



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**QUÍMICA AMBIENTAL**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN QUÍMICA AMBIENTAL.**

**Título:**

**Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos generados en  
el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, Departamento de Química,  
UNAN-Managua, marzo-junio 2022**

**Autora:**

Bra. Ingrid Margarita Moreno.

**Tutor.**

MSc. José Luis Prado A.

Managua, junio 2022

# Aspectos Generales



## **Título**

Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022

## **DEDICATORIA**

### ***A Dios***

Gracias a Dios por manifestar sobre mí su misericordia y darme la gran bendición de llenarme de fuerza en cada caída durante este trayecto de mi vida y permitirme llegar hasta esta parte con Éxito.

### ***A mis familiares***

A mi esposo, Víctor Morales por ser mi respaldo en estos años de vida que llevamos juntos, por enseñarme a dar todo lo mejor de mí a pesar de las adversidades de la vida y apoyarme incondicionalmente. A mi hijo, Marcos Morales Moreno quien es mi inspiración para ser mejor persona y culminar mis estudios universitarios como ejemplo a su pequeña vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios, por su gran amor y misericordia que me regala la vida y sabiduría, para alcanzar cada una de las metas emprendidas, a Él, la honra, el honor y el poder, Infinitamente Gracias.

Al MSc. José Luis Prado Arroliga por su apoyo incondicional en dicha tutoría de investigación, compartiendo su experiencia, conocimientos y su colaboración en todo el proceso de desarrollo, que hicieron posible la culminación de este trabajo investigativo.

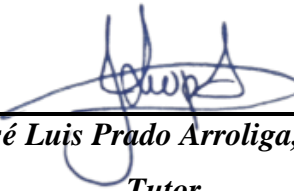
A todos los docentes que me guiaron en todo el periodo de mi formación académica y a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible el desarrollo de esta investigación.



## CARTA AVAL DEL TUTOR

El presente trabajo de investigación titulado *“Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios generados en el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022”*, ha sido realizado por la bachillera *Ingrid Margarita Moreno* bajo mi dirección *MSc. José Luis Prado Arroliga* doy fe de que la investigación es propiedad intelectual fidedigna y original de ella, además que ha cumplido con todas las disposiciones y requisitos académicos según el Capítulo III del Título IV del Reglamento del Régimen Académico Estudiantil para optar al título de Licenciatura en Química Ambiental.

Managua, junio 2022



---

*José Luis Prado Arroliga, MSc*

*Tutor*

*Docente Departamento de Química*

*UNAN-Managua*

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como principal objetivo proponer las formas de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, se aplicó una encuesta se determinaron los aspectos socio-económicos de la zona, encontrando que, aunque no existe el analfabetismo, el nivel académico es muy bajo, lo que a su vez interfiere en la economía del lugar, la gran mayoría de los pobladores se dedican a trabajos informales, más concretamente el comercio sin siquiera llevar un control de sus gastos e ingresos, lo cual limita a un más su crecimiento económico. Empleando el diario de campo y la observación se encontró que no existe ningún tipo de manejo para los residuos sólidos, los habitantes se deshacen de sus desperdicios arrojándolos directamente sobre un cauce y un basurero, cada uno con menos de 3 metros de distancia.

Para dicho estudio se implementó como método de análisis el método de cuarteo, con el fin de definir las características de los residuos sólidos. Tras el tratamiento de la muestra se calculó un índice per cápita de residuos de 0,68 kg/habitante, además, durante la caracterización de residuos se encontró que el mayor porcentaje de residuos corresponde a los residuos orgánicos y de alimentos. Por lo que se concluye en base a los residuos con mayor índice, el tratamiento más óptimo sería el compostaje, acompañado del reciclaje y reutilización, esto reduciría los costos de operación, garantizaría el aprovechamiento de los residuos y permitiría la contratación de mano de obra no capacitada, promoviendo de esta manera la generación de empleo y un impulso económico.

*Palabras Clave: Propuesta, aprovechamiento, Residuos sólidos, Mateare, Galiza.*

## ÍNDICE

Título .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CARTA AVAL DEL TUTOR .....	iv
RESUMEN .....	v
ÍNDICE.....	vi
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
2.1. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1.1. Residuos sólidos.....	6
2.1.1.1. Clasificación de los residuos sólidos. ....	6
2.1.1.2. Residuos orgánicos. ....	7
2.1.1.3. Residuos inorgánicos. ....	7
2.1.2. Impacto de los residuos sólidos.....	7
2.1.2.1. Impactos sobre cuerpos hídricos superficiales.....	8
2.1.2.2. Impacto sobre el recurso aire. ....	9
2.1.2.3. Impacto sobre el paisaje.....	9
2.1.2.4. Contaminación del suelo.....	9
2.1.2.5. Amenazas a la flora y fauna.....	10
2.1.2.6. Impactos sobre la salud pública. ....	10
2.1.2.7. Tratamiento de residuos sólidos .....	11
2.1.2.8. Tamaño y densidad de la población.....	11
2.1.2.9. Topografía del lugar.....	12
2.1.2.10. Sitio de disposición final.....	12
2.1.3. Valores guía para la formulación de un plan de tratamiento de residuos solidos .....	12
2.1.3.1. Volumen.....	13



2.1.3.2.	Densidad. ....	13
2.1.3.3.	Producción per cápita.....	13
2.1.3.4.	Fuente de generación. ....	13
2.1.3.5.	Clasificación de acuerdo a su composición. ....	13
2.1.4.	Manejo de los residuos sólidos.....	14
2.1.4.1.	Recolección.....	14
2.1.4.2.	Clasificación. ....	14
2.1.4.3.	Almacenamiento. ....	15
2.1.4.4.	Recolección.....	17
2.1.4.5.	Tratamiento.....	17
2.1.4.6.	Disposición final. ....	19
2.1.5.	Método de cuarteo.....	21
2.1.6.1.	Metodología del método de cuarteo .....	22
2.1.6.	Ley 217.....	22
2.1.6.1.	Contaminación del suelo.....	23
2.1.6.2.	Contaminación del agua.....	23
2.1.6.3.	Contaminación atmosférica. ....	23
2.1.6.4.	De los residuos sólidos (art. 12).....	23
2.1.6.5.	Alteración del paisaje (art. 40).....	24
2.1.7.	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05 014-02.....	24
2.1.7.1.	Ámbito de aplicación. ....	24
2.1.7.2.	Definición de términos.....	24
2.2.	Antecedentes.....	27
2.3.	Preguntas directrices.....	30
3.1.	Diseño metodológico.....	32
3.1.1.	Descripción del ámbito de estudio. ....	32
3.1.2.	Tipo de estudio.....	33
3.2.	Población y muestra.....	33
3.2.1.	Población. ....	33
3.2.2.	Muestra. ....	33
3.3.	Identificación de las variables.....	35
3.3.1.	Variables independientes.....	35

3.3.2.	Variables dependientes.....	35
3.4.	Materiales.....	36
3.4.1.	Materiales para recolectar la información.....	36
3.3.2.	Materiales para procesar la información.....	36
3.5.	Método.....	37
3.5.1.	Método de investigación.....	37
3.5.2.	Diario de campo.....	37
3.5.3.	Encuesta.....	37
3.5.4.	Recolección de residuos sólidos.....	38
3.5.5.	Método de cuarteo.....	38
3.5.6.	Generación per cápita.....	39
3.5.7.	Volumen.....	39
3.5.8.	Densidad.....	39
3.5.9.	Clasificación.....	39
4.1.	Análisis de resultados.....	41
4.1.1.	Aspectos socio-económicos.....	41
4.1.2.	Generación de residuos sólidos urbanos per cápita del Barrio Galiza.....	43
4.1.3.	Densidad de los residuos.....	47
4.1.4.	Caracterización de los residuos.....	42
4.1.5.	Propuesta de tratamientos en base a las clasificaciones.....	42
5.1.	Conclusiones.....	53
5.2.	Recomendaciones.....	55
5.3.	Bibliografía.....	56

ANEXOS

# Capítulo I



## **1.1. INTRODUCCIÓN**

Los residuos sólidos representan una problemática para la sociedad actual, la falta de planes de tratamiento da como consecuencia la acumulación de los mismos, tal es el caso, del Barrio Galiza en el Municipio de Mateare, lugar en el que, ante la falta de un sistema de recolección de residuos, la población utiliza un cauce natural como botadero clandestino.

En previas investigaciones realizadas por Olivar y Rizo, se describieron las condiciones técnicas, económicas y ambientales para la implementación de un relleno sanitario, se concluyó que, el presupuesto dirigido a la alcaldía de Mateare no permite la operación de un relleno sanitario; a su vez, Hernández y Rodríguez, analizaron los residuos sólidos de este Municipio, encontrando así un índice per cápita de producción de residuos de 0,56 kg/día.

Al conocer variables como las características socio-económicas de la población, producción de residuos y la composición de los mismos, se pretende la propuesta de un plan de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos, dirigidos específicamente al Barrio Galiza, con el fin de garantizar la funcionalidad del mismo tomando en cuenta las características específicas de la población y sus residuos.

El análisis se lleva a cabo a partir de precedentes investigativos, compilados en el marco teórico, datos utilizados para la realización de la investigación, dirigida a la cuantificación de los aspectos socio-económicos de la población del Barrio Galiza, tomando en cuenta que, los ingresos influyen directamente en la cantidad y tipo de residuos generados, de igual manera, fueron analizados la generación per cápita de residuos, el volumen y caracterización de los mismos.

Tomando como base los datos obtenidos en esta investigación, se realizan conclusiones y recomendaciones destinadas a la selección de una óptima propuesta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de la zona en estudio.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación por residuos sólidos urbanos en Nicaragua, representan uno de los mayores focos de contaminación tanto al suelo como los recursos hídricos; dichos residuos generados por la población son arrastrados por las corrientes de agua durante la temporada de lluvia o por los sistemas de alcantarillados que son depositados como destino final, en los diferentes mantos acuíferos ubicados en las cercanías de los departamentos del país.

El municipio de Mateare, cuenta con una ruta de recolección de residuos bastante amplia, sin embargo, su población crece cada vez más y se amplía el número de hogares y barrios, lo cual influye directamente en la carga de residuos sólidos urbanos generados en tiempos determinados, por lo que el sistema de recolección aportado por la alcaldía del municipio no llega hasta algunos de los nuevos asentamientos poblacionales.

Uno de estos nuevos asentamientos es el barrio Galiza, situado a menos de un kilómetro de las costas del lago Xolotlán, lugar por el que cruzan causes de gran vertiente debido a su cercanía al lago; siendo barrios y anexos tan recientes, aún no han sido incorporados a la ruta de los camiones recolectores, como resultado los residuos de estos hogares son depositados en los cauces naturales. Por lo mencionado, surge la pregunta de investigación, ¿Qué propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos se adapta a las condiciones actuales de la población que habita en el Barrio Galiza del Municipio de Mateare?

Formulado el problema de investigación, se procede a la sistematización del mismo:

1. ¿Cuáles son los aspectos socio-económicos de los habitantes del Barrio Galiza?
2. ¿Cómo se lleva el a cabo el manejo actual de los residuos sólidos urbanos y su efecto socio-económico en los habitantes del Barrio Galiza?
3. ¿Cuál es el volumen per cápita de residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza?
4. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos urbanos que genera la población del Barrio Galiza?
5. ¿Cuál sería el aprovechamiento de los residuos sólidos del barrio en estudio en base a su naturaleza?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Los residuos sólidos pueden suponer una importante fuente de ingresos económicos, sus bajos costos los convierten en un excelente insumo para nuevos productos. Para una población en la que la mayoría de sus habitantes se dedican a trabajos informales y poco remunerados, es una clara oportunidad de desarrollo.

En la actualidad el vertedero utilizado por la población del barrio Galiza está ubicada a 4 metros de la población más cercana, afectando directamente a 4 hogares, posibilitando riesgo de enfermedades producto de la descomposición de los residuos, lo cual aumenta durante el verano debido a las altas temperaturas, propiciando lixiviados, que son fuente de contaminación para el suelo y las aguas subterráneas. También, resultan malos olores del vertedero, por lo que, es normal la presencia de aves de rapiña que a modo de juego son asesinados por algunos pobladores, a largo plazo esto podría afectar el equilibrio del ecosistema ya que el barrio está cercano a áreas verdes, además, el vertedero clandestino está situado directamente sobre un cauce natural que deposita sus aguas directamente en el lago Xolotlán.

Una de las limitantes para tomar medidas, es el presupuesto de la alcaldía del municipio, con la creación de un óptimo plan de gestión de residuos con características autosustentables, se darían respuesta a la problemática de la contaminación y de manera indirecta influiría positivamente con la problemática socio-económica debido a la generación de empleos y a la reducción de los impactos ambientales en esta comunidad.

Por todo lo antes mencionado se hace de gran importancia realizar la investigación; puesto que, al encontrarse impactos ambientales, sociales y en la salud de los pobladores del barrio Galiza, la propuesta de un plan de aprovechamiento de los residuos sólidos es de vital importancia, ya que, se desarrollaría y mejoraría la calidad de vida para los habitantes de dicho lugar.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar una propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Conocer los aspectos socioeconómicos de los habitantes del Barrio Galiza mediante una encuesta.
2. Indagar sobre la disposición actual de los residuos sólidos que realizan los habitantes del Barrio Galiza.
3. Calcular la producción de los residuos sólidos generados por los habitantes del Barrio Galiza.
4. Clasificar los residuos sólidos que genera la población del Barrio Galiza.
5. Determinar el manejo y aprovechamiento adecuado según el tipo de residuo sólido generado por la población del Barrio Galiza.

# Capítulo II





## **2.1. MARCO TEÓRICO**

La contaminación es un verdadero problema en la actualidad, la creciente industria y la falta de preocupación de los organismos y de las personas es uno de los principales factores de la contaminación. La polución ambiental nos afecta no solo nuestra salud si no también económica y socialmente, está comprobado que un medio contaminado es razón de estrés para cualquier especie, ya que no cumple con los parámetros necesarios para albergar la vida. La principal problemática con los residuos sólidos es debido a una mala gestión, si bien no se puede dar uso al cien por ciento de los residuos, se puede minimizar la afectación al ecosistema. Dado la naturaleza de la presente investigación, se tomarán en cuenta solo algunas clasificaciones de los residuos.

### **2.1.1. Residuos sólidos**

Un residuo es una sustancia, u objeto sobrante de una actividad, que ya no tiene utilidad para la misma, y del cual su poseedor o generador tiene la intención de desprenderse, este concepto no implica que el material en cuestión ya no tenga función para cualquier otro uso, o utilizarse como insumo para cualquier otro producto. En el concepto de eliminación se incluyen las alternativas de reúso, reciclaje y tratamiento. (Pinzon, 2016)

A medida que el mundo avanza hacia un futuro urbano, la cantidad de residuos urbanos está creciendo aún más rápido que la tasa de urbanización, lo que pone en evidencia la necesidad de un plan de tratamiento y gestión para los residuos sólidos. (Galvis, 2016)

#### **2.1.1.1. Clasificación de los residuos sólidos.**

Los residuos pueden ser de tipo, industrial, domésticos y hospitalarios, En esta investigación es de mayor interés los residuos domésticos, este es todo residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado por actividades realizadas en las viviendas. Con el fin de facilitar su análisis y tratamiento serán separados en residuos orgánicos y residuos inorgánicos.

### **2.1.1.2. Residuos orgánicos.**

Son aquellos residuos que provienen de fracciones residuales, vegetales y animales de rápida degradación bioquímica, por lo tanto, estos se pueden desintegrar o degradar transformándose en otro tipo de materia orgánica, de la cual podríamos obtener beneficios. La cantidad de materia orgánica generada dependerá en gran medida de las actividades económicas de la población, su aprovechamiento se destina principalmente a la elaboración de compost, sin embargo, es necesario tener medidas destinadas al control de los líquidos procedentes de la descomposición de los residuos, los lixiviados llegan a ser potenciales contaminantes del suelo (Hernández & Rodríguez, 2015)

### **2.1.1.3. Residuos inorgánicos.**

Es todo aquel que no tiene características de residuo sólido orgánico y que puede ser susceptible a un proceso de valorización para su reutilización y reciclaje. La caracterización es una parte muy importante durante el tratamiento de los residuos sólidos inorgánicos, por su composición química no se puede aplicar un mismo tratamiento como en un grupo de residuos de origen orgánico, la caracterización permite la optimización del plan de tratamiento al destinar un uso y gestión para cada tipo de residuos según su composición, en última instancia, si no se puede dar otro uso a los residuos, o, el proceso no es factible desde el punto de vista económico, la disposición final de los desechos sólidos inorgánicos se hará en base a su caracterización. (Galvis, 2016)

### **2.1.2. Impacto de los residuos sólidos**

Los residuos sólidos ordinarios son causa de problemas ambientales en zonas urbanas, rurales y especialmente en zonas industrializadas, amenazando la sustentabilidad del ecosistema, es debido a esta problemática que se da vital importancia a los planes de manejo de residuos sólidos. Los residuos sólidos son tan antiguos como la humanidad misma, son el resultado de las principales actividades humanas, no fue sino hasta los primeros asentamientos formales que los residuos resultaron un problema, convirtiéndose en focos de propagación de enfermedades. (Minam, 2019)

La problemática ambiental relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos afecta al ser humano y a su entorno de diferentes maneras, especialmente en los siguientes aspectos (Paho, 2012)

- a. Salud pública.
- b. Factores ambientales como los recursos renovables.
- c. Factores sociales como la salud pública.
- d. Factores económicos, tales como los recursos naturales.

La generación de residuos provoca impactos importantes en el medio ambiente y a la salud humana. Si bien la gravedad de la problemática dependerá de muchos factores, entre ellos, la distribución topográfica, es un hecho que el principal problema causado por un mal manejo de los residuos sólidos es un deterioro estético de los centros urbanos, con llevando a su vez efectos adversos sobre la salud humana debido a la proliferación de vectores transmisores de enfermedades. (Ellis & Gilberson, 1971)

#### **2.1.2.1. Impactos sobre cuerpos hídricos superficiales.**

Una de las principales problemáticas del mal manejo de los residuos sólidos y los vertederos clandestinos, es la contaminación directa por residuos sólidos en cuerpos de agua superficiales, como consecuencia, existen variaciones físico-químicas en el agua, cuyo equilibrio es importante para sustentar la vida, entre las principales variaciones están la DQO y DBO (Bustos, 2019). Algunos residuos son ricos en N y P ocasionando un aumento descontrolado de las algas, las que a su vez impiden el paso de los rayos solares, hasta un punto en que los niveles de oxígeno son tan bajos que es imposible la persistencia de la vida en el cuerpo de agua. (Paz & Miranda, 2017)

La presencia de residuos sólidos ocasiona una obstrucción en el cauce natural de las aguas, provocando una desviación de la ruta natural de la misma y pone en peligro zonas bajas en donde existen asentamientos poblacionales, por otra parte, los residuos sólidos son los principales causantes de la muerte de especies acuáticas, las que, a su vez, al descomponerse, provocan variaciones en las características físico-químicas del agua. (Mora, 2020)

### **2.1.2.2. Impacto sobre el recurso aire.**

Los botaderos clandestinos a cielo abierto son una fuente de contaminación, producto de los malos olores generados durante el proceso de descomposición de los residuos y la generación de gases y partículas en suspensión debido a las quemaduras o arrastre de los vientos. A pesar de esto a un no existe un estudio que detalle y cuantifique la contaminación atmosférica generada por esta práctica. (MARENA, 2010)

### **2.1.2.3. Impacto sobre el paisaje.**

Los procesos de manejo y disposición de residuos sólidos afectan significativamente el paisaje. El creciente desarrollo urbano ha generado un continuo deterioro del recurso paisaje, la falta de regularidad en la recolección de los residuos provoca la disposición de estos en las calles, parques, veredas, playas, orillas de ríos, quebradas, riachuelos o cualquier otro espacio público, eliminando así cualquier posibilidad de disfrute de estos espacios por parte del ciudadano y demostrando la deficiencia en la prestación de un servicio público así como la falta de conciencia ambiental en la ciudadanía y la incapacidad de las administraciones de aportar soluciones definitivas. (MARENA, 2010)

### **2.1.2.4. Contaminación del suelo.**

El volcamiento de residuos en sitios frágiles o inestables y en depresión causadas por la erosión, pueden ocasionar derrumbes de franjas de moros y residencias construidas en área de riesgo o suelos con pendientes. Además, los residuos sólidos depositados en un botadero cielo abierto o en un relleno sanitario, contamina el suelo que subyace con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos que están presentes en el lixiviado de los desechos. (MARENA, 2010)

La contaminación del suelo por residuos sólidos, además, afecta la composición química del suelo, variando la salinidad y pH del mismo lo que pone en peligro el microbiota importante en los procesos de desmineralización de rocas y en la descomposición del nitrógeno para el aprovechamiento en los procesos naturales de las plantas.

Un suelo expuesto por un tiempo muy prolongado a contaminación por lixiviados difícilmente volverá a ser útil para la agricultura, ya que se aumenta la posibilidad de que los alimentos producidos sean perjudiciales para la salud, debido al proceso de bioacumulación y biomagnificación. (Hernández & Rodríguez, 2015)

#### **2.1.2.5. Amenazas a la flora y fauna.**

Una mala disposición de los residuos sólidos capaz de crear estrés en la fauna y flora local, un claro ejemplo serían los rapiñeros atraídos por los malos olores de los botaderos clandestinos, su ciclo de alimentación puede verse afectado; ya que al encontrar comida en un mismo lugar dejarán de cumplir su trabajo. La importancia de los rapiñeros es la eliminación de cadáveres y con ellos posible liberación de vectores transmisores de enfermedades. Más concretamente en zonas urbanizadas el impacto a la flora y fauna se da producto del desalojo de los mismos para la construcción u operación de botaderos.

En algunos casos la desinformación, provoca que pobladores que habitan zonas cercanas a botaderos clandestinos, permitan que animales domésticos y animales criados para el consumo humano, se alimenten en los botaderos, la gran cantidad de residuos orgánicos es una provechosa fuente de alimentación para estos animales, sin embargo, son altas las posibilidades que contraigan enfermedades que luego serán transmitidas al ser humano. Un caso muy claro es el del cerdo, por su tipo de dieta omnívora, es muy posible que llegue a alimentarse de restos de otros animales en descomposición, y, al ser consumidos por el ser humano aumenta el riesgo de mutación de la enfermedad. (Lacayo, 2021)

#### **2.1.2.6. Impactos sobre la salud pública.**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos puede crear significativos efectos secundarios sobre la salud de la población. Los residuos son una fuente de transmisión de enfermedades ya sea por vía aérea o bien por alimentos contaminados producto de la proliferación de moscas y otras especies de insectos, quizás las enfermedades no sean producidas directamente por la acumulación de residuos, pero aumenta la vulnerabilidad y la probabilidad de proliferación de la misma. Si bien los riesgos directos son para los hogares aledaños a los botaderos cielo abierto, existen otras personas que presentan mayor riesgo.

Los recolectores de residuos están expuestos durante toda su jornada laboral y manejan directamente con estos, un correcto plan de manejo de residuos sólidos es el que incluye medidas de protección e higiene que garanticen la salud del personal de recolección. (MARENA, 2010)

En algunas ocasiones la población intenta disminuir los volúmenes de residuos en los botaderos clandestinos mediante la quema, sin embargo, esto genera una doble problemática, ya que provoca la contaminación del aire y del suelo. Además, los residuos pueden contener sustancias perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Un número alto de enfermedades de origen biológico y químico están relacionadas con la basura y pueden transmitirse directamente por la manipulación de los residuos o indirectamente a través de vectores. (Ellis & Gilbertson, 1971)

#### **2.1.2.7. Tratamiento de residuos sólidos**

Posterior a la recolección de los residuos deben ser procesados y tratados previos a su disposición final, con la ayuda de un procesamiento adecuado se consigue separar objetos voluminosos, separar los componentes de los residuos, la reducción de tamaño por medio de la trituración, y la reducción de volumen por compactación, su principal objetivo es el de reducir los volúmenes y peso de los residuos, así como lograr la recuperación de subproductos. Entre los métodos más empleados están el compost y la incineración, para residuos orgánicos e inorgánicos respectivamente. (Sáenz, 2014)

#### **2.1.2.8. Tamaño y densidad de la población.**

Este aspecto es muy importante ya que nos detalla la generación; entendiéndose esta como la cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado. Al conocer la población podemos determinar la cantidad aproximada de producción que podemos tener de residuos sólidos. Conociendo aspectos socio-económicos como el nivel académico de la población y sus ingresos económicos ayudan a dirección el plan de aprovechamiento, permitiendo la predicción por medio de la extrapolación de datos para futuras tomas de decisiones, es decir, podemos determinar la capacidad necesaria de un camión recolector de residuos conociendo datos como la densidad

poblacional y tomando en cuenta el promedio de desechos per cápita y el de crecimiento económico. (Galvis, 2016)

#### **2.1.2.9. Topografía del lugar.**

Este aspecto es muy importante, ya que incide directamente en el diseño de las rutas de recolección, para evitar el sobre esfuerzo de los camiones recolectores y dinamizar el tiempo de recolección; por otra parte, en áreas de topografía difícil con muchas pendientes y/o calles estrechas se puede dar el caso de hacer la recolección a pie con el auxilio de canastas metálicas. Igual sistema se utiliza para limpieza de playas. Las características geográficas del asentamiento poblacional, determinaran en gran medida su perfil económico y su tipo de actividad económica, así pues, una zona rural estará por encima en cuanto a la producción de residuos sólidos orgánicos, a una población urbana, esto definirá muchos puntos en el plan de aprovechamiento de residuos. (MARENA, 2010)

#### **2.1.2.10. Sitio de disposición final.**

En un plan de aprovechamiento de residuos el primer punto a tratar es la disposición final de los mismos, dado que afecta en gran parte la demás etapa del proceso, se entiende como disposición final al lugar último en el que son depositados los residuos, para fines prácticos se usa el suelo y muy rara vez el mar, también son opciones la incineración y el compostaje. La disposición deberá hacerse en un lugar estratégico, con el fin de minimizar los costos de transporte y afectar en la menor medida posible a la población, en zonas urbanas, una de las opciones más utilizadas son los rellenos sanitarios, ya que son una disposición permanente y los suelos utilizados pueden tener un nuevo uso después de ser llenados, además, de reducir los costos de transporte durante la recolección. (Vargas, 2016)

#### **2.1.3. Valores guía para la formulación de un plan de tratamiento de residuos sólidos**

Los residuos sólidos se describen como componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, expresada generalmente como porcentajes los cuales se fraccionan en:

### **2.1.3.1. Volumen.**

El volumen de un objeto se define como el espacio que es ocupado por el mismo expresado en metros cúbicos, la capacidad de los recipientes de almacenamiento, los medios de recolección y la estación de transferencia trabajan en función al volumen de los residuos (Herrera, 2009).

### **2.1.3.2. Densidad.**

Es la relación que existe entre el peso de los residuos y el volumen que ocupa expresado en kilogramos y metros cúbicos de acuerdo a la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05 014-02 (NTON), lo cual hace referencia al cambio en los residuos, según su naturaleza (orgánica o inorgánica), composición y compactación además del clima. (MARENA, 2010).

### **2.1.3.3. Producción per cápita.**

Es la producción total de residuos sólidos en una determinada área geográfica, se calcula dividiendo la cantidad de los residuos sólidos no peligrosos generados en el día entre el número total de personas. (MARENA, 2010). Su cálculo ayuda en las estimaciones de la producción total de residuos sólidos.

### **2.1.3.4. Fuente de generación.**

- Residuos domiciliarios.
- Residuos comerciales.
- Residuos institucionales.
- Residuos de mercado.
- Residuos de limpieza de calles.

### **2.1.3.5. Clasificación de acuerdo a su composición.**

- Residuos de alimentos.
- Papel y cartón.
- Residuos de textiles.
- Residuos de jardinería.
- Cuero y caucho.
- Metal.
- Vidrio.
- Cerámica y piedra.
- Otros (tierra, cenizas).



**Tabla 2.1.**

***Manejo de Residuos sólidos no peligroso desde el punto de vista sanitario.***

Clasificación	Aplicación
Ordinario	Residuos domiciliarios, comerciales, institucionales y todos los residuos sólidos no peligrosos, generados en las áreas urbanas de los municipios
Extraordinario	Escombros, materiales de construcción y poda de árboles.
Especial	Limpieza de tragantes y cauces.

**Fuente:** (MARENA, 2010).

#### **2.1.4. Manejo de los residuos sólidos**

El manejo de los residuos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

##### **2.1.4.1. Recolección.**

Es responsabilidad de las municipalidades la recolección de los residuos, esta puede ser del tipo ordinaria, extraordinaria o especial, es necesario conocer el volumen per cápita de los residuos con el fin de realizar una óptima ruta de recolección. La ruta de recolección debe garantizar el recorrido por las calles principales, de manera que se facilite a la población, es obligación de la población colocar los recipientes en lugares estratégicos que faciliten su recolección, con este fin la municipalidad establece horarios fijos en las rutas de recolección de residuos. (MARENA, 2010)

##### **2.1.4.2. Clasificación.**

Esta permite seleccionar o separar diversos componentes de los residuos sólidos, esto normalmente se hace de forma manual, es recomendable que, con el fin de disminuir los costos en la contratación de personal destinado a la clasificación sea la misma población la que se encargue de la separación de los residuos y los mismos, sean entregados en depósitos separados según su clasificación a los camiones recolectores.

**Tabla 2.1.**

*Clasificación de residuos según los colores del recipiente.*

Color del embalaje	Clase de residuos sólido no peligroso
Amarillo	Cartón y papel
Gris	Metal
Blanco	Vidrio
Azul	Plástico
Verde	Orgánico
Café	Madera
Morado	Textil
Negro	Otros

**Fuente:** (MARENA, 2010)

#### **2.1.4.3. Almacenamiento.**

Es la forma en la que estos son acumulados durante un tiempo determinado antes de su recolección y los recipientes utilizados están en función del tipo de recolección a realizarse. El adecuado almacenamiento de la basura es responsabilidad del que la genera, el tamaño se debe seleccionar con base a la frecuencia de recolección, el volumen de residuos producidos, la producción per cápita, la densidad y el número de personas por familia.

Existen otras clasificaciones como lo son el tipo de residuos y si este es capaz de generar lixiviados o no, es importante tomar en cuenta la seguridad del personal de recolección, por lo cual, es recomendable utilizar cajas de cartón en caso de material corto punzante, como vidrios, cerámica o metálicos.

Es importante recalcar la capacidad del recipiente, puesto que este deberá tener la suficiente resistencia para soportar la tensión provocada por el peso de los residuos y la manipulación del personal, además, el volumen no debe sobrepasar los 30 kg de peso por cada trabajador cuando la recolección sea manual. (Mora, 2020)

#### **2.1.4.4. Recolección.**

El servicio de recolección, transporte tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, estará a cargo de las municipalidades, las cuales lo podrán realizar por administración directa o, mediante contratos con empresas o particulares, que se otorgarán de acuerdo a las formalidades legales. (MARENA, 2010)

Si durante la recolección de los residuos o su transporte, estos son esparcidos, es obligación de los operadores la recolección de los mismos. Los residuos domiciliarios no deberán contener material líquido o sustancias nocivas para la salud, cualquier tipo de sustancia tóxica esta fuera del rango de operación de recolección ordinaria.

Según las normativas técnicas obligatorias dictadas por MARENA (2010) en caso que el barrio esté situado en periferias, o bien sus calles sean de difícil acceso, se deberán instalar contenedores que funcionen como punto de recolección, la construcción del mismo irá de acuerdo al volumen per cápita producido por la población de la zona, su ubicación debe ser estratégica, con el fin de cubrir como mínimo un radio de 100 metros, para su construcción se tomaran en cuenta factores como lixiviación y malos olores con el fin de minimizar las posibles consecuencias ambientales, la recolección de residuos será siempre obligación de la municipalidad, y esta se llevará a cabo con maquinaria especial. (pág. 20)

#### **2.1.4.5. Tratamiento.**

Previo a la disposición final de los residuos sólidos estos pueden ser sometidos a diferentes formas de tratamiento con la intención de obtener beneficios ambientales y económicos. Para el tratamiento de residuos sólidos no peligrosos, pueden ejecutarse diferentes procesos físicos, químicos y biológicos, que comprenden la trituración y compactación, incineración, pirolisis, compostaje y relleno sanitario.

#### **2.1.4.5.1. Reciclaje, reutilización y aprovechamiento**

El proceso de reciclaje consiste en cuatro fases o sub procesos técnicos.

- a) Recolección: esta se llevará a cabo siguiendo la normativa nacional.
- b) Almacenamiento: este se realizará tomando en cuenta la peligrosidad de los residuos y su utilidad.
- c) Segregación: esta permite conocer las posibilidades de reciclaje, reutilización y recuperación de los residuos.
- d) Clasificación: determina el tipo de tratamiento empleado para cada residuo.  
(MARENA, 2010)

#### **2.1.4.5.2. Reciclaje**

Reciclar es el proceso mediante el cual se recuperan y se aprovechan los residuos que han sido desechados como basura, para ser utilizados como materia prima en la elaboración de nuevos bienes, el reciclaje podría describirse como un ciclo que comprende:

1. Producto elaborado.
2. Consumidor.
3. Separación por el consumidor.
4. Recolección de residuos.
5. Centro de acopio.
6. Fabricación de nuevos bienes.

En este proceso es importante el papel del consumidor que incluye, reducir los desperdicios, facilitar el reciclaje de los materiales y elegir aquellos productos cuyos envases son fácilmente reciclables o reutilizables. El reciclaje puede aplicarse a algodón, cartón, papel, plásticos y latas. A través del reciclaje de papel y cartón se evita la tala de 17 a 20 árboles por cada tonelada de papel reciclado.

Los productos elaborados a base de plástico, en el medio ambiente tienen un periodo de degradación de 10 a 20 años, la mayoría de los envases de bebidas gaseosas, agua, aceite y vino, están elaborados por PET, y pueden reciclarse, en base a este estudio, el reciclaje sería post consumo, y, su aplicación es amplia, la materia reciclada puede utilizarse en la fabricación de sistemas de aspersión, comedores para aves, textiles, papeleras, elementos decorativos, entre otros. (Resol, 2006)

#### ***2.1.4.5.3. Reutilización.***

La reducción va de la mano de la reducción, una vez que se reduce el consumo, se debe plantear que hacer con los objetos o mercancías utilizadas. La reutilización es más compleja que la reducción dado que lleva consigo la utilización de la imaginación, puede aplicarse mediante la fabricación de manualidades o a gran escala mediante procesos más complejos, o bien, la reutilización directa que incluiría el reaprovechamiento de prendas y calzado. (José, 2008)

#### ***2.1.4.5.4. Compactación.***

La compactación ayuda a optimizar el espacio y es un método adecuado para la implementación de programas de gestión de residuo desechos, el uso de las computadoras llega a alargar la vida de los rellenos sanitarios logrando así un gran índice de aprovechamiento del espacio y evitando contaminar nuevos espacios con la construcción de uno nuevo. (Paz & Miranda, 2017)

#### ***2.1.4.5.5. Incineración.***

Es una técnica de tratamiento de desechos que permite reducir su peso, volumen y logra un cambio en su composición. Para tal fin, los desechos los son sometidos a altas temperaturas provocando así la oxidación. Su uso se limita a los desechos orgánicos, sometiéndolos a altas temperaturas se logra una reacción química en la que los componentes orgánicos de los desechos reaccionan con el oxígeno del aire dando lugar a la formación de dióxido de carbono y agua. (Hernández & Rodríguez, 2015)

#### **2.1.4.5.6. Compostaje**

Es la utilización de la materia orgánica para la generación de abono orgánico a partir de su descomposición, además de ser un excelente fertilizante, ayuda a disminuir el volumen de residuos orgánicos y promueve la reutilización de los mismos, continuando de esta manera con el ciclo natural y devolviendo su suelo muchos minerales importantes.

En suelos degradados el compost aumenta los minerales y la población microbiana, el compost retiene algunos compuestos para que no resulten dañinos para las plantas y reactiva el ciclo natural del suelo. Podríamos decir que le devuelve la vida.

Otros de sus beneficios es el económico, ya que, al ser elaborado a base de residuos, no supone mayor inversión que la mano de obra y es un abono por mucho superior a los sintéticos, dado que aporta toda clase de minerales importantes para las plantas, lo que garantiza una mejor producción de cultivos. (MARENA, 2010)

#### **2.1.4.6. Disposición final.**

Es la última etapa operacional del proceso del servicio de limpieza en el cual se destina o se disponen los residuos recolectados. Consiste en los procesos u operaciones que se realizan para trabajar o disponerse en un determinado lugar los desechos sólidos. Debe hacerse de una forma ambientalmente segura con infraestructura habilitadas que garanticen un óptimo manejo, jamás en botaderos clandestinos instalados a cielo abierto. (Ariel, 2020)

##### **2.1.4.6.1. Relleno sanitario.**

Es un método utilizado para la disposición final de los desechos. Previo a su disposición final son compactados hasta reducirlos a su menor volumen para que así cubran un área más pequeña y alargar la vida útil del relleno, una vez en el área son compactados nuevamente y rellenados con una capa de tierra cada final de jornada.

No toda zona es apta para la construcción de un relleno sanitario, es importante tomar en cuenta la distancia de la población más cercana, la ubicación del nivel freático, características topográficas y la disponibilidad de materiales para cubrir los desechos.

La Optimización de un relleno sanitario se lleva a cabo de la siguiente forma:

1. Un relleno sanitario debe contar con una excelente compactación que garantice su funcionalidad y la retención de desechos.
2. Cubrir a diario al terminar la recolección de desechos con una capa de tierra o material similar.
3. Controlar con drenajes líquidos y gases que se producen en la descomposición de los desechos con el fin de minimizar el impacto ambiental.
4. Evitar el arrastre por escorrentía durante el periodo de lluvia, realizar canaletas o cubrir con techo el relleno para evitar variantes en la descomposición de los desechos.
5. Hacer constante revisión para detectar y controlar cualquier anomalía que pudiera afectar la salud pública o el medio ambiente.

Las ventajas del relleno sanitario son:

1. Es un método completo y definitivo en la disposición de desechos.
2. Evita los problemas con materiales que no se descomponen.
3. Bajos costos de operaciones y mantenimiento.
4. Generación de empleo para mano de obra no calificada.
5. Debido a que los desechos son cubiertos puede ubicarse en una zona urbana (siempre y cuando tenga una distancia adecuada y exista suficiente espacio) disminuyendo así los costos del transporte.
6. Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque u otro centro de esparcimiento. (Bustos, 2019)

#### **2.1.4.6.2. Tratamiento de lixiviados.**

Se puede definir los lixiviados como el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión. Los lixiviados por fuentes externas como lluvia o drenajes y el líquido producido por la descomposición de los residuos. el lixiviado contiene diversos constituyentes derivados de la solubilización de la materia en descomposición.

Durante la fase de maduración en el proceso de formación de lixiviados los principales gases del vertedero que han evolucionado son el metano, CO<sub>2</sub>, también puede encontrarse N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, durante esta fase el lixiviado contendrá ácidos húmicos que son difíciles de degenerar biológicamente. (Margarita, 2011)

Con el fin de cumplir con la normativa vigente y asegurar el cuidado del medio ambiente todo punto de disposición de desechos deberá contar con un plan de control y manejo de lixiviados. Es prohibido verter los lixiviados directamente sobre suelos o cualquier cuerpo de agua sin previo tratamiento, para el cual pueden utilizarse métodos físicos, químicos o biológicos. (Bustos, 2019)

#### **2.1.5. Método de cuarteo**

Para la realización de un plan de aprovechamiento de residuos sólido es importante la etapa de caracterización, con este se conocen cantidades, origen y variación del tiempo, en la actualidad existen muy pocos métodos para lograr tal objetivo, y los existentes son muy costosos de realizar, por lo tanto, la opción más acertada hasta el momento sigue siendo el método de cuarteo.

El problema de los residuos sólidos comenzó a parecer desde que los seres humanos comenzaron a agruparse en tribu, sin embargo, esto se agravo producto de las costumbres consumistas de la actualidad, hasta tal punto de existir verdaderas islas de residuos dentro del mar.



Las condiciones económicas, geografías y sociales de los países hacen necesario el conocimiento de la composición de sus desechos, esto con el fin de garantizar la complejidad y funcionalidad de los planes de tratamiento de residuos sólidos. La caracterización detallada de los residuos sólidos es crucial para determinar su potencial para el reciclaje, tratamiento y su disposición final, esto debe ser adaptado según las circunstancias de cada caso. los materiales para la recolección y tratamiento de residuos irán de acuerdo a las características del mismo. (Castro, 2020)

#### **2.1.6.1. Metodología del método de cuarteo**

La utilización de este método es aplicable en residuos municipales, urbanos, rurales, institucionales, entre otros, la variante estará en la complejidad para la obtención de la muestra:

- **Residuos urbanos:** La muestra se toma al azar en diferentes sitios del barrio, procurando incorporar los sectores domésticos y comerciales para lograr una muestra homogénea.
- **Residuos municipales:** La muestra se toma directamente del camión de recolección de residuos, sin ningún tipo de separación previa y para que sea homogénea se patea en diferentes puntos del mismo. Por tal motivo para la realización en un municipio o barrio es necesario conocer los límites geográficos y sus características socio-económicas.
- **Residuos institucionales:** Es importante conocer la producción semanal de los residuos y la población, la muestra será de forma representativa del centro de acopio o del sitio de almacenamiento del que se disponga. (Castro, 2020)

#### **2.1.6. Ley 217**

La ley especial de delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, lucha por la coexistencia del ser humano y el medio ambiente, mediante la tipificación de delitos que atente con el bienestar ambiental, su creación es un método de frenar el avance acelerado de la degradación y pérdida de nuestro ecosistema.

#### **2.1.6.1. Contaminación del suelo.**

Las personas naturales o jurídicas que sin ninguna autorización de la autoridad competente realicen directa o indirectamente o autoricen y permitan el descargue, deposito o infiltración, de agua residuales, líquidos o materiales químicos o biológicos, por los que se ocasione o se pueda ocasionar inminente daño a la salud, a los recursos naturales, la biodiversidad, calidad del agua o los ecosistemas en general se les impondrá una pena de 6 a 5 años de prisión y una multa equivalente a 5 mil dólares. (LA GACETA, 2014)

#### **2.1.6.2. Contaminación del agua.**

La misma pena del artículo anterior se impondrá a las personas naturales o jurídicas que sin ninguna autorización, realicen de manera directa o indirecta o autoricen y permitan el descargue de materiales contaminantes en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua, que ocasionen o puedan ocasionar daño inminente en la salud de las personas y a los recursos naturales. (LA GACETA, 2014)

#### **2.1.6.3. Contaminación atmosférica.**

El que, de forma dolosa sin la autorización correspondiente de la autoridad competente, mediante el uso o la quema de materiales sólidos y líquidos, genere o descargue emisiones puntuales o continuas que contaminen la atmosfera con gases, humos, polvo. o contaminantes que ocasione daño a la salud de las personas, a los recursos naturales, la biodiversidad o a los ecosistemas, se le impondrá la pena señalada en el artículo anterior.

#### **2.1.6.4. De los residuos sólidos (art. 12).**

Las personas que de forma dolosa y sin la autorización correspondiente arrojen cualquier clase de basura o residuos degradables o no biodegradables de cualquier naturaleza a cauces pluviales, quebradas, ríos, lagos, lagunas, esteros, cañadas, predios vacíos, vías públicas, plazas, parques, áreas verdes, playas cualquier otro lugar no autorizado para ese fin y que cause o pueda causar inminentemente graves daños a la salud o al medio ambiente, será sancionado con multa equivalente en córdobas entre 50 y un mil dólares.

En el caso de que sea una persona jurídica la multa será el equivalente en córdobas entre 5 mil dólares y 50 mil, en caso de no pagar la multa se impondrá prisión de entre 6 meses y un año. (LA GACETA, 2014)

#### **2.1.6.5. Alteración del paisaje (art. 40).**

La alteración significativa o perturbadora del entorno o paisaje natural urbano o rural, de su perspectiva, belleza y visibilidad panorámica, mediante modificaciones en el terreno, construcciones de diferentes naturalezas, rótulos o anuncios de propaganda. El reglamento de esta ley podrá establecer otros valores guías no contemplados en esta disposición, que deberán ser observados. El incumplimiento de lo antes señalado será sancionado de conformidad a las penas señaladas en el art. 9 de la presente ley. (LA GACETA, 2014)

#### **2.1.7. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05 014-02**

Esta norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas que deben cumplirse, en la ejecución de proyectos y actividades de gestión, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos y el reciclaje, a fin de proteger el medio ambiente. (MARENA, 2010)

##### **2.1.7.1. Ámbito de aplicación.**

Esta norma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas, que realicen actividades de gestión, manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos y de reciclaje. (MARENA, 2010)

##### **2.1.7.2. Definición de términos.**

Sin perjuicio de la definición de términos contenidas en las NTON 05 014-02 vigentes, las Políticas nacionales aplicables, en particular, la Política nacional de gestión de residuos sólidos no peligrosos y la Política nacional de producción más limpia, así como, las definiciones consignadas en las normas jurídicas ambientales y sanitarias nacionales aplicables, para efectos de la presente NTON se entenderá por:

1. Botadero: Sitio donde se disponen los desechos sólidos sin ningún tratamiento.
2. Almacenamiento: acción de retener temporalmente los desechos sólidos, previo a su entrega al servicio de recolección para su posterior valorización o disposición final.
3. Clasificación: seleccionar o separar diversos componentes de los desechos sólidos, normalmente de forma manual.
4. Compost: Material que se genera a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como mejorador del suelo agrícola, parques y jardines, y recuperación de tierras no fértiles.
5. Desechos Sólidos Domésticos: Aquellos desechos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.
6. Densidad de residuos: Es la relación que existe entre peso de los desechos y el volumen que ocupan, se expresa en  $\text{kg/m}^3$ .
7. Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente los residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.
8. Frecuencia de recolección: Número de veces que recolectan los desechos sólidos en un mismo lugar en un tiempo determinado.
9. Lixiviados: Líquido maloliente producto de la descomposición o putrefacción natural de los residuos sólidos con gran concentración de contaminantes, incluyendo el agua pluvial que se infiltra a través de la basura.
10. Manejo: Conjunto de operaciones necesarias para la adecuada gestión de los Desechos Sólidos No Peligrosos, separadas en dos grandes grupos: 1) Reciclaje y 2) Manejo Externo. El Manejo externo incluye: a) Transporte, b) Tratamiento, c) Recuperación y d) Disposición Final de los residuos sólidos no peligrosos.

El manejo de los residuos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades (MARENA, 2010):

1. Recolección.
2. Segregación.

3. Clasificación.
4. Almacenamiento.
5. Transporte.
6. Tratamiento.
7. Recuperación.
8. Disposición final.

## **2.2. Antecedentes**

### ***Internacionales***

En 2019, en Perú, Flores y Ramos, realizaron un análisis del método de cuarteo, en el cual se compilaron los beneficios y aplicaciones del método, además de una breve descripción de su correcta aplicación, con el fin de facilitar la determinación de los residuos en la empresa NISS MOTORS S.A. analizando los residuos generados durante dos días, utilizando los métodos adecuados de protección. Con la caracterización de los residuos y la determinación de variantes como peso y volumen fue posible la aplicación de un óptimo plan de gestión de residuos sólidos, capaz de dar solución a la problemática provocada por los residuos de la empresa. (Flores & Carolina, 2019)

En 2014, en Venezuela, Sáenz realizó un informe sobre el manejo de los residuos sólidos, en América latina y el caribe, según su trabajo los residuos han generado un problema debido a los altos volúmenes que se generan a diario y un mal manejo de los mismos; con el fin de describir la situación actual del manejo de residuos sólidos en América latina y el caribe, empleo la investigación documental de artículos científicos y se contrastaron las realidades encontradas por los distintos autores, encontrándose que el manejo de residuos se encuentra en un estado incipiente para ser considerado como integral y sustentable, además las mejoras en el manejo de los residuos sólidos en América latina y el caribe depende en gran medida de los esfuerzos y la buena voluntad de sus gobernantes. (Sáenz, 2014)

Durante el 2019, en Costa Rica, Pon, realizó un taller regional, con el fin de determinar los instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo, dicho documento compila la problemática de la gestión de los residuos, definiciones y tipos de residuos, así como, el ciclo de gestión de residuos. Concluyo que para mantener las cantidades de residuos bajo control es necesaria una gestión adecuada de residuos sólidos y que la aplicación de una economía circular en lugar de la lineal tiene beneficios como un alto enfoque en la prevención de residuos y en el cierre de ciclos. (Pon, 2019)

### ***Nacionales***

En 2007, en Managua, Olivar y Rizo, describieron las condiciones técnicas, económicas y ambientales para la rehabilitación y ampliación del relleno sanitario municipal de mateare, en el documento se hace mención del único botadero existente en el municipio, el cual funciona a cielo abierto con muy pocas medidas de gestión de residuos, llegando a la conclusión que, aunque ambientalmente lo más recomendable es la operación de un relleno sanitario, debido a la insostenibilidad financiera del servicio y la falta de recursos técnicos y humanos, difícilmente la alcaldía de Mateare podría operar en estos momentos el sitio como un relleno sanitario. (Olivar & Rizo, 2007)

En el 2015, Managua, Hernández y Rodríguez valoraron la dinámica de los residuos sólidos en el municipio de Mateare y el impacto socioeconómico que genera en la población. Para tal fin analizaron los desechos sólidos y las características socio-económicas de la población. Concluyendo que el índice per cápita de residuos sólidos es de 0,56 Kg/día, siendo la materia orgánica el principal material al momento de recolectar los residuos esto producto de las actividades económicas realizadas por la población. (Hernández & Rodríguez, 2015)

En 2016, en Estelí, Vargas realizo una guía para el tratamiento de los residuos sólidos. La investigación fue una financiación del fondo suizo, en el marco de la integración de la gestión de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático, esto en cooperación con la UNAN-Managua, se abordan los riesgos y desastres más significativos, es un material de apoyo para la educación superior con el fin de colaborar en la formación de profesionales capacitados para enfrentar las consecuencias del cambio climático así como la gestión de los residuos con el fin de mitigar las consecuencias ambientales. (Vargas, 2016)

En 2017, en Managua Paz y Miranda realizaron una investigación sobre el impacto de los desechos sólidos en el ambiente y la salud de la población, en la investigación se analiza el agudo incremento de la problemática creada producto de los residuos sólidos, analizando a su vez las repercusiones en el ser humano una mala gestión y disposición final de los residuos sólidos. La investigación también abordó la problemática ambiental y se concluyó con acciones a implementar que ayuden a mitigar las consecuencias de un mal manejo de los desperdicios, esto con el fin de reducir los posibles daños hacia la salud humana y sostenibilidad en la naturaleza. (Paz & Miranda, 2017)

En 2019, Managua, Rojas diseñó un plan de gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Mateare, con el propósito de mejorar la prestación del servicio público de limpieza esto de acuerdo con la capacidad financiera de la municipalidad, se recolectaron datos relacionados al volumen per cápita, origen y naturaleza de los residuos, con el fin de crear un plan personalizado que cubriera las necesidades de recolección considerando la cantidad y naturaleza de los residuos, así como la infraestructura necesaria para su debido manejo, identificando en el proceso la situación basal de la generación y manejo de residuos. (Rojas, 2019)



### **2.3. Preguntas directrices**

1. ¿Cuáles son los aspectos socio-económicos de los habitantes del Barrio Galiza?
2. ¿Cómo se lleva el a cabo el manejo actual de los residuos sólidos urbanos y su efecto socio-económico en los habitantes del Barrio Galiza?
3. ¿Cuál es el volumen per cápita de residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza?
4. ¿Cuáles son los tipos de residuos sólidos urbanos que genera la población del Barrio Galiza?
5. ¿Cuál sería el aprovechamiento de los residuos sólidos del barrio en estudio en base a su naturaleza?

# Capítulo III



### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.**

El ámbito de estudio a nivel geográfico corresponde al Municipio de Mateare en el Departamento de Managua, la muestra se tomará del Barrio Galiza costado sur.

#### **Descripción geográfica:**

Mateare se ubica a 25 km de la ciudad de Managua, con una extensión territorial de 297,4 km<sup>2</sup>. Este municipio forma parte de los ocho municipios del departamento de Managua (Hernández & Rodríguez, 2015). Los límites son:

**Al Norte:** lago Xolotlán

**Al Sur:** Municipio de Villa Carlos Fonseca

**Al Este:** Municipio de Managua y Ciudad Sandino

**Al Oeste:** Municipio de Nagarote

#### **Aspectos geológicos y geomorfológicos:**

Este municipio surge de una plataforma poco profunda de 12,6 km<sup>2</sup>, se caracteriza por presentar una fisionomía conformada por planicies, montañas y zonas costeras de estuarios. El suelo del municipio posee suelos franco-arenosos de mediana profundidad con exposición dispersas de rocas, con un espesor de 2,5 metros. (Hernández & Rodríguez, 2015)

#### **Ámbito académico:**

Desde el punto de vista académico la investigación está definida por las líneas de investigación de la carrera de Química Ambiental del Departamento de Química, UNAN, Managua. Por lo que se describe que el tema de investigación se encuentra dentro del **Área Académica: Administrativa; Línea de Investigación: Evaluación de Impacto Ambiental y Tema de interés: Diseño, desarrollo e implementación de programas de gestión ambiental.**

### **3.1.2. Tipo de estudio**

De acuerdo al nivel inicial del conocimiento es una investigación del tipo *exploratorio*, dado que, aunque existen antecedentes que hacen referencia a la gestión de residuos en el municipio de Mateare, aun no existe ninguno que aborde de manera concreta el barrio Galiza, (Canales, Alvarado, & Pineda, 1996)

Partiendo de la exploración se procede como nivel de alcance o profundidad de conocimiento a la *descripción* (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014) de las características etnográficas, socio-económicas y análisis cuantitativos y cualitativos de los residuos con el propósito de clasificar aquellos generados por la población para proponer un tratamiento de los residuos sólidos del lugar. Por esta razón desde el punto de vista de recolección de la información el estudio corresponde a un *prospectivo* y en base al tiempo de ejecución es de *corte transversal*. (Piura López, 2012)

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población.**

La población en cuestión corresponde al Municipio de Mateare, ubicado en el Departamento de Managua, carretera vieja a León km 25.

### **3.2.2. Muestra.**

Se aislará de la población para funcionar como muestra (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014) un asentamiento ubicado en el Barrio Galiza con coordenadas, 12°14'09"N86°25'49"O y una población de 320 habitante distribuidos en 50 hogares. (Anexo 4, Imagen A4.2).

### **3.2.2.1. Criterios de inclusión.**

Serán tomados como muestra los residuos generados por los habitantes del sector del barrio Galiza seleccionado, es decir todos los residuos urbanos del botadero clandestino.

### **3.2.2.2. Criterios de exclusión.**

Los residuos en estudio son los residuos urbanos, están fuera del interés de esta investigación los residuos agrícolas, o producto de la crianza de ganado, cerdos y aves de corral, estas últimas cuando su número exceda los 20 ejemplares.

## **3.3. Identificación de las variables**

### **3.3.1. Variables independientes**

1. Aspectos socio-económicos de los habitantes del barrio Galiza.
2. Generación per cápita de los residuos sólidos.
3. Tipo de residuos encontrado en el botadero clandestino.

### **3.3.2. Variables dependientes.**

1. Recolección, disposición y aprovechamiento de los residuos sólidos del barrio Galiza.

## **3.4. Materiales**

### **3.4.1. Materiales para recolectar la información.**

1. Fichas de artículos científicos.
2. Normativas nacionales e internacionales.
3. Seminarios y tesis relacionadas con el tema de investigación.
4. Cámaras Fotográficas.
5. Encuestas.

### **3.3.2. Materiales para procesar la información.**

1. Excel 2013.
2. Microsoft Word 2013.
3. Adobe Reader 2013.
4. Google Eart pro.
5. Computadora.

### **3.5. Método**

#### **3.5.1. Método de investigación.**

El enfoque de la investigación es cualitativo, empleado herramienta cuantitativa. El método corresponde al observacional con participación directa para ejecutar la investigación y manipular las variables, además se emplea un estudio socio-económico para analizar el nivel académico y los ingresos de la población perteneciente a la muestra. (Piura López, 2012)

#### **3.5.2. Diario de campo.**

El diario de campo es una herramienta en investigación cualitativa que permite realizar anotaciones durante el proceso de observación de la muestra en estudio, se utilizó para poder comprender el comportamiento de la población en la generación de residuo, las actividades que realizan y llevar registro de los acontecimientos y fase de campo. Además de este diario de campo se emplearon dos fichas de recolección de información, las cuales son: *Ficha de recolección de datos y ficha de clasificación de residuos.*

#### **3.5.3. Encuesta.**

La encuesta se realizó con el fin de recopilar la información concerniente a las características socio-económicas de la población en estudio, ejecutándose una visita casa a casa en los hogares que están dentro de la zona en estudio, se entregó una encuesta con 10 preguntas (Anexo 1) a cada miembro del hogar que tuviera una edad mayor a los 18 años. En las que se analizaba principalmente el nivel económico, académico y condiciones de salud de los pobladores, y, a su vez, conocer su disponibilidad para brindar información sobre la composición, volumen y naturaleza de los residuos generados en los hogares visitados.

#### **3.5.4. Recolección de residuos sólidos.**

La recolección dio inicio el lunes 9 de mayo y finalizó el viernes 3 de junio, el periodo de recolección comprende desde el día 9 de mayo en que fueron distribuidas las bolsas para la recolección, hasta el día viernes 3 de junio, destinado a la última recolección, previo a la última colecta de residuos. Cada día se hacía entrega de una nueva bolsa para el almacenamiento de los residuos, tomando como horario de 10:00 a.m. a 12:00 m.d. El análisis de las muestras fue llevado a cabo en el patio de una vivienda con dimensiones de 10x40 metros, para la manipulación de los residuos.

Con el fin de definir el volumen per cápita, naturaleza de residuos, además de su masa y densidad, se llevó a cabo el método de cuarteo, este es un método muy conocido y aplicado, debido a la información que es capaz de brindar con un bajo costo, ya que no se necesita un número muy amplio de personal y las herramientas son de fácil adquisición, por otra parte, resulta muy conveniente por su fiabilidad y precisión.

#### **3.5.5. Método de cuarteo.**

Una vez elegida la población en estudio se procede a la caracterización de los residuos, posterior a su recolección, es necesario ubicar un lugar al aire libre, amplio y plano, que este alejado de la población con el fin de no incomodar, a continuación, los pasos a seguir:

##### **3.5.5.1. Materiales y equipo:**

1. Pesa.
2. Mascarilla.
3. Guantes.
4. Escoba.
5. Botas.
6. Bolsas de polietileno.

### **3.5.5.2. Procedimiento.**

#### ***Paso 1***

Los residuos recolectados de los hogares son depositados todos juntos en una superficie plana y limpia (para mayor comodidad y fines prácticos se utilizó plástico de 2×2metros), con la ayuda de un rastrillo se procede a la mezcla del residuo, dado que es necesario conseguir la mayor homogeneidad posible.

#### ***Paso 2***

Se traza un círculo con 1,5 metros de radio y se subdivide en cuatro cuadrantes de igual área, las divisiones de las áreas serán denominadas sector A, B, C y D correspondientemente. Se depositan todos los residuos recolectados en el centro del círculo, procurando esparcirlos de manera homogénea, para esto se puede recurrir al uso de rastrillos.

#### ***Paso 3***

Se realiza una selección de sectores al azar, es recomendable que estos sean de lados opuestos, mientras las dos áreas no seleccionadas son desechadas, con las restantes se repite el proceso hasta obtener una cantidad no menor de 10 kg, con esto último se estudian las características de los residuos.

#### ***Paso 4***

Los residuos extraídos de la muestra en la primera fase son los utilizados para el cálculo del volumen per cápita, pesando los residuos para calcular el volumen mediante la ecuación 1.

#### ***Paso 5***

Los residuos restantes son colocados en recipientes de un volumen previamente medido, se pesa el recipiente vacío y luego lleno, la diferencia será el peso de los residuos, aplicando la ecuación número 2 se conoce la densidad de los residuos.



**Paso 6**

La caracterización de los residuos se hace manual, separándolos en bolsas. Caracterización es el término utilizado para describir el tipo de elementos que componen el flujo de residuos y su distribución relativa basándose en porcentaje por su peso. Para la programación de un plan de tratamiento de residuos sólidos es necesario conocer la composición de los residuos sólidos con el fin de evaluar la necesidad de equipo y el tipo de tratamiento.

**3.5.6. Generación per cápita.**

Para calcular la generación per cápita de residuos urbanos generados se emplea la siguiente ecuación:

$$ppc \left( \frac{kg}{\frac{hab}{dia}} \right) = \frac{1}{7} x \left( \frac{A}{B} \right) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

ppc = Peso per cápita (kg de residuo generado por habitante al día).

A = Peso en kg a la semana.

B = Número de habitantes en la zona.

**3.5.7. Volumen.**

La ecuación para encontrar el volumen de los residuos es:

$$V = \frac{h \cdot \pi \cdot r^2}{4} \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

V= volumen.

h = altura ocupada por los residuos en el barril.

$\pi = 3,1416$ .

$r^2$  = radio del diámetro del barril. (Mora, 2020)

### **3.5.8. Densidad.**

La ecuación utilizada para encontrar la densidad de los residuos es:

$$\left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{pb \text{ lleno}(kg) - pb \text{ vacío}(kg)}{V_b(m^3)} \quad \text{Ec.3}$$

Dónde:

$p_b$  lleno= peso del barril lleno (kg)

$P_b$  vacío= peso del barril vacío (kg)

$V_b$ = volumen del barril ( $m^3$ ).

### **3.5.9. Clasificación.**

La ecuación para clasificar los residuos se presenta a continuación:

$$ps = \left(\frac{G_1}{G}\right) \times 100 \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

$Ps$ =porcentaje del subproducto considerado.

$G_1$ = peso del subproducto considerado, en kg, descontando el peso del recipiente usado para su pesaje.

$G$ = peso total de la muestra (mínimo 10 kg).

# Capítulo IV



## 4.1. Análisis de resultados

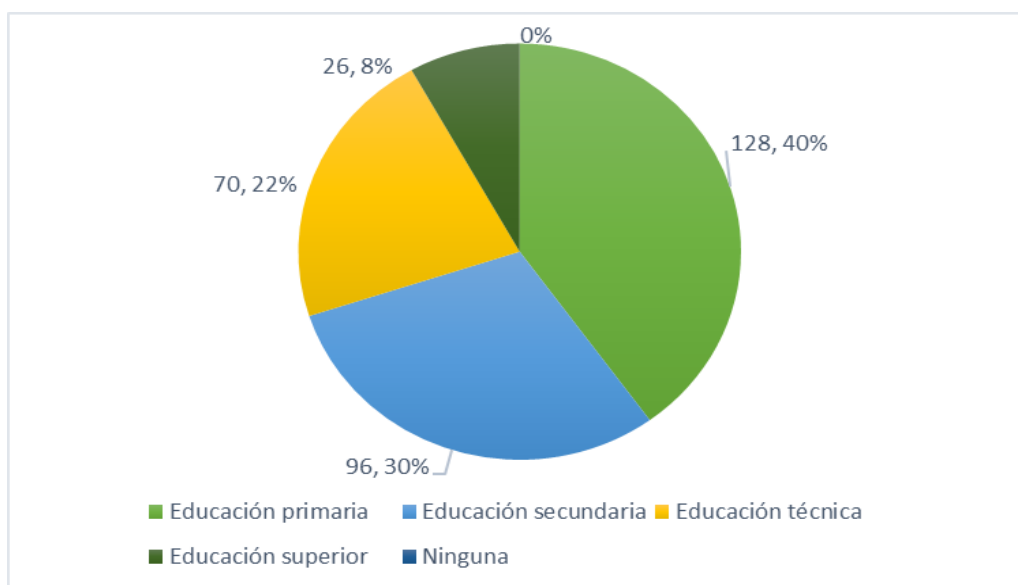
Para obtener los datos se realizaron visitas casa a casa en la zona en estudio la cual abarcaba 50 hogares la recolección de datos se llevó a cabo con el método de cuarteo, para determinar el tipo y cantidad de residuos, por otro lado, los aspectos socio-económicos fueron analizados a partir de encuestas. El muestreo fue del tipo deliberado, ya que, para el estudio se eligió esta fracción del barrio Galiza debido a su problemática con los residuos sólidos.

En el muestreo los residuos se recolectaron en bolsas (previamente facilitadas) con una enumeración correspondiente al de la vivienda, la recolección se hizo durante 4 semanas, con 3 días de diferencia en cada recolección.

### 4.1.1. Aspectos socio-económicos

Con el fin de determinar las características socio-económicas y nivel de educación fue realizada una encuesta con la que se pretende conocer puntos importantes para la realización de un adecuado plan de tratamiento. En las gráficas 4.1 y 4.2 se presenta el resultado de la escolaridad e ingresos económicos de los habitantes de la zona de estudio.

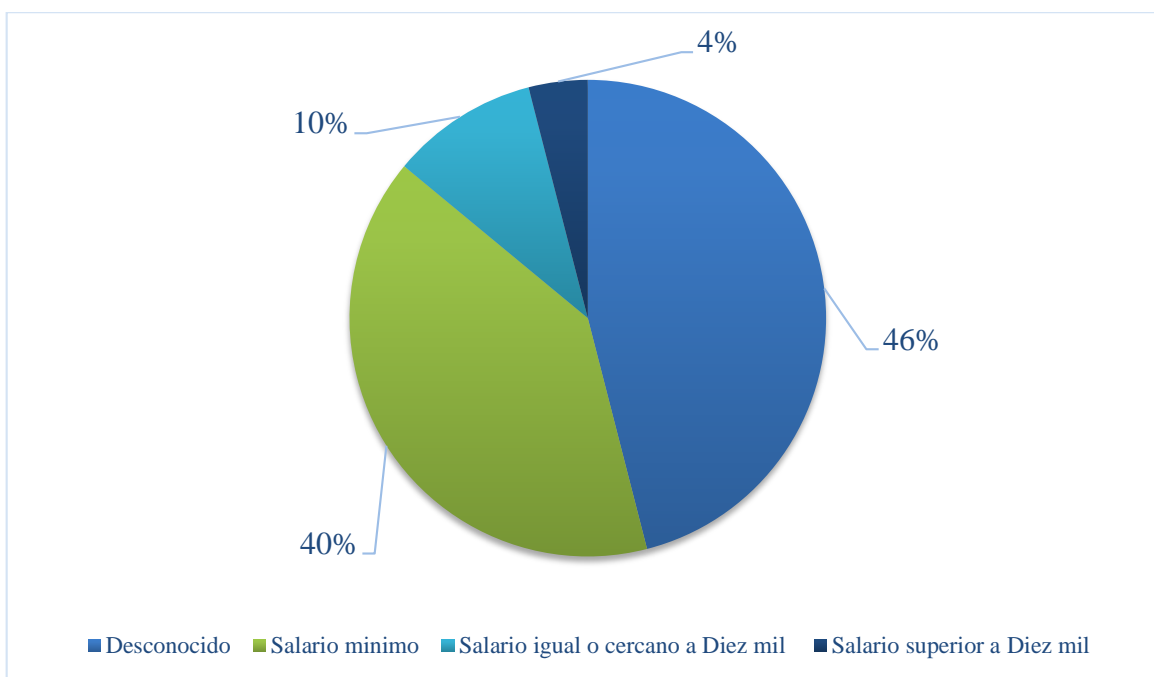
**Gráfica 4.1. Nivel académico de la población en estudio.**



En la población no se encuentran casos de analfabetismo, sin embargo, muchos de sus pobladores están en edad escolar (entre 5 y 17 años) como consecuencia el nivel académico es bajo. La población mayor de edad asegura no haber contado con la facilidad de recibir educación durante su juventud, ya que gran parte de la población se dedica desde muy joven al comercio.

La encuesta reveló que apenas un 8% de una población de 320 habitantes ha cursado estudios en la universidad, en contraste un 40% de la población tiene únicamente educación primaria.

**Gráfica 4.2. Ingresos económicos promedio de la población en estudio.**



Se hace mención a salario desconocido, dado que la gran mayoría de la población se dedica a trabajos informales (comercialización de productos alimenticios como cosa de horno, hojaldra, tajadas de plátano, etc.) y muy pocos llevan una cuenta de las estimaciones de sus ingresos. El 40% de ingresos corresponde al salario mínimo, en su mayoría de trabajadores de las 3 maquilas ubicadas en el municipio de Mateare.

A partir de estos datos podemos planear las estrategias de concientización y los posibles temas a abarcar durante las charlas y demás medios de divulgación. Por otra parte, la cantidad y tipo de residuos van de la mano de los ingresos económicos de un hogar, por tal razón se tomó en cuenta los ingresos económicos de los hogares. Como nota especial, se toman como salario desconocido el de aquellas personas que trabajan de manera independiente, la mayoría de los trabajos de la zona están relacionados con el comercio o trabajos de una jornada, como limpieza de maleza, repostado o albañilería.

#### **4.1.2. Generación de residuos sólidos urbanos per cápita del Barrio Galiza.**

Se procede a medir el peso de los residuos para el cálculo del volumen per cápita, este valor es obtenido al dividir el peso de los residuos entre el número de habitantes de la muestra, las unidades de medida están dadas en kg/habitantes/día. El conocimiento de la producción de residuos permite:

1. Seleccionar el equipo de recolección más adecuado.
2. Cantidad de personal.
3. Rutas.
4. Frecuencia de recolección.
5. Área para disposición final.
6. Costos.

Con este análisis se encuentra la relación existente entre la sumatoria de todas las masas y el número de habitante de la muestra en estudio, esto dividido entre 7 con el fin de cuantificar un aproximado a la producción de residuos, a esto lo denominamos generación de residuos sólidos urbanos per cápita dado en kg/día/habitante. Se realizaron recolecciones en dos días diferentes, miércoles y sábados, los cuales son denominados por primera recolección y segunda recolección, durante 4 semanas. Por lo que en base a cada semana se suman el peso de residuos proporcionados por los habitantes y se realiza el cálculo de la generación per cápita semanal.

El análisis de los datos se lleva a cabo a partir de la ecuación 1. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo para el peso per cápita de la semana 1:

$$ppc \left( \frac{kg}{hab} \right) = \frac{1}{7} x \left( \frac{A}{B} \right)$$

$$ppc \left( \frac{kg}{hab} \right) = \frac{1 \text{ semana}}{7 \text{ días}} x \frac{65,6 \frac{kg}{semana}}{320 \text{ hab}}$$

$$ppc \left( \frac{kg}{hab} \right) = \frac{1 \text{ semana}}{7 \text{ días}} x 0,205 \frac{kg}{semana \cdot hab}$$

$$ppc \left( \frac{kg}{hab} \right) = \frac{0,205 \frac{kg}{hab}}{7 \text{ días}}$$

$$ppc = 0,029285714 \frac{kg}{hab} \text{ día}$$

**Tabla 4.1.**

*Valores recolectados del peso per cápita.*

Semana	Casas Muestreadas	Número de habitante	Peso de la muestra (kg/día)	Peso per cápita (kg/día/habitante)	
1	Primera recolección	50	320	35,4	0,029285714
	Segunda recolección	50	320	30,2	
2	Primera recolección	50	320	17,48	0,021732143
	Segunda recolección	50	320	31,2	
3	Primera recolección	50	320	28,2	0,019348214

	Segunda recolección	50	320	15,14	
4	Primera recolección	50	320	25,3	
	Segunda recolección	50	320	36,12	0,027419643
	<b>Total</b>			219,04	0,097785714

Durante las recolecciones realizadas desde el 9 de mayo hasta el 6 de junio las variaciones en los residuos se deben al movimiento económico de la zona de la semana podemos notar un aumento en los residuos en las semanas 1 y 4, que podría explicarse con su cercanía en fechas de cobro de salario, lo que a su vez supone un ingreso económico para los pequeños comerciantes de la zona, por lo tanto, se aumenta su producción de residuos.

Ahora bien, para conocer el índice per cápita de generación de residuos, solamente se divide la cantidad de residuos generados durante el tiempo de estudio entre el número de habitantes que contemplan la muestra, el resultado es:

$$\text{Índice per cápita} = 219,04 \text{ kg}/320 \text{ hab}$$

$$\text{Índice per cápita} = 0,68 \text{ kg}/\text{hab}$$

Este valor es superior al encontrado en una población diferente del mismo municipio en el trabajo investigativo de Hernández y Rodríguez, con un índice per cápita de 0,56 kg/día/hab (Hernández & Rodríguez, 2015), las variaciones son producto del tamaño de la muestra, así como la actividad económica de la población en estudio, siendo la población del presente estudio de características mayoritariamente rural desde el punto de vista económico, afectando esta variable a la caracterización y volumen de los residuos.

Conociendo el peso per cápita se procede a calcular el volumen in situ generado por los habitantes correspondientes a la muestra de estudio, durante las 4 semanas de muestreo. Empleando la ecuación 2, a continuación, se presenta el ejemplo para el cálculo de la primera semana:



$$V = \frac{h \cdot \pi \cdot r^2}{4}$$

$$V = \frac{456 \text{ cm} \cdot \pi \cdot 14 \text{ cm}^2}{4} * 0,000001 \text{ m}^3$$

$$V = 0,07 \text{ m}^3$$

**Tabla 4.2.**

*Volumen in situ.*

Semana	Peso de la muestra (kg/día)	Radio del barril (cm)	Altura del barril (cm)	Número de barriles	Altura de residuos (cm)	Volumen in situ (m <sup>3</sup> /semanal)
1	Primera recolección	35,4	14	38	7	0,07
	Segunda recolección	30,2	14	38	5	
2	Primera recolección	17,48	14	38	3	0,06
	Segunda recolección	31,2	14	38	6	
3	Primera recolección	28,2	14	38	4	0,03
	Segunda recolección	15,1 4	14	38	2	
4	Primera recolección	25,3	14	38	3,5	0,07
	Segunda recolección	36,12	14	38	8	
<b>Total</b>						0,23

En la tabla 4.2 se corroboran los resultados del peso de residuos recolectados, siendo la producción volumétrica mayor en las semanas 1 y 4, se puede afirmar que, durante los días de pago, la generación de residuos aumenta.

### 4.1.3. Densidad de los residuos

Para el análisis de residuos domiciliarios sin compactar, se deberá tener sumo cuidado y utilizar material de protección y las medidas correspondientes, en Nicaragua éstas son dictadas por las NTON 05 014-02, su cálculo se realiza con los residuos descartados en el primer cuarteo.

En un análisis a gran escala se pesaron en recipientes y es necesario tarar el por diferencia el peso del recipiente que contiene los residuos, sin embargo, este estudio se realizó con balanzas y se utilizó sacos de nylon por lo cual no fue necesario.

El saco fue llenado hasta capacidad, golpeando en el suelo con el fin de asegurar ocupar cualquier espacio vacío, sin embargo, se evita presionar o compactar los residuos. Se debe obtener el peso neta de los residuos, en este caso tuvo que hacerse varias mediciones por limitaciones de las balanzas, aunque lo más recomendable es hacer el menor número de mediciones con el fin evitar sesgos. El análisis de los datos se lleva a cabo a partir de la ecuación 3. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo para la densidad de los residuos.

$$d = \frac{p}{v}$$

$$d = \frac{45,12Kg}{0,05m^3}$$

$$d = 902,4 Kkg/m^3$$

**Tabla 4.2.**

*Valores de densidad de los residuos.*

Semana	Recolección	Casas Muestreadas	Número de habitante	Masa de los residuos (kg)	Promedio De volumen in situ m <sup>3</sup> /semana	Densidad in situ kg/m <sup>3</sup>
1	Primera recolección	50	320	45,12	0,05	902,4

	Segunda recolección	50	320	40,22	0,05	804,4
2	Primera recolección	50	320	13,20	0,05	264
	Segunda recolección	50	320	38,16	0,05	763,2
3	Primera recolección	50	320	26,84	0,05	536,8
	Segunda recolección	50	320	12,50	0,05	250
4	Primera recolección	50	320	30,12	0,05	602,4
	Segunda recolección	50	320	46,34	0,05	926,8
<b>Total</b>				252,5	0,05	4237,84

En la presente tabla se puede observar el comportamiento de los residuos de la zona en estudio, como se puede apreciar los residuos aumentaron durante la segunda recolección de la última semana, esto producto de la festividad del día de las madres.

Conociéndolo el valor de la densidad de los residuos se crean las posibles rutas del camión recolector, por la disposición de los hogares (anexo A4.2.) la ruta sería en línea recta, sin embargo, es necesaria la inversión en las calles para garantizar la entrada de los camiones recolectores de residuos.

#### **4.1.4. Caracterización de los residuos.**

Con el fin de obtener una muestra más representativa de la clasificación de los residuos sólidos domiciliarios del barrio Galiza, se utilizó la sumatoria todo el peso de la muestra recolectada, para esto, se procede a la selección manual, utilizando bolsas para su separación. Al completar la clasificación los residuos se separan y se pesan por separado anotando la clasificación y el peso de cada una. El análisis de los datos se llevó a cabo a partir de la ecuación 4. A continuación se presenta un ejemplo de cálculo para la clasificación de los residuos.

$$ps = \left(\frac{G1}{G}\right) \times 100$$

$$ps = \frac{6Kg}{12Kg} \times 100$$

$$ps = 50\%$$

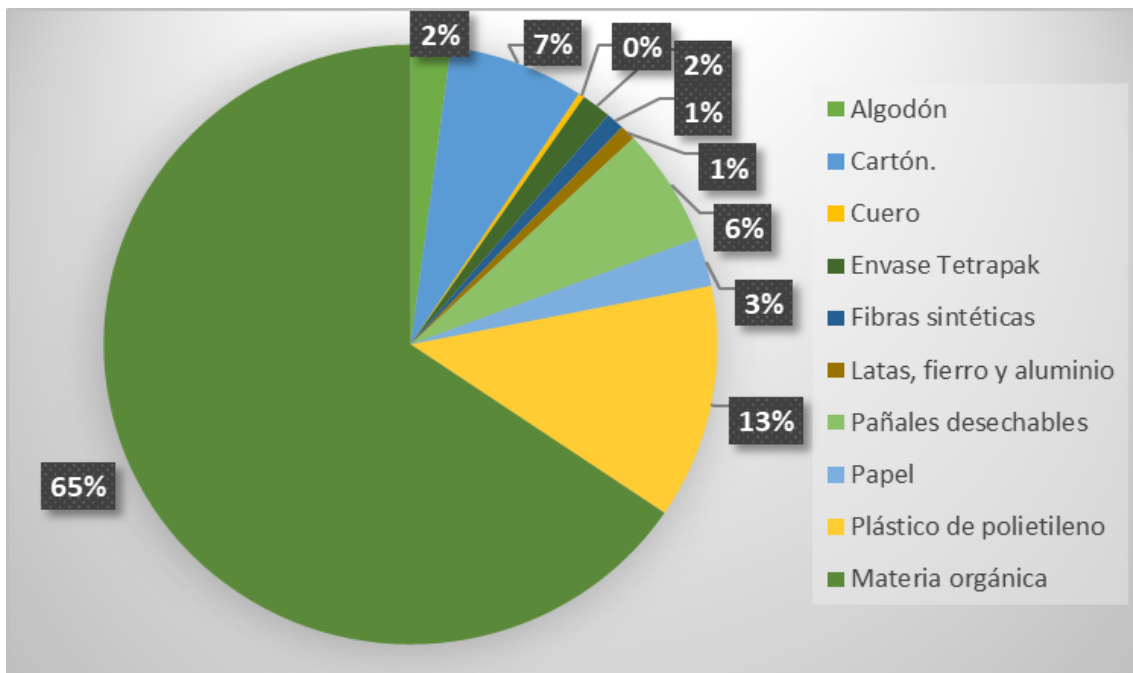
Este dato fue extraído de la primera recolección de residuos, mostrando un 50% de residuos en esta etapa de recolección. La tabla 4.3. hace referencia a valores promedio de las clasificaciones de las 4 semanas de recolección de residuos.

**Tabla 4.3.**

*Valores promedio de la clasificación de residuos.*

Tipo de residuo	Masa de los residuos (Kg)	Porcentaje %
Algodón	9,09	1,92
Cartón.	30,90	6,55
Cuero	1,36	0,28
Envase Tetrapak	6,8	1,4
Fibras sintéticas	43,18	9,16
Latas, fierro y aluminio	3,6	0,77
Pañales desechables	27,27	5,7
Papel	11,36	2,41
Plástico de polietileno	54,54	11,57
Materia orgánica	283,18	60,07
<b>Total</b>	<b>471,28</b>	<b>100</b>

**Gráfica 4.3. Clasificación de residuos durante todo el estudio.**



La gráfica representa los valores recopilados de la caracterización de residuos durante las 4 semanas, el porcentaje más alto de residuos es el de materia orgánica, seguidos por plásticos de polietileno y fibras sintéticas, a partir de la clasificación se proceder a proponer los métodos más viables de tratamiento de residuos sólidos.

#### **4.1.5. Propuesta de tratamientos en base a las clasificaciones.**

##### **4.1.5.1. Compactación.**

Su uso sería de gran utilidad en desechos como pañales desechables envases Tetrapak, tomando en cuenta que aún no se encuentra un uso o medida de aprovechamiento para estos desechos, y, que su periodo de degradación es grande, lo más viable es la compactación para su posterior disposición en un punto de almacenamiento debidamente autorizado.

La compactación permitiría disminuir el volumen de los desechos y extender así la vida útil del botadero o relleno sanitario en el que se dispongan. Por otra parte, disminuiría los costos de transporte desde el primer punto de almacenamiento (donde se haga la clasificación de los residuos) hasta su disposición final.

#### **4.1.5.2. Relleno sanitario.**

Cumple con el objetivo de un adecuado punto de disposición de desechos, sin embargo, aplicándose únicamente a pañales desechables y envases Tetrapak, al no contar con una medida de aprovechamiento.

#### **4.1.5.3. Compostaje.**

Un alto porcentaje de los residuos es de tipo orgánico, por lo tanto, el compostaje, sería una medida de aprovechamiento de los residuos, que, con la debida guía puede llevarse a cabo desde los hogares, disminuyendo así los costos de operación.

#### **4.1.5.4. Reutilización.**

Con la reutilización se aprovecharían textiles de algodón y sintético y calzado, cuya vida útil aún no ha sido completada, o bien mediante manualidades generar nuevos productos.

#### **4.1.5.5. Reciclaje.**

Mediante el reciclaje se consigue la elaboración de nuevos productos, dando así una nueva utilidad a las botellas PET, cartón, latas, fierro, aluminio y papel, mediante el reciclaje mecánico post consumo, con el fin de salvar masa forestal de ser talada, reducir el consumo de agua en la manufactura desde cero y se evita la utilización de incineradoras.

# Capítulo V



## **5.1. Conclusiones**

Tomando en cuenta los objetivos planteados y los resultados de la muestra en estudio, se llegó a las presentes conclusiones:

1. En cuanto a las características socio-económicas de la zona, podemos decir que el asentamiento está en harás del crecimiento, aunque no exista el analfabetismo, el nivel académico es muy bajo, lo que a su vez interfiere en la economía del lugar, la gran mayoría de los pobladores se dedican a trabajos informales, más concretamente el comercio sin siquiera llevar un control de sus gastos e ingresos, lo cual limita a un más su crecimiento económico. De igual manera se encontró una relación en los ingresos con la producción de residuos y se encontró que la actividad económica interfiere directamente con la caracterización de los residuos,
2. En la actualidad no existe ningún tipo de manejo para los residuos sólidos generados en el barrio Galiza, los habitantes se deshacen de sus desperdicios arrojándolos directamente sobre un cauce, como consecuencia, en temporadas de lluvia la proliferación de moscas y otros insectos, provoca síntomas como malestares estomacales y respiratorios. La contaminación de los residuos incluye, suelo, agua, aire y visual, afectando a si directamente a los habitantes, es importante mencionar la cercanía de y hogares con el basurero, cada uno con menos de 3 metros de distancia.
3. Tras el estudio de los residuos se calculó un índice per cápita de 0,68 kg/habitante, el valor de este dato permitirá calcular en posteriores estudios la ruta del camión recolector de residuos en relación a su capacidad, así como la frecuencia de recolección.



4. Durante la caracterización de residuos se encontró que un 65% de los residuos corresponde a los residuos orgánicos. Por medio de la realización de una encuesta se conoció las actividades económicas de la población, basadas principalmente en la comercialización de alimentos, de manufactura propia, lo que explica la naturaleza de los residuos.
  
5. Tomando en cuenta la caracterización de residuos, se tomará como principal medida de tratamiento de residuos compostaje, sin embargo, es necesaria la aplicación de reciclaje y reutilización con el fin de garantizar el aprovechamiento del mayor número de residuos, para los residuos que no puedan ser aprovechados, se dispondrá como disposición final un relleno sanitario, que funcione de la mano con la compactación de los desechos.

## **5.2. Recomendaciones.**

Envase a los resultados obtenidos y el perfil de la investigación, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Es necesario tomar en cuenta el nivel académico de la población en estudio, para la realización de talleres, charlas o cualquier medio de divulgación, procurando un lenguaje sencillo y actividades llamativas que capten la atención del público. En la caracterización de residuos para su posterior reciclaje o compost, la población juega un papel importante, por lo tanto, algunos conceptos básicos deben ser muy bien compartidos, para asegurar un buen tratamiento de los residuos sólidos.
2. La manera más eficiente de disminuir los residuos sólidos y con ellos su problemática es no generándolos, desde el punto de vista medio ambiental, la prevención estará siempre antes del tratamiento, por lo cual, las charlas a la población deberán estar dirigidas a estrategias de reducción de residuos y aprovechamiento de los mismos mediante talleres de manualidades a base de material reciclado y/o reutilizado.
3. Debido al difícil acceso de camiones recolectores de residuos, con el fin de dar una pronta respuesta y evitar la proliferación de enfermedades por contacto de residuos, lo más viable es la disposición de contenedores, de acuerdo a las NTON 05 014-02, la recolección en estos casos se hará con maquinaria espacial por lo cual el acceso dejará de ser una limitante.
4. Un 65% de los residuos de la zona es orgánica; debido a la cercanía de la población con zonas rurales, los patios de las casas suelen ser grandes y son aprovechados para cultivos, con una capacitación adecuada la población puede aprender a reutilizar los residuos orgánicos para la elaboración de abono, disminuyendo así la cantidad de desechos.

### **5.3. Bibliografía**

- Ariel, V. (2020). *Plan nacional de gestion integral de residuos solidos urbanos* (106 ed.). Paraguay, Paraguay: Ministerios del ambiente y desarrollo sostenible. Recuperado el 20 de Mayo de 2022, de <https://www.mades.gov.py>
- Asamblea Nacional. (2005). *POLÍTICA NACIONAL SOBRE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Managua: La Gaceta Diario Oficial. Recuperado el 2 de Junio de 2022, de <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b34f77cd9d23625e06257265005d21fa/d132318726051846062570ab0064017d?OpenDocument>
- Bustos, C. (2019). *La problematica de los desechos solidos* (Vol. 27). Venezuela: Universidad de los Andes. Recuperado el 6 de Junio de 2022, de <http://www.researchgate.net>
- Canales, Alvarado, & Pineda. (1996). *Metodología de la investigación, Manual para el Desarrollo de personal de Salud*. OPS. Recuperado el 10 de Abril de 2019
- Castro, A. (julio-Diciembre de 2020). Guia para la cuantificacion y caracterizacion de desechos solidos. *UNMINUTO*, 15(29), 76-94. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://revistas.unminuto.edu>
- Ellis, m., & Gilberson, E. (1971). *Tratamiento y evacuacion de desechos solidos*. Ginebra, Ginebra: OMS. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <https://www.paho.org>
- EMGRIS. (Julio de 2018). La compactacion de residuos alarga la vida del relleno sanitario. *EMGRIS*, 22. Recuperado el 29 de Mayo de 2022, de <https://www.emgris.gob.ec>
- Flores, F., & Carolina, R. (2019). *Analisis por el metodo del cuarteo*. Arequipa, Arequipa. Recuperado el 18 de Junio de 2022, de <https://es.scribd.com>
- Galvis, J. (22 de Noviembre de 2016). Residuos solidos, problemas, principios basicos y algunas estrategias de solucion. *GESTIÓN & REGIÓN*(22), 7-28. Recuperado el 2 de Mayo de 2022, de <file:///C:/Users/QUIMICA/Downloads/149-Texto%20del%20art%C3%ADculo-253-1-10-20190525.pdf>
- Hernández, K., & Rodríguez, L. (2015). *Dinamica de los residuos solidos no peligrosos, en el vertedero municipal de mateare y su impacto socio-economico*. Managua: UNAN-Managua. Recuperado el 2 de junio de 2022
- Hernandez, R., Fernandez, F., & Baptista, P. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- HOLCIM. (2022). *Planta de tratamiento de aguas residuales de Managua*. HOLCIM.
- Jóse, L. (2008). Reducir, Reutilizar, Reciclar. *Ciencia y Cultura*, 15(069), 45-48. Recuperado el 7 de junio de 2022, de <https://redalyc.uaemex.mx>
- LA GACETA. (2014). *ley especial de delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales*. Managua: LA GACETA. Recuperado el 25 de Mayo de 2022, de <https://observatorio.cepal.org>
- Lacayo, M. (13 de Enero de 2021). *Repositorio UNAN-Managua*. Recuperado el 12 de Junio de 2022, de Repositorio UNAN-Managua: <https://Repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14032>
- MARENA. (2010). *Norma tecnica oblogatoria Nicaraguense ambiental para la gestion integral de los residuos solidos no peligrosos y el reciclaje 05 014-02*. MARENA. Managua: CCAD. Recuperado el 26 de Mayo de 2022, de <https/legislacio.asamblea.gob.ni>
- Margarita, C. (Noviembre de 2011). *Tratamiento de Lixiviados en el relleno sanitario de la ciudad de Chihuahua, Mexico*. Recuperado el 7 de Junio de 2022, de [Cima: https://cimav.repositorioinstitucional.mx](https://cimav.repositorioinstitucional.mx)
- Maria, S. (2013). *Estudio sobre el manejo de los residuos solidos domiciliars en el municipio del Almendro, Rio san Juan*. Chontales: UNAN-FAREM-Chontales.
- Minam. (12 de Junio de 2019). *Minam.gob.pe*. Recuperado el 10 de Junio de 2022, de <https://www.minam.gob.pe/index.oho?options=com>
- Mora, V. (2020). *Diseño de un plan de manejo integral de residuos peligrosos, Recinto Universitario Ruben Dario*. UNAN-Managua, Managua. Esteli: Farem Esteli. Recuperado el 5 de Mayo de 2022, de <https://doi.org/105366/farem.voi35.10283>
- Olivar, E., & Rizo, C. (2007). *Rehabilitacion del relleno sanitario del municipio de Mateare*. Managua: UCA. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de <https://77repositorio.UCA.edu.ni>
- Paho. (2012). *Evaluacion regional de los servicios de manejo de residuos solidos municipales*. Nicaragua, america latina y el caribe: OPS. Recuperado el 10 de junio de 2022, de <https://ldbdocs.aidb.org/wdocs/getdocument.aspx?>
- Paz, I., & Miranda, O. (2017). *Impacto de los desechos solidos en el ambiente y al salud de la poblacion*. Managua, Managua: UNAN-Managua. Recuperado el 12 de Junio de 2022, de <https://repositorio.unan.edu.ni>
- Pinzon, F. (2016). *Guia general para la gestion de los residuos solidos domiciliars*. (R. Dcroz, Ed.) *SCRIBD*, 72. Recuperado el 10 de Mayo de 2022, de <https://es.scribd.com>

- Piura López, J. (2012). *Metodología de la investigación científica. Un enfoque integrador*. (Septima ed.). Managua, Nicaragua . Recuperado el 10 de Abril de 2019
- Pon, J. (2019). *instrumentos para la implementacion efectiva y coherente de la dimension ambiental de la agenda de desarrollo*. Costa Rica, San Jose: ONU Medio ambiente. Recuperado el 4 de Junio de 2022, de <https://WWW.CEPAL.ORG>
- Recytrans. (15 de Mayo de 2015). *Recytrans*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de [Recytrans: Htpps://www.Recytrans.com](https://www.Recytrans.com)
- Resol. (2006). *Resol.* Resol. Recuperado el 6 de julio de 2022, de [Resol: https://www.resol.com](https://www.resol.com)
- Rojas, M. (2019). *Plan de gestion integral de residuos solidos para el municipio de Mateare*. Managua: UNAN-Managua. Recuperado el 17 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.unan.edu.ni>
- Sáenz, A. (3 de septiembre de 2014). Maneo de residuos solidos de america latina y el caribe. *Omnia*, 22(3), 121-135. Recuperado el 3 de Mayo de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Soto, J. (21 de febrero de 2020). ¿Sabes que es la incineracion de residuos y porque no debe aprobarse en Mexico? *Greenpeace*, 20. Recuperado el 12 de Junio de 2022, de <https://greenpeacde.org>
- Vargas, J. (2016). *Tratamiento de residuos solidos*. (S. Davila, Ed.) Esteli: UNAN-Managua. Recuperado el 8 de Junio de 2022, de <https://pridca.csuca.org>

# *ANEXOS*



**Anexo 1. Encuesta realizada a los habitantes del área en estudio del barrio Galiza**



**RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QUÍMICA AMBIENTAL**



## ENCUESTA

**Tema:** *Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos generados en el Barrio Galiza, Municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022.*

### Objetivos:

- 1. Conocer los aspectos socioeconómicos de los habitantes del Barrio Galiza mediante una encuesta.*
- 2. Indagar sobre la disposición actual de los residuos sólidos que realizan los habitantes del Barrio Galiza.*

**No. de encuesta:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

1. Edad: \_\_\_\_\_ (años).
2. Sexo:
  - a. F \_\_\_\_
  - b. M \_\_\_\_
3. Número de personas adultas en la vivienda \_\_\_\_\_.
4. Número de niños en la vivienda \_\_\_\_\_.
5. Grado académico:
  - a. Bachiller(a)\_\_\_\_\_
  - b. Técnico \_\_\_\_\_
  - c. Licenciatura\_\_\_\_\_
  - d. Primaria\_\_\_\_\_
  - e. Ninguno\_\_\_\_\_

6. Tipo de empleo:
- a. Formal \_\_\_\_\_
  - b. Informal \_\_\_\_\_

7. Tipo de ingresos
- a. Constante \_\_\_\_\_
  - b. Variante \_\_\_\_\_

En caso que sus ingresos sean variantes, ¿Pueden conocer sus ganancias promedio? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

8. Elija un valor promedio de sus ingresos mensuales:
- a. Salario mínimo \_\_\_\_\_
  - b. Desconocido \_\_\_\_\_
  - c. Salario igual o cercano a 10 mil córdobas \_\_\_\_\_
  - d. Salario superior a 10 mil córdobas \_\_\_\_\_

9. Han presentado casos de enfermedades virales, gastrointestinales, respiratoria o dérmicas:
- a. Si \_\_\_\_\_
  - b. No \_\_\_\_\_
- Si la respuesta es sí, ¿Cuáles? \_\_\_\_\_.

10. Afecta el vertedero a los miembros de la familia:
- a. Si \_\_\_\_\_
  - b. No \_\_\_\_\_
- Si la respuesta es sí, explique en qué aspecto \_\_\_\_\_.



**Anexo 2. Ficha de recolección de datos volumétricos.**



**RECINTO UNIVERSITARIO “RUBÉN DARÍO”  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QUÍMICA AMBIENTAL**



**Ficha de recolección de datos volumétricos**

**Tema:** *Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos generados en el barrio Galiza, municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022.*

**Objetivos:** *Calcular el volumen per cápita de residuos generados en los hogares del barrio Galiza.*

<b>Semana</b>	<b>Recolección</b>	<b>Muestra</b>	<b>Peso de los residuos (Kg)</b>	<b>Volumen del recipiente</b>	<b>Volumen in situ</b>
1	Primera recolección	50 hogares			
	Segunda recolección	50 hogares			
2	Primera recolección	50 hogares			
	Segunda recolección	50 hogares			
3	Primera recolección	50 hogares			
	Segunda recolección	50 hogares			
4	Primera recolección	50 hogares			
	Segunda recolección	50 hogares			

**Anexo 3. Ficha de clasificación de residuos.**



**RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QUÍMICA AMBIENTAL**



**Ficha de Clasificación de Residuos**

**Tema:** *Propuesta de aprovechamiento de residuos sólidos generados en el barrio Galiza,  
municipio de Mateare, Departamento de Química, UNAN-Managua, marzo-junio 2022.*

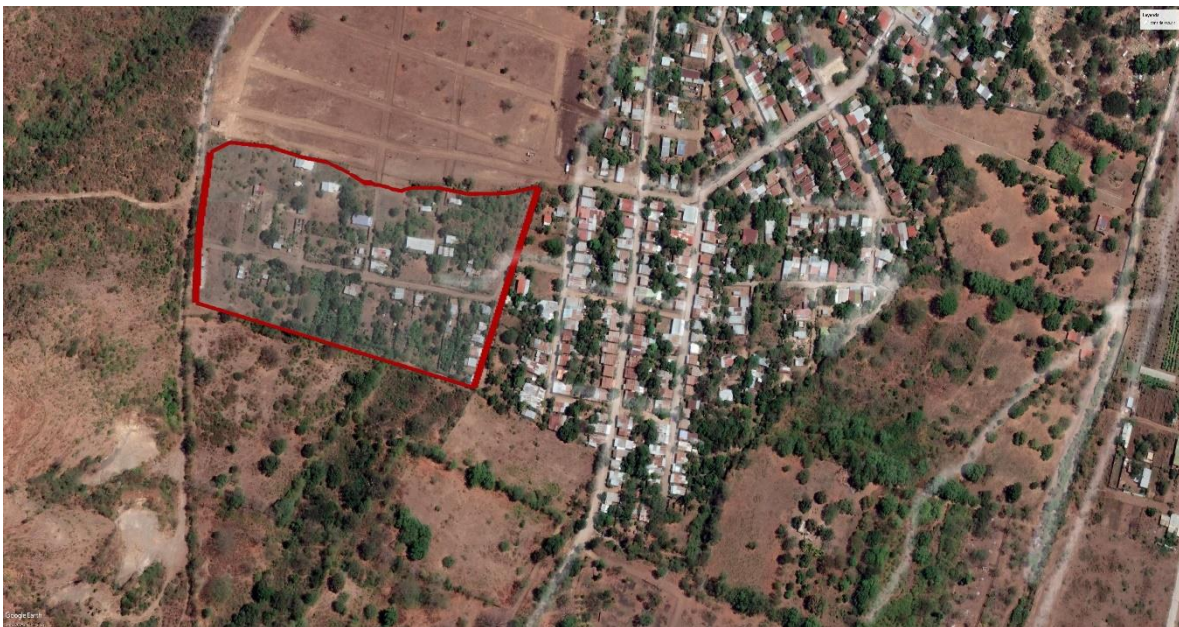
**Objetivos:** *Clasificar los residuos sólidos que genera la población del barrio Galiza.*

Semana	Recolección	Tipo de residuo	Peso de los residuos (Kg)
1	Primera recolección		
	Segunda recolección		

*Imagen A4.1. Barrio Galiza.*



*Imagen A4.2. Delimitación de la zona de estudio.*





***Imagen A4.3. Área del Botadero Clandestino.***





***Imagen A5.1. Imágenes del estado del cauce natural.***



***Imagen A.5.2. Imágenes del estado del cauce natural.***





***Imagen A.5.3. Entrada al anexo Barrio Galiza.***



**Anexo 6. Evidencias de la aplicación del método de cuarteo**

**Imagen A6.1. Homogenización de los residuos.**



**Imagen A.6.2. Pesaje de los residuos.**





**Imagen A.6.3. Clasificación de los residuos.**



**Imagen A.6.4. Calculo del volumen de los residuos**

