayor que en los estratos bajos

Para el contraste estadístico de la densidad se utilizó la técnica de análisis de varianza ANOVA, en la tabla 22 y 23 se muestra los resultados obtenidos, donde se muestra que estadísticamente no hay diferencia significativa en la densidad de los tres estratos, por tanto, se podría decir que, si bien en términos números son diferentes, estadísticamente son iguales, esto con un nivel del 95 % de confianza,

Tabla 22*Tabla ANNOVA*

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 1065.1 | 2 | 532.552 | 2.16 | 0.1448 |
| Intra grupos | 4447.57 | 18 | 247.087 | | |
| Total (Corr.) | 5512.67 | 20 | | | |

Para determinar las medias que son significativamente diferentes, se realizó una prueba de Múltiples Rangos

Tabla 23*Prueba de múltiples rangos*

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|-----------|-------|---------|-------------------|
| Estrato C | 7 | 138.197 | a |
| Estrato B | 7 | 139.6 | a |
| Estrato A | 7 | 153.957 | a |

c) Los residuos orgánicos, según estratos socioeconómicos, son diferentes según los estratos menores.

- Composición orgánica

Para el contraste estadístico de residuos orgánicos se utilizó la técnica de análisis de varianza ANOVA, en la tabla 24 y 25 se muestra los resultados obtenidos, indicando que los estratos B y C generan lo mismo a diferencia del estrato A es el mayor generador de residuos orgánicos,

entonces podemos decir que estadísticamente son significativamente diferentes entre las variables con un 95 % de confianza.

Tabla 24

Tabla ANOVA

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 1850.62 | 2 | 925.31 | 20.93 | 0.0000 |
| Intra grupos | 795.916 | 18 | 44.2176 | | |
| Total (Corr.) | 2646.54 | 20 | | | |

Para determinar las medias que son significativamente diferentes, se realizó una prueba de Múltiples Rangos.

Tabla 25

Prueba de múltiples rangos

| | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|-----------|-------|-------|-------------------|
| Estrato B | 7 | 42.56 | a |
| Estrato C | 7 | 46.37 | a |
| Estrato A | 7 | 64.14 | b |

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

Las características de los residuos domiciliarios por estratos socioeconómico se determinó que los estratos altos generan mayor cantidad de residuos por habitante teniendo 0,51 kg/hab./día para el estrato A 0,47 kg/hab./día para el estrato B y 0,44 kg/hab./día para el estrato C, por lo tanto, se acepta la hipótesis 0 de igual manera el porcentaje de residuos orgánicos fue mayor en todos los estratos, resultado comparado con el estudio de (Davila Ramirez, 2015) donde señala que los estratos altos generan mayor cantidad estrato A 0,561 kg/hab./día, estrato B 0,541 kg/hab./día y 0,503 kg/hab./día estrato C, concluyendo de esta manera que existe diferencias de generación de residuos en diferentes estratos y que estos están relación al nivel socioeconómico.

La generación per cápita del distrito de Ciudad Nueva fue de 0,485 kg/hab./día el cual difiere del resultado obtenido de (Pezo, 2015) en su estudio de “caracterización de residuos en el distrito de Tacna” donde obtuvo una generación de 0,54 kg/hab./día, esta variación se debe a la modificación de consumo, así como el hábito de segregar que fue adquiriendo la población del distrito de Ciudad Nueva mediante el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva, que se viene desarrollando en el distrito en los últimos años, lo cual influye, tiene una influencia significativa en la generación, y según (Rosales, 2017) en su estudio de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Paucarpata (Arequipa) obtuvo 0,50 kg/hab./día, por otro parte según (Uriza, 2016) en su estudio de caracterización de residuos sólidos domésticos en Tunja (Colombia) obtuvo una GPC de 0,382 kg/hab./día en su mayoría residuos orgánicos. Se acepta la hipótesis 1.

La densidad de residuos sólidos en el distrito de Ciudad Nueva fue de 143,92 kg/m³, comparando con otras investigaciones realizadas dentro del país (Davila, 2015) para el distrito de Manantay, Ucayali, determino una densidad promedio de 150,09 kg/m³, en cambio la (MDC, 2014) en su estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, determino

una densidad de 133,87 kg/m³, si bien los datos presentados difieren con el resultado de la investigación, estos aún están dentro del rango de densidad con niveles altos de residuos orgánicos, también se podría decir que la ubicación geográfica y las diferencias en la composición de los residuos posiblemente influyan en la densidad.

En cuanto al porcentaje de humedad resulto 42,27 % resultado similar obtuvo la (MDC, 2014) en su estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios un 41,01 %, así mismo, la (MPT, 2019) en su estudio de caracterización de residuos sólidos donde determino un 47,18 % de humedad en el Distrito de Tacna, esta ligera diferencia posiblemente se debe a que la materia orgánica del distrito de Ciudad Nueva está siendo entregado a las personas que se dedican a la crianza de animales domésticos (cerdos, gallinas, etc.), por otro lado (Vera, 2015) en su estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Santo Tomas obtuvo 27,23 % de humedad, esta diferencia con este estudio puede ser que se deba al lugar del estudio o el tipo de residuo que generan en el distrito en mayor proporción.

Respecto a la composición se obtuvo que el 51,67 % de los residuos son materia orgánica, 19,23 % residuos inorgánicos y 29,10 % no reaprovechables, según el MINAM respecto a la composición de residuos generados en el año 2018 en Perú, resalta que el 57,69 % de los residuos sólidos son materia orgánica, el 18,26 % son residuos inorgánicos, el 24,06 % pertenece a residuos no reaprovechables; estos datos se asemeja al resultado obtenido en el distrito de Ciudad Nueva, mas este se encuentra en un mayor porcentaje de 29,10 % para residuos no reaprovechables dentro de este los residuos sanitarios con un 17,76 %, por otra parte (EMACRUZ, 2010) obtuvo de la materia orgánica 54 %, los residuos aprovechables 20 % y 26 % de residuos no aprovechables.

Por otro lado, Pezo (2015) en su estudio de caracterización de residuos domiciliarios en el Distrito de Tacna obtuvo un 51,06 % de porcentaje de materia orgánica seguido de residuos sanitarios con 6,67 %, se puede apreciar que en ambos casos la materia orgánica es la de mayor porcentaje teniendo similitud con nuestro estudio donde el componente de mayor contenido fue la materia orgánica como también los residuos

sanitarios. El cual con una implementación de una planta de compostaje se lograría aprovechar la materia orgánica y así disminuir su cantidad.

Respecto a la generación per cápita por estratos se obtuvo lo siguiente: según el Nivel Socio Económico el estrato A genera 0,51 kg/hab./día, seguido por el estrato B con 0,47 kg/hab./día y el estrato C con 0,44 kg/hab./día; comparando con los resultados obtenidos en el estudio de caracterización realizado por (Davila, 2015) en su estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios según estratos obtuvo 0,561 kg/hab./día para el estrato A, 0,541 kg/hab./día estrato B y 0,503 kg/hab./día para el estrato C, Asimismo, en el estudio realizado por la (MPT, 2019) según estratos donde obtuvieron que: el sector A genera 0,582 kg/hab./día, el estrato B con 0,559 kg/hab./día y el estrato C con 0,554 kg/hab./día; donde ambos estudios indican que los estratos altos generan mayor cantidad de residuos en comparación con los estratos menores, debido a que existe una diferencia de consumo en los diferentes sectores socioeconómico debido a su poder adquisitivo y a los hábitos de aprovechamiento, como también las actividades que se realizan dentro de los sectores que influyen tanto en la composición y cantidad de residuos. Se rechaza la hipótesis 2.

La densidad según estrato socioeconómico fue de: Estrato "A" 138,20 kg/m³, el estrato B 153,96 kg/m³ y el estrato C 139,60kg/m³ notándose una diferencia de entre 13 y 15 kg/m³ entre el estrato B y los dos restantes esta diferencia no se puede atribuir a un factor en específico, es decir, la densidad obtenida en todos los casos es característica de los residuos y el número de muestra de cada estrato, mientras que de forma comparativa se presentan los resultados (MPT, 2019) de su estudio de caracterización de residuos del Distrito de Tacna teniendo un resultado el estrato A 142,12 kg/m³, el estrato B 133,62 kg/m³ y el estrato C 129,47 kg/m³, ambos casos se refleja que la densidad de los residuos domiciliarios fue similar e importante en los tres estratos, en relación con la cantidad de residuos que cada persona produce, por otro lado, en un estudio realizado en Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) por (EMACRUZ, 2010) la densidad de los residuos sólidos fue 189,84 kg/m³ para el estrato Alto 215,69 kg/m³ para el estrato Medio y 203,64 kg/m³ para el estrato Bajo llegándose a concluir que el estrato Medio es el que

tiene mayor densidad al igual que el estrato Medio en el distrito de Ciudad Nueva.

En la composición de los residuos por estratos en cuanto a residuos orgánicos se obtuvo para el estrato A 64,14 %, para el estrato B 42,56 % y para el estrato C 46,37 % presentando diferencias significativas entre el estrato A con los demás estratos, esto, debido a que en el estrato B y C estos residuos se utilizan con mayor proporción como fuente de alimentación en los criaderos de cerdos en la zona, así mismo en los 3 estratos, el segundo residuo en mayor cantidad fueron los residuos sanitarios, por otro lado, los residuos inorgánicos encontrados para el estrato A fue 10,08 %, para el estrato B 27,85 % y para el estrato C 19,57 %, reflejando que los residuos inorgánicos en el estrato B fueron significativamente mayores en comparación con los demás estratos, esto debido a que en dicho sector la población no realiza la segregación y comercialización continua de sus residuos a diferencia de los sectores A y C, asimismo, en cuanto a los residuos no reaprovechables se encontró que en el estrato A fue de 25,78 %, para el estrato B 29,59 % y para el estrato C 34,06 % evidenciando una mayor generación de estos residuos en el estrato C esto puede ser debido a las actividades que se realizan, estos resultados son similares a los encontrados por la (MPT, 2019) en su estudio de caracterización de residuos, teniendo a los residuos orgánicos en mayor proporción obteniendo para el estrato A un 59,24 % el estrato B 57,24 % y C 61,73 %, por otro lado, los residuos inorgánicos encontrados por la MPT para el estrato A fue de 17,71 %, para el estrato B 17,05 % y para el estrato C 23,43 %, así mismo, los residuos no reaprovechables fue para el estrato A 23,05 %, para el estrato B 25,71 % y para el estrato C 14,83 %, evidenciando de esta manera que los residuos orgánicos son los que más se generan seguido de los sanitario sanitarios en los tres estratos (A,B y C) confirmando de esta manera, que los residuos sanitarios presentan una problemática significativa debido a su alto porcentaje, que al no tener un “tratamiento y/o método de reducción”, aumenta su cantidad que se dispone en el rellano sanitario. Por otra parte, en la ciudad de Guacimo - Costa Rica (Campos & Soto, 2014) en su estudio indica sobre la composición de residuos domiciliarios que los Residuos Orgánicos fueron de 52 % para el estrato Alto, 44 % para el estrato Medio y 44 % para el estrato Bajo, los Residuos Inorgánicos

fueron de 22 % para el estrato Alto, 18 % para el estrato Medio y 32 % para el estrato Bajo, y para Residuos No Aprovechables fueron de 26 % para el estrato Alto 38,17 % para el estrato Medio y 24 % para el estrato Bajo, de esta manera se confirma que son los residuos orgánicos los que se generan en mayor volumen, especialmente en los estratos altos.

En cuanto, a la prueba estadística se utilizó la técnica de la varianza ANOVA, la generación per cápita de los residuos sólidos entre los estratos socioeconómicos en el distrito de Ciudad Nueva se determinó mediante la varianza ANOVA donde se obtuvo que los estratos C y B son iguales, mientras que el estrato A tiene una mayor generación de residuos el cual difiere significativamente entre los estratos y comparación con los resultados obtenidos de la GPC en el distrito de Tacna, según (Pezo, 2015) en su estudio realizado caracterización de residuos sólidos domiciliarios en distrito de Tacna determino mediante la Prueba de Varianza de ANOVA que existe diferencias significativas entre los estratos, concluyéndose que en la generación per cápita según estratos socioeconómicos existe una varianza significativa. Así mismo, en el estudio realizado por (Campos & Soto, 2014) en Guácimo (Costa Rica), según estratos socioeconómicos en el cual se aplicó el test ANOVA con un 95 % de confianza se identificaron que el estrato Alto genera $0,75 \pm 0,2$ kg/hab./día, estrato Medio $0,61 \pm 0,08$ kg/hab./día y el estrato Bajo fue de $0,44 \pm 0,2$ kg/hab./día determinando que existe diferencias significativas en la generación per cápita de residuos sólidos por estratos.

La densidad de los residuos sólidos entre los estratos socioeconómicos se determinó estadísticamente mediante la técnica de la varianza ANOVA donde se muestra que no hay diferencia significativa en la densidad de los tres estratos, por tanto se podría decir, que, en términos numéricos son diferentes pero estadísticamente iguales, comparando la densidad con la investigación de (EMACRUZ, 2010) en su estudio realizado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, se determinó que hay diferencias significativas entre los estratos, el estrato Medio numéricamente es mayor que los estratos Alto y Bajos, se podría decir que en ambos casos la densidad del estrato medio en números es mayor a diferencia de los otros, por tanto mayor es el volumen.

En cuanto a la Composición orgánica se utilizó la técnica de la varianza ANOVA para determinar la existencia o no de la diferencia significativa entre los estratos socioeconómicos, podemos indicar que estadísticamente si existe diferencias significativas entre los estratos siendo el estrato A el mayor generador que los estratos B y C, esto con un nivel de 95 % de confianza.

CONCLUSIONES

Se determinó que las características de los Residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicas presentan diferencias poco significativas en el Distrito de Ciudad Nueva.

La generación Per Cápita de los residuos domiciliarios en el distrito de Ciudad Nueva para el año 2019 fue de 0,485 kg/hab./día, y una generación 16,07 ton/día; estimándose para un periodo anual de 5865,55 ton/año, lo que representa un incremento del 1 % anual de la generación per cápita domiciliaria, en caso la densidad de los residuos sólidos el promedio fue 143,92 kg/m³. Así mismo, la composición de residuos sólidos domiciliarios en promedio de los tres estratos socioeconómicos se obtuvo que los residuos orgánicos se producen en mayor proporción alcanzando un 51,67 % orgánico, 19,23 % inorgánicos y 29,10 % no aprovechables por último la humedad de los residuos sólidos fue de 42,27 %.

En cuanto a la generación per cápita por estratos socioeconómicos fue de 0,51 kg/hab./día para el estrato A 0,47 kg/hab./día para el estrato B y 0,44 kg/hab./día para el estrato C. En caso la densidad por estratos socioeconómicos fue de 138,20 kg/m³ para el estrato A, 153,96 kg/m³ para el estrato B y 139,60 kg/m³ para el estrato C. Así mismo, la composición de residuos sólidos domiciliarios se obtuvo que los residuos orgánicos para el estrato A fue de 64,14 %, para el estrato B 42,56 % y para el estrato C 46,37 %, por otro lado los residuos inorgánicos para el estrato A fue de 10,08 %, para el estrato B fue 27,85 % y para el estrato C fue 19,57 % y para los residuos no aprovechables para el estrato A fue 25,78 %, para el estrato B fue 29,59 % y para el estrato C fue 34,06 % por último la humedad de los residuos sólidos es de 42,27 %.

Para determinar la existencia o no de las diferencias significativas de la GPC, la densidad y composición física de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos en el distrito de Ciudad Nueva, se utilizaron la varianza ANOVA y Prueba de Múltiples Rangos. Para la

GPC se determinó que existe diferencias significativas entre los estratos, el estrato A tiene una GPC mayor que los estratos C y B en la generación de residuos, debido al nivel de adquisición de bienes por estratos socioeconómicos. Por otro lado, la densidad se determinó que no existe diferencias significativas entre los estratos, resultado que nos permite dimensionar las acciones de la etapa de acondicionamiento en el manejo de residuos sólidos. Por otro lado, la composición de residuos orgánicos en los tres estratos A, B y C se determinó que los estratos B y C generan lo mismo a diferencia del estrato A es el mayor generador de residuos orgánicos, en cuanto a los inorgánicos existe una considerable generación mayor en el estrato B y por último los residuos no reaprovechables se generan en mayor cantidad en el estrato C.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad actualizar los resultados de la generación per cápita dentro del tiempo establecido por el MINAM.

Se sugiere la Municipalidad realizar actividades en sensibilización en la promoción y participación de actividades de reciclado de residuos sólidos, de esta manera contribuye en el aprovechamiento y minimización de residuos que de manera indirecta repercute en el cuidado del medio ambiente.

Dadas las características de los residuos sólidos en el Distrito de Ciudad Nueva, se recomienda desarrollar un plan de manejo de residuos sólidos, que contemple el diseño de rutas de recolección, educación y concientización ambiental.

Se recomienda a la Municipalidad utilizar los datos de la densidad para determinar la capacidad de los vehículos de recolección, así mismo la planificación y diseño de las instalaciones para la disposición final.

Como un alto porcentaje de los residuos generados son orgánicos, se recomienda utilizar este potencial para la elaboración de compost, en caso de los residuos inorgánicos se recomienda realizar investigaciones sobre la generación de bolsas plásticas ya que en el estudio se determinó que estos representan un 6,45 % del total de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Ciudad Nueva, y con la actual implementación de la Ley N° 30884, ley que regula el plástico de un solo uso, los recipientes o envases descartables donde se limita el uso del plástico, el cual marcaría una tendencia en su generación.

Se sugiere a la Municipalidad realizar un estudio sobre el sitio adecuado para la construcción de la planta de compostaje en cumplimiento a la norma legal además de actualizar los datos, según la cantidad de residuos orgánicos a compostar en cumplimiento de la Meta anual que se proponga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar. (2012). *Generacion y composicion de residuos solidos* . Huajupan de Leon Oaxaca,Mexico [Tesis, Universidad Tecnologica de la Mixteca]
- Aquino, P., Camacho, H., & Llanos, G. (1999). *Metodos de analisis de agua, suelos y residuos solidos*. Lima: CONCYTEC.
- Barradas, A. (2009). *Gestion integral de residuos municipales*. Minatitlán, Veracruz: Mexico.[Tesis Doctoral]
- Davila Ramirez, F. A. (2015). *Caracterizacion de residuos solidos domiciliarios en el distrito de manantay*. Ucayali. [Tesis de mag. Univerisidad Nacional de Ucayali]
- De la Vega Murillo, L. (2014). *Mejoramiento del manejo de residuos solidos domiciliarios aplicandol la tecnica de segregacion en la fuente en las juntas vecinalesde la Ciudad de Tacna*. [Tesis para optar titulo, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman]
- Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestion Integral de Residuos Solidos. (2016). Peru.
- Elbers, C., Lanjouw, J., & Lanjouw, P. (2003). Micro- level estimation of poverty and Econometria.
- EMACRUZ. (2010). Caracterizacion de Residuos Solidos en Santa Cruz de la Sierra. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Esquina Cano, F. (1996). *Caracterizacion y generacion de los residuos sólidos de Tuxtla Gutierrez*. En congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Chiapas: AIDIS.
- Estrada Toledo, R. (2013). *Caracterizacion de los residuos solidos domiciliarios urbano residencial*. Monteria.*Revista Cun*, pag. 4-6
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor, experiencias en america latina, oficina regional para america latina y el caribe. Santiago, Chile. recuperado el 12 de diciembre del 2013 de <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

- INEI. (2017). *Planos de Estratificados por ingresos a nivel de manzanas de los grandes ciudades*. Lima. recuperado el 15 de noviembre del 2017 de <https://www.inei.gob.pe/>
- Lagla Taipe, D. P. (2019). *Caracterizacion de residuos solidos urbanos domesticos en la comuna de santa clara de san millan*. Quito.[Tesis de grado de titulacion, Universidad Central del Ecuador]
- Ley N° 13248 ley de censos. (1959).
- Ley N° 28611- Ley General del Ambiente. (2005). MINAM. Lima, Peru.
- Ley N° 29972, Ley Organica de Municipalidades. (2003). Peru.
- Ley N° 30884, Ley que regula el plastico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. (2019).
- Ley N°29332 Plan de incentivo a la mejora de la gestion municipal. (2009).
- Municipalidad Distrital de Comas. (2014). *Estudio de caracterizacion de Residuos Solidos domiciliarios del Distrito de Comas*. Lima.
- Municipalidad Distrital de Samegua. (2011). *Plan de Manejo de Residuos Solidos del Distrito de Samegua-*. Moquegua.
- MINAM. (2012). *Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental*. . Lima: Q y P impresores.
- MINAM. (2019). *Guia de Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales*. Peru.
- MINAM. (2019). *Implementacion de un sistema integrado de manejo de residuos solidos municipales*. Lima.
- MINAM. (2019). *Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal 2019, Meta 3*. LIMA: MINAM.
- MINAM. (2019). *Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestion Municipal,Meta 3*. Lima: MINAM.
- MMaYa. (2013). *Cartilla para aprovechamiento de residuos solidos organicos*. La paz, Bolivia.
- Municipalidad Provincial de Tacna. (2019). *Caracterizacion de residuos solidos municipales en el Distrito de Tacna*. Tacna.

- Ojeda, S., Lozano, G., & Quintero, M. (2008). *Generacion de residuos solidos domiciliario por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana*. Mexico. *Redalyc*, pag. 4-7
- Pala Reyes, H. M. (2006). *Estudio del potencial energetico a partir de los residuos solidos en algunos distrito del cono norte de Lima Metropolitana*. Lima: [Tesis para optar titulo profesional, Universidad Nacional de San Marcos].
- Pezo Calle, D. C. (2015). *Caracterizacion de residuos solidos domiciliarios por estrato socioeconomico en el Distrito de Tacna*. Tacna. [Tesis, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman]
- Quispe Estela, J. J. (2019). *Propuesta de implementacion de una planta de compostaje a partir de residuos organicos generados en el distrito de catache*. Cajamarca. [Tesis, Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo]
- Ramirez. (2011). *Estudio de Caracterizacion de Residuos Solidos del Distrito de Castilla*. Piura. [Tesis, Universidad Nacional de Piura]
- Resolucion ministerial N°191-2016, Plan nacional de gestion ambiental de residuos solidos 2016-2024. (2016).
- Rodriguez Salinas, M. A., & Cordova, A. (2006). *Manual de Compostaje Municipal*. Mexico: Instituto Nacional de Ecologia .
<http://www.resol.com.br/cartilha5/Manual%20de%20Compostaje-SERMANAT-Mexico.pdf>
- Rosales Meza , R. (2017). *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios para la implementación de un plan de manejo en el distrito de paucarpata provincia de Arequipa 2014 – 2015*. Arequipa [Tesis Mag. , Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa]
- Soria Tito, L. M. (2018). *Aprovechamiento de los residuos solidos urbanos como abono organico en municipalidades distritales, Arequipa*. [Tesis, Universidad Nacional de San Agustin]
- Soto Cordoba, S., & Campos Rodriguez, R. (2014). *Estudio de generacion y composicion de residuos solidos en el Canton de Guacimo, Costa Rica*. *Tecnologia en Marcha Vol. 27, N° 3, Julio-Setiembre*, 122-135.

STEM, P. E. (2011). *Proyecto de asistencia técnica. Lima-Peru.*

Tavares, F. y. (2016). *Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe. Redalyc, pag 9-12*

Uriza Suarez, N. (2016). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el sector urbano de la ciudad de Tunja y propuesta de sensibilización para su separación en la fuente.* Caldas [Tesis, Universidad de Manizales]

Vera Castillo, D. (2015). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del distrito de Santo Tomas .* Chumbivilcas.

Zafra Mejia , C. A. (2009). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistema de cajas fia (SCF). *Revista Ingeniería e Investigación Vol. 29.* pag, 45-48

Zorrilla Pozo, J. J. (2014). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y su influencia socio-económica en la población del Distrito de Bellavista, Callao 2013 – 2014.* Lima.[Tesis, Universidad Cesar Vallejo]

ANEXOS

Anexo 1. Afiche informativo

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁMBITO DEL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA



¿QUÉ SON LOS RESIDUOS SÓLIDOS?

Son aquellos restos que cada persona genera en sus actividades diarias y comúnmente llamados basura.



¿QUÉ ES UN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS?

En una herramienta que permite obtener información primaria acerca de la cantidad, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en un determinado ambiente.

¿PORQUE ES IMPORTANTE UNA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS?

Es importante porque permite elaborar una serie de instrumentos de gestión de residuos sólidos, así como proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de los residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.



¿CÓMO PUEDO PARTICIPAR?

Si tu vivienda ha sido selecciones, entonces:

- Responde a las preguntas que te realizara el/la promotor /a ambiental.
- Entrega durante 8 días seguidos todos tus residuos sólidos sin excepción al personal encargado e identificado.



RESPONDE LAS PREGUNTAS REALIZADAS POR LOS PROMOTORES AMBIENTALES, quienes estarán identificados con su fotocheck y te preguntara lo siguiente:

- > Dirección
- > Nombre apellido completo
- > DNI
- > Urbanización, comité, manzana, lote, etc.
- > Número de habitantes en su vivienda.

Luego de responder las preguntas, deberá **FIRMAR EL PADRON DE PERSONAS PARTICIPANTES EN EL PADRON.**

ENTREGAR SUS RESIDUOS SÓLIDOS ÚNICAMENTE AL PERSONAL IDENTIFICADO, DURANTE 08 DIAS SEGUIDOS, la bolsa para los residuos sólidos debe contener absolutamente todos los desperdicios que se generen en su vivienda o establecimiento comercial, durante este periodo tus bolsas con residuos **NO** deben ser recolectados por el **VEHICULO RECOLECTOR.**



NO RETIRAR EL STICKER DE SU VIVIENDA O ESTABLECIMIENTO COMERCIAL POR NINGÚN MOTIVO
(mientras dure el estudio (08 días); en caso de pérdida del sticker, comunicarse inmediatamente a los promotores/a ambiental)



Anexo 2. Modelo de la carta de invitación a participar en el estudio

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA

Carta Múltiple N° -2019 MDCN

Sr(a):

Dirección:

Presente:

Asunto: Invitación a ser parte del
Estudio de Caracterización de Residuos
Sólidos Municipales en el Distrito de Ciudad
Nueva

De nuestra mayor consideración:

La presente es para saludarle cordialmente y a la vez informarle que la Municipalidad llevara a cabo el **Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos domiciliario en el Distrito de Ciudad Nueva**, con la finalidad de conocer las características físicas (cantidad y tipos) de residuos sólidos que se generan dentro de nuestra jurisdicción, buscando con ello mejorar la gestión integral de residuos sólidos domiciliarios.

En razón a ello se requiere su colaboración para ser parte de este estudio, con las siguientes actividades:

1. Registro de su vivienda como participante del estudio.
2. Recepción de bolsas diferenciadas para la recolección de los residuos sólidos generados en el domicilio, sin variar el comportamiento habitual.
3. Entrega de bolsas con residuos (de 24 horas de generación) al personal autorizado por la municipalidad, durante los 08 días siguientes que le indique el/ la promotor/a ambiental.

Finalmente, se agradece su colaboración con la autoridad municipal para la realización de este estudio temporal de los residuos sólidos municipales.

Consultas:

Celular:

Anexo 3. Registro de Viviendas participantes



RELACIÓN DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPAN EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

ESTRATO A

| Nº | Código | Dirección | Urb./AAHH/ ASOC. | Nombre y Apellido | DNI | Nº Hab. Por viv. | Preguntas | | | | Firma | |
|----|--------|--|---------------------|------------------------------------|----------|---------------------------|--|--|--|--|-------|---------|
| | | | | | | | ¿En qué horario se puede recoger las bolsas de la muestra? | ¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las de las muestras? | ¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador? | ¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros? | | |
| 08 | | Comite 29 Mz 186 Lt 16 | | Ara Velasco Topica | 46304009 | 4 hb | 8:00am | Si | No | No | No | Roslynd |
| 09 | | Comite 29 Mz 186 Lt 06 | | William Arace Condoni | 46563434 | 6 hb | 8:00am | Si | No | No | No | (W) |
| 10 | | Comite 29 Mz 186 - Lt 14 | | Jennifer Pamela Zapana Trinchay | | 3 hb | 8:00am | Si | No | No | No | (J) |
| 11 | | As. Enrique Lopez Albujar Mz 185 - Lt 06 | | Brenda Calisaya Calisaya | 45322550 | 5 hb | 8:00am | Si | No | No | No | (B) |
| 12 | | As. Enrique Lopez Albujar Mz 185 - Lt 04 | | Juan Anthony Penas Santos | 45392182 | 6 hb | 8:00am | Si | Si | No | No | (J) |
| 13 | | As. San José Mz D - Lt 08 | | Rosal Cruz Condoni | 00502322 | 4 hb | 8:00am | Si | No | No | No | (R) |
| 14 | | As. San José Mz H - Lt 12 | | Aurora Guisne Stones | 00108162 | 4 hb | 8:00am | Si | No | No | No | (A) |

Anexo 6. Generación Per cápita del Estrato A, B Y C

Estrato A

| N° de vivienda | Código | Número de habitantes | Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria | | | | | | | | Validación si están todos los datos | Generación per cápita ¹ Kg/persona/día |
|--|--------|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|--|
| | | | Día 0 | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | | |
| | | | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | | |
| 1 | A-01 | 8 | 10,14 | 4,42 | 2,68 | | 2,98 | 3,81 | 3,10 | 3,00 | OK | 0,42 |
| 2 | A-02 | 3 | 7,84 | 1,68 | 1,10 | 2,28 | 1,63 | 1,60 | 1,88 | 1,34 | OK | 0,55 |
| 3 | A-03 | 6 | 9,50 | 2,88 | | 2,44 | 2,46 | 3,38 | | 2,98 | OK | 0,47 |
| 4 | A-04 | 4 | 6,11 | 0,90 | 1,65 | | 4,83 | | 2,32 | 1,17 | OK | 0,54 |
| 5 | A-05 | 5 | 28,89 | | 3,70 | 3,16 | 2,52 | 2,88 | 1,87 | 2,80 | OK | 0,56 |
| 6 | A-06 | 3 | 4,25 | 1,00 | 1,89 | 1,79 | 1,12 | | 0,91 | | OK | 0,45 |
| 7 | A-07 | 4 | 4,10 | 1,87 | 2,60 | | 2,34 | 2,40 | | | OK | 0,58 |
| 8 | A-08 | 1 | 6,28 | 0,65 | 0,43 | 0,48 | | 0,80 | | | OK | 0,59 |
| 9 | A-09 | 5 | 4,73 | 0,44 | 1,21 | 3,78 | 1,44 | 1,85 | 2,47 | 4,60 | OK | 0,45 |
| 10 | A-10 | 4 | 7,13 | 2,34 | 2,43 | 3,10 | 2,32 | 2,53 | | 1,64 | OK | 0,60 |
| 11 | A-11 | 5 | 5,96 | 3,25 | 3,10 | 2,61 | 2,45 | | 1,32 | 2,10 | OK | 0,49 |
| 12 | A-12 | 6 | 2,08 | 4,50 | 3,10 | 2,60 | 1,30 | | 2,35 | 3,10 | OK | 0,47 |
| 13 | A-13 | 4 | 9,71 | | 2,14 | 2,45 | 1,43 | 3,10 | 1,22 | 2,54 | OK | 0,54 |
| 14 | A-14 | 4 | 3,39 | 3,45 | 3,21 | 2,65 | | | 2,31 | 0,54 | OK | 0,61 |
| 15 | A-15 | 2 | 9,35 | | 1,23 | 0,86 | 0,64 | 0,51 | 0,62 | | OK | 0,39 |
| 16 | A-16 | 6 | 14,48 | 4,30 | 2,35 | 3,60 | 5,20 | 3,10 | | 2,67 | OK | 0,59 |
| 17 | A-17 | 2 | 7,57 | 0,87 | 1,12 | 1,16 | | 0,98 | 1,46 | | OK | 0,56 |
| 18 | A-18 | 3 | 2,80 | 1,24 | 1,92 | 0,96 | 1,78 | 1,24 | 0,38 | 1,52 | OK | 0,43 |
| 19 | A-19 | 3 | 13,10 | 0,89 | 1,20 | | | | 1,10 | 3,66 | OK | 0,57 |
| 20 | A-20 | 4 | 28,45 | 2,03 | 1,57 | 2,28 | 2,10 | | 1,84 | 1,45 | OK | 0,47 |
| 21 | A-21 | 7 | 11,32 | 3,42 | 4,12 | 3,41 | 3,56 | 3,76 | 4,12 | | OK | 0,53 |
| 22 | A-22 | 2 | 16,38 | 0,98 | | 1,24 | 1,15 | 1,76 | 0,78 | | OK | 0,59 |
| 23 | A-23 | 2 | 10,20 | 0,62 | 0,46 | 0,54 | 1,69 | 0,24 | 0,69 | 1,11 | OK | 0,38 |
| 24 | A-24 | 1 | 8,51 | 0,24 | | 1,07 | | 0,82 | 0,44 | 0,38 | OK | 0,59 |
| 25 | A-25 | 2 | 3,69 | 1,50 | 1,23 | 0,36 | 0,97 | 1,10 | 1,32 | 0,84 | OK | 0,52 |
| 26 | A-26 | 2 | 5,88 | 0,80 | | | 0,89 | 0,77 | 0,90 | 0,89 | OK | 0,43 |
| 27 | A-27 | 7 | 2,80 | 4,20 | 3,98 | 2,56 | | 3,12 | 5,00 | 5,32 | OK | 0,58 |
| 28 | A-28 | 5 | 2,80 | | 3,09 | | 2,02 | 2,43 | 2,33 | 2,56 | OK | 0,50 |
| 29 | A-29 | 3 | 1,68 | 1,41 | 1,53 | 1,16 | 2,41 | 1,74 | 1,82 | 1,52 | OK | 0,55 |
| 30 | A-30 | 5 | 6,78 | 2,32 | 1,54 | 2,43 | 3,10 | 2,80 | 2,54 | 2,54 | OK | 0,49 |
| 31 | A-31 | 5 | 0,56 | 2,13 | 2,54 | | | 2,12 | 3,11 | 1,97 | OK | 0,47 |
| 32 | A-32 | 6 | 2,80 | | 2,34 | 1,64 | 2,89 | 3,56 | 2,85 | 2,68 | OK | 0,44 |
| 33 | A-33 | 6 | 3,36 | 3,50 | 5,10 | 1,89 | 3,21 | 2,89 | 2,56 | | OK | 0,53 |
| 34 | A-34 | 1 | 0,56 | 0,47 | | | | 0,66 | 0,51 | 0,51 | OK | 0,54 |
| 35 | A-35 | 6 | 1,68 | 3,20 | 2,60 | 3,65 | 2,45 | 4,50 | 4,32 | 3,12 | OK | 0,57 |
| 36 | A-36 | 5 | 2,80 | 2,31 | 2,35 | | 2,64 | 1,98 | 2,10 | 3,45 | OK | 0,49 |
| 37 | A-37 | 2 | 6,35 | | 0,85 | 0,57 | 1,75 | | 0,62 | 0,58 | OK | 0,44 |
| 38 | A-38 | 6 | 13,02 | 3,12 | 3,67 | 2,64 | 4,50 | 3,40 | 3,50 | 3,56 | OK | 0,58 |
| 39 | A-39 | 5 | 11,31 | 2,87 | 2,45 | | 1,88 | 2,34 | | 2,76 | OK | 0,49 |
| 40 | A-40 | 5 | 5,52 | 1,97 | | | 2,76 | 2,30 | 2,67 | | OK | 0,49 |
| 41 | A-41 | 4 | 12,61 | | | 3,20 | 2,80 | | 1,24 | 2,13 | OK | 0,59 |
| 42 | A-42 | 6 | 8,55 | | 3,44 | 3,87 | 2,89 | 2,45 | 4,20 | 4,60 | OK | 0,60 |
| 43 | A-43 | 5 | 26,17 | 3,45 | 1,24 | 2,33 | 2,98 | 2,10 | 1,67 | | OK | 0,46 |
| 44 | A-44 | 4 | 19,86 | 1,57 | 2,86 | 1,11 | 1,68 | 1,51 | 1,63 | 2,32 | OK | 0,45 |
| 45 | A-45 | 4 | 7,30 | 1,32 | 2,30 | | 2,50 | 1,10 | 1,87 | 1,77 | OK | 0,45 |
| 46 | A-46 | 3 | 5,47 | 1,20 | 1,26 | 1,46 | 1,89 | 1,10 | | 1,10 | OK | 0,45 |
| Generación per cápita domiciliaria del estrato | | | | | | | | | | | 0,51 | |

Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran pero no se utilizan para el cálculo.

$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$$

Estrato B

| N° de vivienda | Código | Número de habitantes | Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria | | | | | | | Validación si estan todos los datos | Generación per cápita ¹ Kg/persona/día | |
|--|--------|----------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------|--|-------------|
| | | | Día 0 Kg | Día 1 Kg | Día 2 Kg | Día 3 Kg | Día 4 Kg | Día 5 Kg | Día 6 Kg | | | Día 7 Kg |
| 1 | B-01 | 5 | 0,23 | 2,45 | 3,04 | 2,69 | 3,17 | 1,40 | 2,31 | 3,45 | OK | 0,53 |
| 2 | B-02 | 3 | 0,47 | 1,97 | 0,98 | 1,28 | | | 1,23 | 1,54 | OK | 0,47 |
| 3 | B-03 | 3 | 4,04 | 1,72 | 2,30 | | 1,60 | 1,24 | 1,23 | 2,10 | OK | 0,57 |
| 4 | B-04 | 3 | 1,68 | 0,21 | 4,78 | 0,91 | 1,95 | 0,92 | 0,88 | | OK | 0,54 |
| 5 | B-05 | 6 | 4,71 | 1,86 | 1,29 | 2,24 | 2,93 | 2,37 | 2,05 | 2,18 | OK | 0,36 |
| 6 | B-06 | 4 | 0,23 | 2,10 | 1,89 | | 2,54 | 2,60 | | 2,31 | OK | 0,57 |
| 7 | B-07 | 2 | 0,12 | 0,36 | 3,05 | 0,20 | | 0,26 | 0,15 | 0,27 | OK | 0,36 |
| 8 | B-08 | 5 | 0,89 | 1,99 | 2,87 | 2,34 | | 3,25 | | | OK | 0,52 |
| 9 | B-09 | 6 | 1,46 | 1,15 | 1,09 | 1,04 | 3,77 | 0,53 | 4,83 | 2,53 | OK | 0,36 |
| 10 | B-10 | 3 | | 1,43 | 1,67 | 2,45 | 1,98 | | | 1,54 | OK | 0,60 |
| 11 | B-11 | 4 | 1,28 | | 2,79 | 1,15 | 2,09 | | 2,08 | 0,46 | OK | 0,43 |
| 12 | B-12 | 6 | | 3,68 | | 2,45 | | 1,58 | 2,25 | | OK | 0,42 |
| 13 | B-13 | 4 | 0,39 | 1,25 | 3,10 | 1,24 | 2,10 | 1,67 | 2,10 | 1,24 | OK | 0,45 |
| 14 | B-14 | 7 | 0,22 | 2,67 | 3,90 | | 2,85 | | 2,89 | 3,10 | OK | 0,44 |
| 15 | B-15 | 5 | 0,66 | 1,46 | 2,35 | 2,04 | | 2,46 | | | OK | 0,42 |
| 16 | B-16 | 2 | 0,51 | 0,09 | | 1,98 | 1,23 | 0,63 | 1,52 | | OK | 0,55 |
| 17 | B-17 | 3 | 0,74 | 0,98 | | | 1,23 | 0,98 | 1,23 | 2,12 | OK | 0,44 |
| 18 | B-18 | 4 | 0,98 | 1,98 | 2,35 | 1,57 | 2,10 | 1,33 | 1,86 | 2,11 | OK | 0,48 |
| 19 | B-19 | 5 | | 2,54 | 1,87 | 3,45 | | 2,64 | 2,87 | 3,22 | OK | 0,55 |
| 20 | B-20 | 3 | 1,89 | 0,26 | 0,52 | 2,36 | 3,66 | | 0,92 | 0,34 | OK | 0,45 |
| 21 | B-21 | 3 | 2,17 | | 1,22 | 0,15 | 1,40 | | 0,94 | 3,19 | OK | 0,46 |
| 22 | B-22 | 3 | 2,56 | 0,99 | 1,87 | 2,32 | 0,77 | 2,68 | 0,37 | 0,78 | OK | 0,47 |
| 23 | B-23 | 5 | 4,27 | 2,20 | 1,87 | 2,13 | 2,98 | | | 3,23 | OK | 0,50 |
| 24 | B-24 | 7 | 3,25 | 3,46 | 2,68 | 4,79 | 4,40 | 3,46 | 2,79 | 3,12 | OK | 0,50 |
| 25 | B-25 | 2 | 0,29 | 2,74 | 0,52 | 0,26 | 0,14 | 0,87 | 0,27 | 0,72 | OK | 0,39 |
| 26 | B-26 | 4 | 0,68 | 1,32 | 2,30 | 0,98 | 1,54 | | 1,70 | 1,64 | OK | 0,40 |
| 27 | B-27 | 4 | 0,60 | | 1,66 | 1,87 | | 2,10 | 1,46 | 2,35 | OK | 0,47 |
| 28 | B-28 | 8 | | | 4,56 | 5,12 | 4,23 | 3,12 | | 3,90 | OK | 0,52 |
| 29 | B-29 | 4 | 0,50 | 2,42 | 2,46 | 2,10 | 2,68 | 2,46 | 1,78 | 1,17 | OK | 0,54 |
| 30 | B-30 | 4 | | 2,30 | 1,21 | 1,98 | | 2,10 | | | OK | 0,47 |
| 31 | B-31 | 2 | 0,28 | 0,95 | 0,85 | 0,43 | 0,65 | | 1,61 | 1,00 | OK | 0,46 |
| 32 | B-32 | 4 | | 1,98 | 2,77 | 1,67 | 1,98 | 2,13 | | | OK | 0,53 |
| 33 | B-33 | 2 | | 1,09 | | 1,14 | 3,25 | 0,75 | 0,09 | 0,85 | OK | 0,60 |
| 34 | B-34 | 6 | 0,32 | | 3,11 | | 2,65 | 3,60 | 3,50 | 3,12 | OK | 0,53 |
| 35 | B-35 | 3 | | 1,77 | | 1,55 | 1,38 | 2,03 | 0,95 | 1,49 | OK | 0,51 |
| 36 | B-36 | 2 | 1,41 | 0,30 | 0,72 | 0,65 | 0,90 | | 1,00 | 1,82 | OK | 0,45 |
| 37 | B-37 | 6 | 2,81 | 3,42 | 2,58 | 1,52 | 2,05 | 3,37 | 3,40 | 2,50 | OK | 0,45 |
| 38 | B-38 | 5 | 1,34 | 2,67 | 3,10 | 1,23 | 2,30 | | 3,20 | 3,56 | OK | 0,54 |
| 39 | B-39 | 4 | 0,77 | 2,20 | 2,71 | 1,16 | 1,90 | 1,48 | 1,50 | 1,19 | OK | 0,43 |
| 40 | B-40 | 4 | 0,23 | 2,72 | 1,91 | | 1,98 | 2,54 | 2,31 | 1,78 | OK | 0,55 |
| 41 | B-41 | 1 | 0,51 | 0,41 | 0,14 | 0,71 | 0,41 | | 0,50 | 0,32 | OK | 0,42 |
| 42 | B-42 | 3 | 0,64 | 1,33 | 1,42 | 2,10 | 1,56 | 1,38 | 1,54 | 1,12 | OK | 0,50 |
| 43 | B-43 | 3 | 0,16 | 1,45 | | 1,23 | 1,46 | 1,75 | 1,23 | 1,66 | OK | 0,49 |
| 44 | B-44 | 4 | 1,04 | 0,87 | 1,25 | 3,61 | 0,79 | | 2,03 | 1,29 | OK | 0,41 |
| 45 | B-45 | 3 | 0,72 | 0,95 | 1,34 | 1,20 | 2,10 | 0,90 | 1,87 | 1,07 | OK | 0,45 |
| 46 | B-46 | 4 | 0,25 | 1,78 | 2,35 | 1,85 | 2,40 | 2,34 | 3,10 | | OK | 0,58 |
| 47 | B-47 | 4 | 2,17 | 1,40 | 1,86 | 1,64 | 1,39 | 1,86 | 2,30 | 2,97 | OK | 0,48 |
| 48 | B-48 | 3 | 0,15 | 0,81 | 0,80 | | 1,12 | 1,87 | 0,88 | 1,23 | OK | 0,37 |
| 49 | B-49 | 5 | 0,49 | 1,98 | | | 2,76 | 1,62 | 2,10 | 1,78 | OK | 0,41 |
| 50 | B-50 | 1 | 2,90 | 0,67 | 0,24 | 0,15 | | 0,59 | 0,39 | 0,33 | OK | 0,40 |
| 51 | B-51 | 3 | 0,12 | 0,27 | | | 1,33 | 1,58 | | 1,53 | OK | 0,39 |
| 52 | B-52 | 5 | 0,25 | | 2,13 | 2,65 | 2,30 | 1,87 | 1,49 | 2,14 | OK | 0,42 |
| 53 | B-53 | 2 | 0,36 | 0,27 | 0,34 | 1,07 | | 1,55 | 1,92 | 0,29 | OK | 0,45 |
| 54 | B-54 | 5 | 2,17 | 2,45 | 1,87 | 2,30 | 3,45 | 2,45 | | 2,86 | OK | 0,51 |
| 55 | B-55 | 4 | 0,64 | 1,74 | | 3,10 | 2,34 | 1,87 | 1,56 | 1,99 | OK | 0,52 |
| Generación per cápita domiciliaria del estrato | | | | | | | | | | | 0,47 | |

$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$$

Estrato C

| N° de vivienda | Código | Número de habitantes | Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria | | | | | | | | Validación si están todos los datos | Generación per cápita ¹ |
|---|--------|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | | Día 0 | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | | |
| | | | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | | Kg |
| 1 | C-01 | 1 | | 0,45 | 0,24 | 0,85 | 0,77 | 0,51 | 0,48 | 0,38 | OK | 0,53 |
| 2 | C-02 | 4 | 0,74 | 1,87 | 2,30 | 1,54 | 1,76 | | 2,04 | 1,87 | OK | 0,47 |
| 3 | C-03 | 5 | 0,83 | 2,70 | 3,10 | 2,14 | | 2,45 | 2,65 | 1,68 | OK | 0,49 |
| 4 | C-04 | 6 | 2,80 | 0,63 | 1,97 | 1,01 | 3,10 | 2,62 | 1,42 | 4,59 | OK | 0,37 |
| 5 | C-05 | 5 | 0,98 | 1,77 | 1,52 | 0,80 | 1,34 | 1,66 | 2,54 | 2,98 | OK | 0,36 |
| 6 | C-06 | 6 | 0,45 | 3,14 | 2,76 | 3,50 | 1,66 | 2,45 | 2,34 | 1,33 | OK | 0,41 |
| 7 | C-07 | 4 | 3,67 | 3,10 | 1,34 | 1,86 | 2,45 | 1,41 | 1,73 | 1,30 | OK | 0,47 |
| 8 | C-08 | 5 | 0,45 | 2,34 | 1,40 | 2,34 | | 1,00 | 1,29 | 2,78 | OK | 0,37 |
| 9 | C-09 | 8 | 2,83 | 3,89 | 3,79 | 2,74 | 3,45 | 4,10 | | 3,97 | OK | 0,46 |
| 10 | C-10 | 3 | 0,53 | 0,98 | 0,90 | 0,45 | 1,23 | 1,36 | | | OK | 0,37 |
| 11 | C-11 | 5 | 1,99 | 2,35 | 1,37 | 3,10 | | 3,25 | 2,67 | 1,76 | OK | 0,48 |
| 12 | C-12 | 4 | 0,46 | 1,78 | 1,88 | 2,40 | 1,45 | 2,40 | 0,58 | 2,98 | OK | 0,48 |
| 13 | C-13 | 3 | | 1,97 | 1,21 | | 1,31 | 1,45 | 1,12 | 0,64 | OK | 0,43 |
| Generación per cápita domiciliaria del estrato | | | | | | | | | | | 0,44 | |
| <p>Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran, pero no se utilizan para el cálculo.</p> | | | | | | | | | | | | |

$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$$

Anexo 7. Formato determinación de la densidad:

| DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Día 1 | Cálculo del Volumen | | | | Peso (kg) | Densidad Diaria (Kg/m ³) |
| | D (m) | Ho (m) | Hf (m) | V Residuos (m ³) | | |
| Toma 1 | | | | | | |
| Toma 2 | | | | | | |
| Toma 3 | | | | | | |
| Toma 4 | | | | | | |
| Toma 5 | | | | | | |
| Toma 6 | | | | | | |
| Toma n | | | | | | |

Nota. Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales- MINAM



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA
SUB GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL
AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD



Tipo de generación _____ fuente de Generación _____

| DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Día 0 | Cálculo del Volumen | | | | Peso (kg) | Densidad Diaria (Kg/m ³) |
| | D (m) | Ho (m) | Hf (m) | V Residuos (m ³) | | |
| Toma 1 | | | | | | |
| Toma 2 | | | | | | |
| Toma 3 | | | | | | |
| Toma 4 | | | | | | |
| Toma 5 | | | | | | |

| DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Día 1 | Cálculo del Volumen | | | | Peso (kg) | Densidad Diaria (Kg/m ³) |
| | D (m) | Ho (m) | Hf (m) | V Residuos (m ³) | | |
| Toma 1 | | | | | | |
| Toma 2 | | | | | | |
| Toma 3 | | | | | | |
| Toma 4 | | | | | | |
| Toma 5 | | | | | | |

| DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Día 2 | Cálculo del Volumen | | | | Peso (kg) | Densidad Diaria (Kg/m ³) |
| | D (m) | Ho (m) | Hf (m) | V Residuos (m ³) | | |
| Toma 1 | | | | | | |
| Toma 2 | | | | | | |
| Toma 3 | | | | | | |
| Toma 4 | | | | | | |
| Toma 5 | | | | | | |

| DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| Día 3 | Cálculo del Volumen | | | | Peso (kg) | Densidad Diaria (Kg/m ³) |
| | D (m) | Ho (m) | Hf (m) | V Residuos (m ³) | | |
| Toma 1 | | | | | | |
| Toma 2 | | | | | | |
| Toma 3 | | | | | | |
| Toma 4 | | | | | | |
| Toma 5 | | | | | | |

Anexo 8. Formato de composición de residuos



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA
SUB GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL
AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD



FICHA DE REGISTRO DE PESOS DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

| | |
|---|--|
| Nombre completo del responsable | |
| Nombre de generador y fuente generador: | |

| TIPO DE RESIDUO SÓLIDO | COMPOSICIÓN | | | | | | | TOTAL |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | |
| | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg | Kg |
| 1. Residuos aprovechables | | | | | | | | |
| 1.1. Residuos Orgánicos | | | | | | | | |
| Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares) | | | | | | | | |
| Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares) | | | | | | | | |
| Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares) | | | | | | | | |
| 1.2. Residuos Inorgánicos | | | | | | | | |
| 1.2.1. Papel | | | | | | | | |
| Blanco | | | | | | | | |
| Periódico | | | | | | | | |
| Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares) | | | | | | | | |
| 1.2.2. Cartón | | | | | | | | |
| Blanco (liso y cartulina) | | | | | | | | |
| Marrón (Corrugado) | | | | | | | | |
| Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares) | | | | | | | | |
| 1.2.3. Vidrio | | | | | | | | |
| Transparente | | | | | | | | |
| Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros) | | | | | | | | |
| Otros (vidrio de ventana) | | | | | | | | |



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA
SUB GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL
AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD



| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1.2.4. Plástico | | | | | | | | |
| PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares) | | | | | | | | |
| PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante) | | | | | | | | |
| PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film) | | | | | | | | |
| PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafla, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers) | | | | | | | | |
| PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla) | | | | | | | | |
| PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas) | | | | | | | | |
| 1.2.5. Tetra brik (envases multicapa) | | | | | | | | |
| 1.2.6. Metales | | | | | | | | |
| Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros) | | | | | | | | |
| Acero | | | | | | | | |
| Fierro | | | | | | | | |
| Aluminio | | | | | | | | |
| Otros Metales | | | | | | | | |
| 1.2.7. Textiles (telas) | | | | | | | | |
| 1.2.8. Caucho, cuero, jete | | | | | | | | |
| 2. Residuos no reaprovechables | | | | | | | | |
| Boisas plásticas de un solo uso | | | | | | | | |
| Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.) | | | | | | | | |
| Pilas | | | | | | | | |
| Tecnopor (poliestireno expandido) | | | | | | | | |
| Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros) | | | | | | | | |
| Restos de medicamentos | | | | | | | | |
| Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros | | | | | | | | |
| Otros residuos no categorizados | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | |

Anexo 10. Resultados de la humedad de los residuos domiciliarios en laboratorio

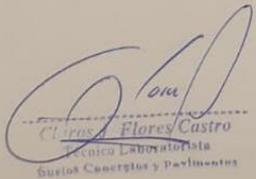
CFC TECNICOS E INGENIEROS E.I.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL
 NORMA ASTM D 2216

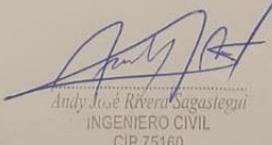
PROYECTO : ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS
 UBICACIÓN : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA - PROVINCIA TACNA - DPTO TACNA
 SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIUDAD NUEVA
 MUESTRA : RESIDUOS SOLIDOS - VIVIENDAS
 FECHA : JULIO DEL 2019

| MUESTRA N° 01 / (01-V 0,85) | | FECHA 05-07-19 |
|---|-----|----------------|
| Recipiente N° | | 1 |
| Peso del recipiente | gr. | 239.8 |
| Peso del recipiente + la muestra humeda | gr. | 1,265.8 |
| Peso del recipiente + la muestra seca | gr. | 894.8 |
| Peso del Agua | gr. | 371.0 |
| Peso de la muestra seca neta | gr. | 655.0 |
| Porcentaje de humedad | % | 56.64 |

| MUESTRA N° 02 / (V-02) | | FECHA 08-07-19 |
|---|-----|----------------|
| Recipiente N° | | 2 |
| Peso del recipiente | gr. | 207.0 |
| Peso del recipiente + la muestra humeda | gr. | 1,073.7 |
| Peso del recipiente + la muestra seca | gr. | 852.1 |
| Peso del Agua | gr. | 221.6 |
| Peso de la muestra seca neta | gr. | 645.1 |
| Porcentaje de humedad | % | 34.35 |



Claros Flores Castro
Técnico Laboratorio
Suelos Concretos y Pavimentos



Andy José Rivera Sagastegui
INGENIERO CIVIL
CIP 75160

PND. SAN JOSE AV. GRANADA S/N NRO POCOLLAY - TACNA
 EMAIL CLAROS_66@HOTMAIL.COM - EDWIN.CFCTACNA@GMAIL.COM RUC 20601925207
CEL. 960823210 - 952637439

Nota. Obtenido del laboratorio Técnicos e Ingenieros E.I.R.L.

Anexo 11. Matriz de Consistencia

| Formulación del Problema | Objetivos | Hipótesis | Variabes | Indicadores | Método |
|---|--|--|--|--|---|
| <p>Formulación General del Problema</p> <p>¿Cuáles son las características de los residuos sólidos domiciliarios, según los estratos socioeconómicos en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019?</p> | <p>Objetivo General</p> <p>Elaborar un estudio caracterización de los residuos domiciliarios, según estratos socioeconómicos en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019.</p> | <p>Hipótesis General</p> <p>Las características de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos presentan diferencias poco significativas en el distrito de Ciudad Nueva.</p> | <p>Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios</p> | <p>Generación de los Residuos sólidos domiciliarios Kg/hab./día</p> <p>Densidad Kg/m³</p> <p>Composición de residuos sólidos en %</p> <p>Humedad de los residuos sólidos en %</p> | <p>Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos del MINAM</p> |
| <p>Formulación específica del problema</p> <p>¿Cuál es la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019?</p> <p>¿Cuál es la diferencia de producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distrito de Ciudad Nueva?</p> | <p>Objetivo Específico</p> <p>Determinar cuál es la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019.</p> <p>Establecer la diferencia en la producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distrito de Ciudad Nueva.</p> | <p>Hipótesis Específica</p> <p>La caracterización de residuos sólidos domiciliarios (generación per cápita, densidad y composición) en el Distrito de Ciudad Nueva, 2019, están dentro de los rangos promedios obtenidos en otras investigaciones.</p> <p>Al comparar la producción de los residuos sólidos domiciliarios por estratos socioeconómicos del Distrito de Ciudad Nueva, se encuentran en regular diferencia.</p> | | <p>Estratos Socioeconómicos</p> | |

Anexo 12. Propuesta de mejora de gestión de residuos sólidos por medio del diseño de una planta de compostaje

1. Marco teórico

Es una instalación destinada para el reaprovechamiento de los residuos orgánicos por medio de un tratamiento biológico transformándolos en compost.

Este compost es obtenido mediante la descomposición aeróbica de una serie de residuos orgánicos como:

- ✓ Restos vegetales
- ✓ Estiércol de animales
- ✓ Restos comida
- ✓ Fracción orgánica de los residuos

Este tratamiento biológico, se basa en la actividad de microorganismos como las bacterias y los hongos en condiciones óptimas de humedad, temperatura, pH y oxígeno.

La ventaja principal que proporciona el compostaje es que ofrece un destino valorizable a los residuos orgánicos evitando que se dispongan en los vertederos, de esta manera reduciendo la contaminación ambiental y principalmente por la producción de abono orgánico natural y de calidad.

1.1. Factores que intervienen en el proceso de compostaje

1.1.1. Humedad

Es un parámetro de suma importancia desde el punto de vista de la calidad del compost y también del lado financiero, debido a ello su medición está incluida dentro de un análisis químico. Este parámetro determina las condiciones óptimas para un correcto

desarrollo de las actividades que realizan los microorganismos en el proceso del compost, es recomendable considerar una humedad de 41 % a 61 % para tener un proceso fermentativo óptimo y un compost de calidad.

1.1.2. Temperatura

Este parámetro está en función de la actividad microbiológica debido a su importancia, comenzando desde que se incorpora los diferentes componentes a la mezcla.

Tabla 26

Parámetros de temperatura

| Parámetro | Rango ideal al comienzo (2 – 5 días) | Rango ideal para compost en fase termofílica II (2 – 5 semanas) | Rango ideal de compost maduro (3 – 6 meses) |
|-------------|--------------------------------------|---|---|
| Temperatura | 45 – 60 °C | 45 °C- Temperatura ambiente. | Temperatura ambiente. |

Nota. Obtenido de (FAO, 2013).

1.1.3. Aireación

Es importante debido que abastece de oxígeno para el adecuado desarrollo de los microorganismos.

1.1.4. Relación (Carbono/Nitrógeno)

El carbono proporciona energía a los microorganismos, mientras que el nitrógeno es necesario para la síntesis proteica, una relación adecuada entre estos dos nutrientes favorecerá a una buena composta. Esta relación C/N representa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno presentes en la materia orgánica.

La relación C/N tiene su significancia en cuando a porcentajes, si es alta significa que el proceso de descomposición es lento, que para acelerar el proceso se requiere presencia de nitrógeno adicional, en cambio si el porcentaje de C/N es baja indica que se tiene un alto contenido de nitrógeno el cual se pierde en forma de amoníaco durante el proceso de descomposición.

1.2. Diseño de la planta de compostaje

Para el diseño de la planta de compostaje se realizó en base al cumplimiento de la meta “Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales” del Programa de incentivos a la mejora de Gestión Municipal del MEF, el cual debe ser cumplida en el mes de diciembre todos los años, la estimación de compost que se diseñará será de 25 ton anuales.

Los factores contemplados para el diseño de la planta de compostaje fueron los siguientes:

1.2.1. Calculo del peso de la materia orgánica y las dimensiones de la pila

Para calcular la densidad de los residuos orgánicos y el número de pilas de compostaje nos guiaremos de la guía del manual de compostaje (FAO, 2013).

Según MMaYa (2013) en la Cartilla para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, la densidad de los residuos sólidos orgánicos de la fracción vegetal triturada es 0.3 a 0.4 ton/m³.

Primeramente, se calculó el volumen de un balde “x” mediante la siguiente formula:

$$V = \frac{\text{Litros}}{1000} m^3 \quad (12)$$

Luego se procedió a calcular el peso neto de la materia orgánica tomando un cubo de volumen ya conocido para conocer su peso con material sin compactar, se resta el peso del cubo y se divide entre el volumen conocido, mediante la siguiente formula:

$$Peso\ neto = \frac{Balde\ lleno - Balde\ vacio}{V} \quad (13)$$

Con los datos del peso neto de la materia orgánica y el volumen del balde se procedió a calcular la densidad de la materia orgánica con la siguiente formula:

$$DMO = \frac{Peso\ neto\ de\ la\ materia\ organica\ tn/m^3}{Volumen\ del\ balde\ m^3} \quad (14)$$

1.2.2. Calculo de la cantidad de Pilas

Con los datos de la densidad de la materia orgánica se procede a calcular el número total de las pilas mediante las siguientes formulas:

- Obtención del volumen de las pilas

Con la obtención del volumen, podremos determinar cuántas pilas son necesarias, mediante la siguiente formula:

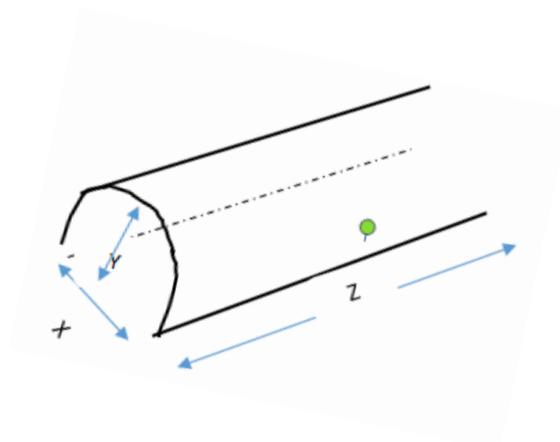
$$Vm^3 = \frac{Masa\ ton}{Densidad\ ton/m^3} \quad (15)$$

Seguido hallamos el volumen de un paralelepípedo que nos servirá como medidas aproximadas del volumen de una sola pila, mediante la siguiente formula:

$$\text{Volumen}_{\text{paralelepipedos}} = x * y * z \quad (16)$$

En la siguiente figura se muestra las dimensiones de una pila

Figura 16. Dimensiones de una pila



Dónde:

X = Ancho

Y= Altura

Z= Longitud

Finalmente, con los datos del volumen total y el volumen de la pila paralelepípedo se obtiene el N° de pilas paralelepípedos mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ pilas} = \frac{\text{Volumen } m^3}{\text{Volumen de la pila paralelepípedo } m^3} \quad (17)$$

- Relación Carbono /Nitrógeno

La relación C/N son dos elementos esenciales para la nutrición de cualquier organismo vivo y deberán ser proporcionados de forma adecuada, para un buen compostaje según el material verde o seca que se aporte, además indica que si la relación C/N (30 – 1) o de la humedad (60 – 40) no están dentro de lo recomendado, se deberá añadir o reducir algunos de los elementos para realizar nuevo cálculo (Rodríguez & Cordova, 2006).

A continuación, se presenta valores determinados de relación C/N.

Tabla 27

Calculo de valores a procesar

| Residuos Orgánicos | %N | Composición de relación C/N | | |
|-------------------------|-------|-----------------------------|------------|-----------|
| | | %C | C/N | % Humedad |
| Residuos de fruta | 1,4 | 56 | 40 | 70 |
| Césped cortado | 3,4 | 58 | 17,0588235 | 80 |
| Restos de comida | 1,875 | 34,98 | 18,656 | 65 |
| Hojas secas (hojarasca) | 0,9 | 48,6 | 54 | 38 |
| Hojas verdes | 3,1 | 49,8 | 16,0645161 | 60 |
| Aserrín | 0,1 | 40 | 400 | 40 |
| Agua | 0 | 0 | 0 | 100 |

Nota. Obtenido de Rodríguez & Cordova, 2006

- **C**

- **Calculo de la relación C/N**

Es necesario calcular la relación C/N de la mezcla a compostar, para realizar la combinación de los materiales donde algunos son altos en carbono y otros en nitrógeno, mediante la siguiente formula:

$$\frac{C/N}{\% C} = \frac{N}{\% N} \quad N = \frac{\text{Peso (kg)} * \% N}{100} \quad C = \frac{\text{Peso (kg)} * \% C}{100} \quad H = \frac{\text{Peso (kg)} * \% Humedad}{100} \quad (18)$$

1.3. **Estimación de la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se generan en el Distrito.**

Para la valorización de los residuos orgánicos nos guiaremos de acuerdo a la guía “Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal” (MINAM, 2019) donde se identifica los siguientes generadores para calcular la generación total de residuos sólidos en Ton/día:

- Generación de fuentes domiciliarias
- Generación de mercado de abastos Ciudad Nueva

- Generación de residuos de Áreas Verdes
- Generación de otras fuentes

1.4. Cálculo del área del compostaje

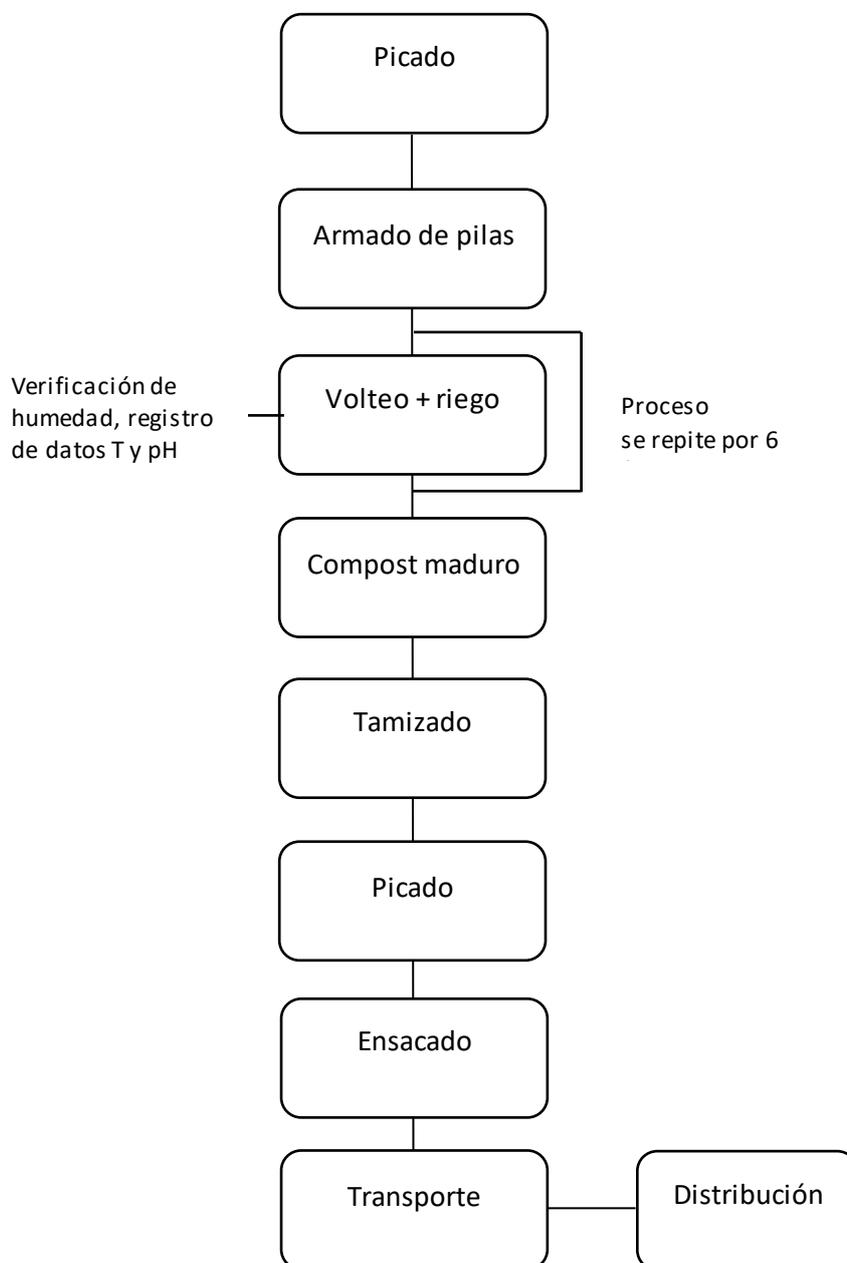
Con las dimensiones de las pilas se procederá a calcular el área total del área del compostaje considerando que el proceso dura aproximadamente 3 meses, las pilas estarán separadas entre sí por una distancia considerable para permitir las actividades que se requiera dentro de la planta, tomando en cuenta la cantidad de personal necesario.

En el diseño se tomará en cuenta las siguientes áreas:

- Área de Compostaje
- Área Administrativa y vestidores para el personal
- Zona de Acondicionamiento orgánicos y tamizado
- Plataforma de descarga en piso
- Zona de empaque y almacenamiento de abono orgánico

En el siguiente flujo grama se muestra el proceso del compostaje desde la llegada del material orgánico hasta la distribución

Figura 17
Flujo grama compost



2. Estimación de la planta compostaje

El diseño de la planta de compostaje se realizó para una proyección de 25 ton. al finalizar el mes de diciembre de acuerdo a la meta del Plan de Incentivos del MEF.

Calculo del peso de la materia orgánica y las dimensiones de la pila.

Tabla 28

Calculo del volumen de un balde

| Calculo del Volumen | |
|---------------------------|-------|
| de un Balde "x" | Valor |
| Litros | 4 |
| Volumen (m ³) | 0,004 |

Tabla 29

Calculo del peso de la materia orgánica

| Cálculo del peso de la materia orgánica | | Calcular |
|---|-------------------------|---|
| Peso Balde "x" Vacío (PBV) (Kg) | 0,21 kg | - |
| Balde "x" Lleno (PBV + Residuos orgánico) (Kg) | 1,52 kg | - |
| Peso Neto de la Materia Orgánica (Ton) | 0,00131 ton | $Peso\ neto = \frac{1,52\ kg - 0,21\ kg}{1000}$ |
| Densidad de la Materia Orgánica Ton/m³. | 0,33 ton/m ³ | $\& = \frac{0,00131\ ton}{0,004\ m^3}$ |
| Dimensiones de la pila (metros) | | |
| Alto | 1 m | - |
| Ancho | 1,6 m | - |
| Largo | 4 m | - |
| Volumen de la Pila paralelepípedo (m ³) | 6,4 m ³ | $V = 1,6\ m * 1\ m * 4\ m =$ |

Entonces al tener los datos de Peso neto y densidad de la materia orgánica, las dimensiones de las pilas serán de 1,0 m de altura x 1,6 m de ancho y 4 m de longitud.

El volumen de la pila paralelepípedo será 6,4 m³ multiplicando las dimensiones.

2.1. Cálculo de la cantidad de pilas

Con los cálculos correspondientes se obtuvieron 12 pilas para realizar el proceso del compost y realizar el diseño de la planta en base a sus dimensiones, el cual se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Calculo número de pilas

| | & Residuos orgánicos (Ton/m ³) | Calculo |
|-----------------------------|--|---|
| & Residuos Orgánicos | 0,33 ton/m ³ | |
| Volumen (m ³) | 76 m ³ | $V = \frac{25 \text{ ton}}{0,33 \text{ ton/m}^3}$ |
| Nº de pilas paralelepípedos | 12 pilas | $N^{\circ} \text{ de pilas} = \frac{76 \text{ m}^3}{6,4 \text{ m}^3}$ |

2.2. Relación Carbono / Nitrógeno

Se obtuvo una relación C/N de 25,3345944 dividiendo el total del C de los residuos orgánicos entre el total de N de los residuos orgánicos y una humedad de 58,7229957 dividiendo la humedad entre el peso multiplicado por 100. Descritos en la tabla 31.

Tabla 31*Relación C/N*

| <i>Residuos Orgánicos</i> | Peso (kg) | Valores de la Muestra a Procesar | | |
|---------------------------------|-----------|----------------------------------|------------|------------|
| | | N | C | Humedad |
| <i>Residuos de fruta</i> | 230 | 3,22 | 128,8 | 161 |
| <i>Césped cortado</i> | 500 | 17 | 290 | 400 |
| <i>Restos de comida</i> | 128 | 2,4 | 44,7744 | 83,2 |
| <i>Hojas secas (hojarascas)</i> | 300 | 2,7 | 145,8 | 114 |
| <i>Hojas verdes</i> | 475 | 14,725 | 236,55 | 285 |
| <i>Aserrín</i> | 450 | 0,45 | 180 | 180 |
| <i>Agua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Suma</i> | 2083 | 40,495 | 1025,9244 | 1223,2 |
| <i>%</i> | 100 | 1,94407105 | 49,2522516 | 58,7229957 |
| | | Relación C/N | | 25,3345944 |
| | | Humedad % | | 58,7229957 |

3. Estimación de la cantidad de residuos sólidos orgánicos que genera las fuentes generadoras.

3.1. Generación de fuentes domiciliarias

Tomando en cuenta la GPC domiciliaria 0,485 kg/hab./día y el porcentaje de residuos orgánicos 51,67 % y las viviendas participantes obtenida en el estudio de caracterización se realizó los siguientes cálculos mostradas a continuación:

Tabla 32*Estimación de cantidad de residuos que generan los domicilios*

| Viviendas que participan en el Programa | Hab./ por Viviendas | Población | GPC Kg/habitante/día | Generación total de residuos sólidos ton/día |
|---|---------------------|------------------|----------------------|--|
| A | B | $C = A \times B$ | D | $E = C \times D / 1000$ |
| 58 | 5 | 290 | 0,252 | 0,073 |

Se proyectó la participación de 58 viviendas y con una GPC de 0,252 kg/hab./día, según, el porcentaje de residuos orgánicos que es el valor que nos interesa para la elaboración del compost, se obtuvo como resultado una generación de 0,073 ton/día de residuos sólidos.

3.1.1. Generación de mercado de abastos Ciudad Nueva

En el mercado de Ciudad nueva se realizó el estudio de caracterización de residuos orgánicos, donde se tomó 15 muestras representativas de los diferentes generadores de residuos entre ellos: venta de comidas, verduras y jugos con el objetivo de calcular la GPC y obtener la generación total de residuos sólidos como se muestra en la tabla 33.

Tabla 33

Estimación de cantidad de residuos que generan los mercados

| Fuentes de Mercados | # de puestos | Generación Kg/Puesto/día (fracción orgánica) | Generación total de Residuos Sólidos Ton/día |
|----------------------------|--------------|--|--|
| Nombre | A | B | $C = A \times B / 1000$ |
| 1.-Mercado de Ciudad Nueva | 72 | 4,490 | 0,323 |

Como resultado se obtuvo una generación de 0,323 ton/día de residuos sólidos en el mercado, que servirá dato base para la elaboración del compost.

3.1.2. Generación de residuos de Áreas Verdes

La Municipalidad Distrital de Ciudad produce aproximadamente de 1 ton a 1,2 ton semanalmente de restos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas.

Tabla 34*Calculo de generación de residuos de áreas verdes*

| Generación de áreas verdes | Generación total de Residuos Sólidos Ton/día |
|---|--|
| Nombre | Ton/día |
| 1.-Plazas, avenidas, parques en la zona de intervención | 0,143 |

Tomando como referencia los valores dados por la municipalidad, se obtuvo una generación de 0,143 ton/día de restos vegetales que servirá para la elaboración del compost.

3.1.3. Generación de otras fuentes.

Se tomó en consideración como fuente el aserrín, tomando una generación de 3600 kg/día de la suma de 5 generadores identificados en el Distrito teniendo como resultado una generación de 0,02 ton/día que se muestra en la tabla N° 35.

Tabla 35*Calculo generación de residuos aserrín*

| Fuentes de Generación | Generación Promedio Kg/generador/día | # de generados | Generación total de Residuos Sólidos Ton/día |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------|--|
| Nombre | A | B | $C = A \times B / 1000$ |
| 1.- Aserrín | 3,600 | 5 | 0,02 |

3.1.4. Cantidad total de residuos sólidos orgánicos que generan las diferentes fuentes

Se calculó el ton/día de los residuos orgánicos de acuerdo a su porcentaje de aprovechamiento de los 4 tipos de generadores obteniendo como resultado 0,456 ton/día y un total de 41,02 ton en 90 días el cual se muestra a continuación en la tabla 36.

Tabla 36

Tipos de generadores de residuos sólidos para elaboración del compost

| Resumen Tipo de Generador | Total Ton/día | % de residuos orgánicos | Toneladas de residuos orgánicos (Ton/día) |
|--|------------------|-------------------------------|---|
| 1.- Mercados | 0,323 | 80,00 % | 0,259 |
| 2.- Áreas Verdes | 0,143 | 85,00 % | 0,122 |
| 3.- Domiciliarios | 0,073 | 80,00 % | 0,058 |
| 4.- Otras Fuentes (Aserrín) | 0,018 | 95,00 % | 0,017 |
| Total Residuos Orgánicos (Ton/día) | | | 0,456 |
| Total Residuos Orgánicos (Ton/(90 días) en 3 meses) | | | 41,02 |

3.1.5. Recolección de residuos orgánicos para la Meta 3

A continuación, en la tabla 37 y 38 se muestra el plan para la recolección de los residuos orgánicos:

Tabla 37

Recolección de los R.O. para el cumplimiento de la meta

| Fuente de recolección | Recolección n semanal | Ton/días Recolección n semanal | Calculo | Total/semanal |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|
| Mercado | 4 días | 1,034 | $0,259 \frac{ton}{dia} \times 4 \text{ dias}$ | 2,083 ton/semanal |
| Domiciliarios | 4 días | 0,234 | $0,058 \frac{ton}{dia} \times 4 \text{ dias}$ | |
| Otras fuentes | 5 días | 0,0855 | $0,017 \frac{ton}{dia} \times 5 \text{ dias}$ | |
| Áreas verdes | 6 días | 0,729 | $0,122 \frac{ton}{dia} \times 6 \text{ dias}$ | |

Se obtuvo un resultado de 8,333 ton/mes y un total final de 25 toneladas después de 3 meses que dura el proceso del compost, cabe indicar que los días de recolección varía de acuerdo al tipo de generador, por otra parte, en el proceso del compost se trabajara 1 pila semanalmente, por lo tanto, en 3 meses se cumplirá con la meta de recolección de 25 ton mostrada en la siguiente tabla:

Tabla 38*Recolección total de residuos solidos*

| | Volumen | Formula |
|---------------------|--------------------------|--|
| Total (Ton/semanal) | 2,083 <i>ton/semanal</i> | |
| Total (Ton/mes) | 8,333 <i>ton/mes</i> | $2,083 \frac{\text{ton}}{\text{semanal}} \times 4 \text{ sem}$ |
| Total (Ton/3 meses) | 25 <i>ton/3 mes</i> | $8,333 \frac{\text{ton}}{\text{mes}} \times 3 \text{ mes}$ |

4. Presupuesto para la construcción de la Planta de Compostaje

Tabla 39*Presupuesto para la construcción de la planta de compostaje*

| Requerimientos | \$. |
|-----------------------|-----------|
| a) Infraestructura | |
| Movimiento de Tierras | 10,000.00 |
| Cimentaciones y muros | 28,027.00 |
| Saneamiento | 12,000.00 |
| Instalación eléctrica | 11,000.00 |
| Biofiltros | 7,000.00 |
| Sub total | 68,027.00 |
| b) Equipamiento | |
| Picadora de pasto | 5,300.00 |
| Contenedores | 4,300.00 |
| Sub total | 9,600.00 |
| c) Herramientas | |
| Carretilla | 950.00 |
| Pico | 234.00 |
| Manguera | 120.00 |

| | |
|----------------------|-----------|
| Tamizador de compost | 1,230 .00 |
| Rastrillo | 150.00 |
| Sub total | 2,684.00 |
| d) Mano de obra | |
| Personal | 30,000.00 |
| Maquinaria | 15,500.00 |
| Sub total | 45,500.00 |
| e) Servicios | |
| Luz | 1,200.00 |
| Agua | 1,000.00 |
| Teléfono e internet | 500.00 |
| Sub total | 2,700.00 |

| | |
|-------------|----------------|
| COSTO TOTAL | S/. 128,511.00 |
|-------------|----------------|

Es un presupuesto estimado haciende a S/. 128,511.00 (Ciento veinte ocho mil quinientos once con 00/100 soles) (ver Tabla 39).

La planta propuesta en el Distrito de Ciudad Nueva contara con todos los implementos de servicios básicos, en cuanto a la ubicación de terreno la Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva destinara un lugar apropiado para dicha construcción.

Tabla 40

Beneficios de la planta de compostaje

| Tipo | Beneficios |
|-----------|--|
| Social | Eliminación de puntos críticos de contaminación por acumulación de residuos orgánicos. Utilización del compost como fertilizante y donación a la población. Capacitar y fomentar el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. |
| Ambiental | Reducción de la inadecuada disposición de residuos orgánicos en el botadero municipal. Reducción de propagación de vectores, plagas, etc. |

| | |
|-----------|---|
| | Minimización en la contaminación de aire, suelo y agua (subterránea o superficial), asimismo conservación de la biodiversidad en las zonas geográficas. |
| | Disminución de uso de fertilizantes para parques y jardines. |
| Económico | Disminución de gastos en transporte de los residuos (combustible). |
| | Reducción de costos por disponer los residuos sólidos en el botadero municipal. |

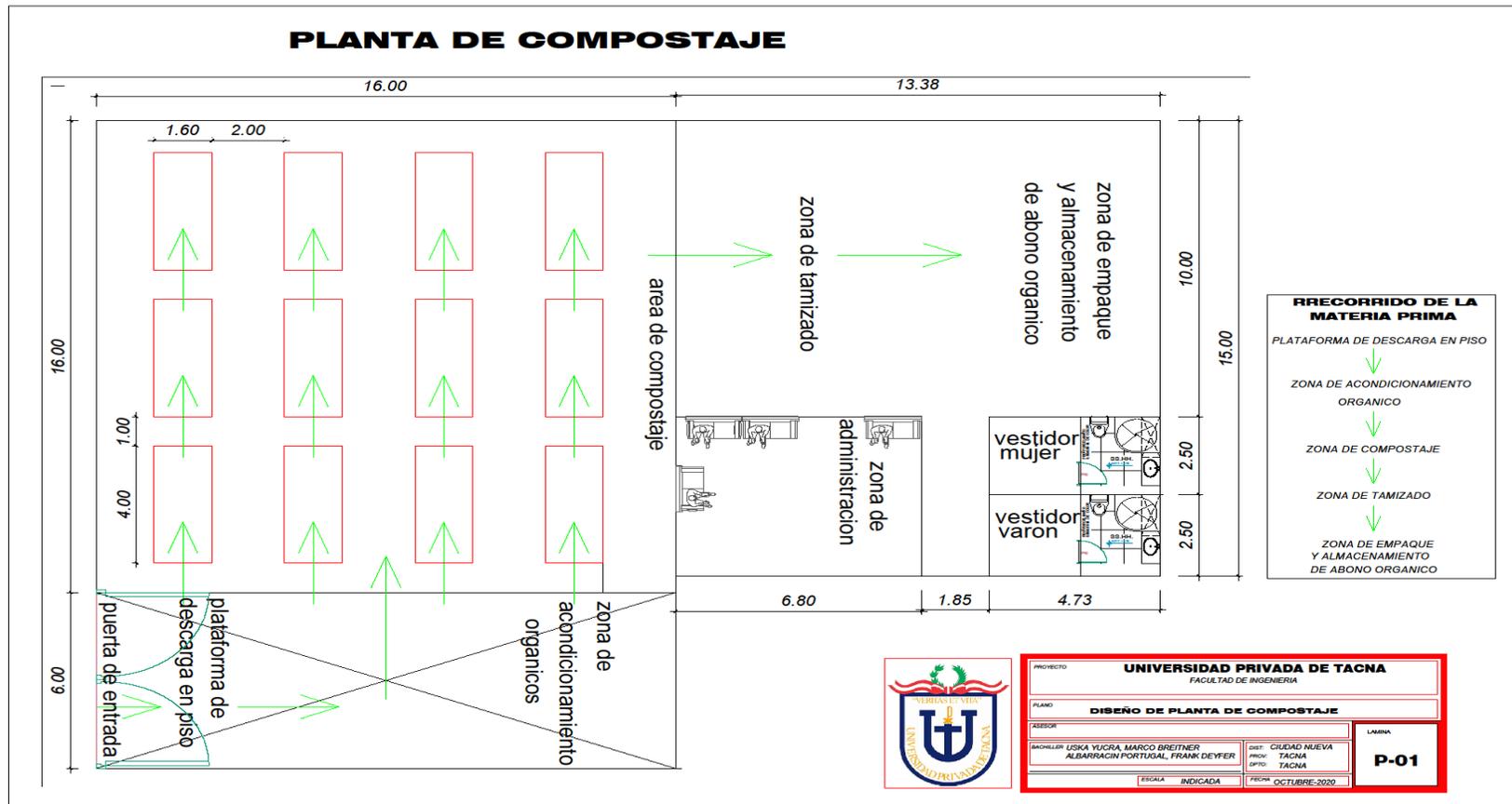
5. Plano del diseño de la Planta de Compostaje

A continuación, en la figura 18 se muestra las dimensiones de la planta de compostaje, la propuesta en la presente investigación se realizó tomando en cuenta las dimensiones de las pilas y otros ambientes para su uso requerido. Además, esta planta servirá para reciclaje de residuos orgánicos posteriormente convertirlos a un nuevo producto para su reutilización, de esta manera se minimizará la contaminación al ambiente.

Cabe precisar, que, en la actualidad las Municipalidades utilizan el compost procesado para abonar los parques y jardines de su jurisdicción, en algunos casos llegan a donar a la población y/o agricultores.

Teniendo en cuenta las áreas que se requieren dentro de la planta como también el personal requerido para su funcionamiento obteniendo como resultado un área total de 547 m² para la construcción de la planta de compostaje y la necesidad de 12 pilas de compostaje para el cumplimiento de las 25 ton anuales.

Figura 18
Plano planta de compostaje



Anexo 13: Imágenes Fotográficas

Figura 19

Sector seleccionado del nivel socioeconómico A (medio)



Figura 20

Sector seleccionado del nivel socioeconómico B (medio bajo)



Figura 21
Sector seleccionado del nivel socioeconómico C (BAJO)



Figura 22
Capacitación del personal



Figura 23
Preparación de material logístico



Figura 24
Rotulación de Bolsas



Figura 25
Empadronamiento de viviendas



Figura 26
Empadronamiento y entrega de la primera bolsa en muestra domiciliaria



Figura 27

Empadronamiento de viviendas

Figura 28

Entrega de Bolsas

Figura 29

Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios



Figura 30

Recojo de las bolsas en los puntos de acopio



Figura 31
Conteo de bolsas



Figura 32
Pesaje de las muestras



Figura 33

Registro del pesaje de la muestra



Figura 34

Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios



Figura 35

Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios



Figura 36

Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios



Figura 37

Separación de la composición de los residuos sólidos



Figura 38

Pesaje de los residuos sólidos seleccionados



Figura 39
Colocación de las muestras al cilindro



Figura 40
Vertimiento de los Residuos Sólidos al cilindro



Figura 41

Vertimiento de los Residuos Sólidos al cilindro



Figura 42.

Compactación de las muestras en el cilindro



Figura 43

Uniformización de las muestras en el cilindro



Figura 44.

Registro de la altura para determinar la densidad



Figura 45
Equipo de Protección personal



Figura 46
*Selección de muestra de residuos orgánicos para
determinar la humedad en el laboratorio*



Figura 47
Sticker de identificación de viviendas

