



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos  
Hidráulicos (ERIS)

**CUANTIFICACIÓN DEL USO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS  
EN EL CASCO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL  
DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS**

**Ing. José Estuardo Velásquez López**

Asesorado por el M. Sc. Ing. Adán Pocasangre Collazos

Guatemala, febrero de 2025



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CUANTIFICACIÓN DEL USO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS  
EN EL CASCO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL  
DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS**

ESTUDIO ESPECIAL

PRESENTADO A LA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y  
RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)

POR

**ING. JOSÉ ESTUARDO VELÁSQUEZ LÓPEZ**

ASESORADO POR EL M.SC. ING. ADÁN POCASANGRE COLLAZOS

COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO (MAGISTER SCIENTIFICAE) EN INGENIERÍA SANITARIA**

GUATEMALA, FEBRERO 2025



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE ESTUDIO ESPECIAL**

EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Adán Pocasangre Collazos
EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Zenón Much Santos
EXAMINADOR	M.Sc. Ing. Julián Duarte Jiménez

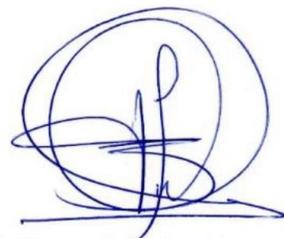


## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**CUANTIFICACIÓN DEL USO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS  
EN EL CASCO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL  
DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado de la Escuela de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, con fecha de septiembre de 2019.



**Ing. José Estuardo Velásquez López**



Guatemala, 18 de febrero 2025

Señores Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado  
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS):

Respetuosamente les comunico que he revisado y aprobado, en mi calidad de asesor y coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria, el informe final del Estudio Especial titulado:

**CUANTIFICACIÓN DEL USO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS  
SANITARIAS EN EL CASCO URBANO DE LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS**

Presentado por el estudiante:

**Ing. José Estuardo Velásquez López**

Les manifiesto que el estudiante cumplió en forma satisfactoria con todos los requisitos establecidos por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos - ERIS- y por la Universidad de San Carlos de Guatemala en la realización de su estudio.

Agradeciéndoles de antemano la atención a la presente, se suscribe de ustedes,

Atentamente,  
*ID Y ENSEÑAD A TODOS*



MSc. Ing. Adán Ernesto Pocasangre Collazos  
Coordinador Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria



El director de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS- después de conocer el dictamen del tribunal examinador integrado por los profesores siguientes: MSc. Ing. Adán Ernesto Pocasangre Collazos, MSc. Ing. Julián Antonio Duarte Jiménez y MSc. Ing. Zenón Much Santos , así como el visto bueno del Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Sanitaria MSc. Ing. Adán Ernesto Pocasangre Collazos y la revisión lingüística realizada por la Licenciada Jéssica Melgarejo Monterroso , Colegiada No. 27003, al trabajo del estudiante **Ing. José Estuardo Velásquez López**, titulado: CUANTIFICACIÓN DEL USO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS EN EL CASCO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL <sup>[SEP]</sup> DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN, SAN MARCOS.

En representación de la Comisión de Admisión y Otorgamiento de Grado, se procede a la autorización del mismo, en Guatemala a los veinte días del mes de febrero de 2025.

**IMPRIMASE**

*ID Y ENSEÑAD A TODOS*



DIRECCION  
U. S. A. C.  
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

MSc. Ing. Pedro Cipriano Saravia Celis  
DIRECTOR



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Ser supremo, gracias por la sabiduría y tu infinito amor.
- Mis padres** José Luis Velásquez y Amarilis Antonieta López, por motivarme y ayudarme siempre, son mi principal sostén, gracias por todo el amor incondicional.
- Mis hermanos** Luis Alberto y Mario Adolfo Velásquez, gracias por su apoyo y ayuda, este pequeño logro también es de ustedes.
- Mis tíos** Ramiro Velásquez y Elsa Velásquez de Rivera, William Juárez (q. e. p. d.), Consuelo Velásquez de Juárez, Edwin Fuentes, Sandra López de Fuentes, Esther, Rosa, Amalia Velásquez, Raúl López (q. e. p. d.); con mucho cariño, gracias por la ayuda incondicional a lo largo de mis estudios. Dios les bendiga y recompense el apoyo hacia mí.
- Mis abuelos** Abelino Velásquez (q. e. p. d.), Victorina de Velásquez (q. e. p. d.), Sebastián López (q. e. p. d.)

Con mucho amor, en honor a la memoria de cada uno de ustedes. Paula de López, con mucho amor

**Mis primos**

Roberto Rivera, Elián Fuentes, Ana Juárez, con mucho cariño. Gracias por su aprecio y por siempre estar, Dios los bendiga.

Edwien Fuentes (q. e. p. d.) gracias por el apoyo cuando inicié mis estudios de maestría, sigue descansando en paz.

Lenin Fuentes (q. e. p. d.) lo que muchas veces platicamos, hoy es una realidad, en honor a tu memoria, sigue descansando en paz mi hermano del alma.

**Mis sobrinos**

Pablo Alberto, Paula Renata, Andrea Victoria Velásquez, Ramiro Alejandro Rivera, Ariel Josué, Marcos David Orozco, y al pequeño ángel que viene en camino; la alegría de la familia, con mucho amor a los dueños de mi corazón.

**Mi familia en general**

Yosmari de Velásquez y Alejandra de Rivera; el gran complemento de la familia, gracias por su cariño y aprecio.

**Mis amigos**

Gracias por su aprecio y por siempre estar, Dios los bendiga.

**Mis amigos y compañeros  
de maestría**

Gracias por la amistad, y por los momentos  
vividos, durante la etapa de estudios en la  
maestría.



## AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

Mi *alma mater*, nuevamente es un honor ser egresado de la mejor casa de estudios.

**Facultad de Ingeniería**

Por la oportunidad de ser parte de esta gloriosa Facultad.

**Ing. Zenón Much**

Gracias por su ayuda y asesoría en la realización del presente estudio, así mismo muchas gracias por su amistad.

**Oficina Municipal de Agua  
y Saneamiento, Oficina de  
Servicios Públicos  
Municipales y Oficina  
Municipal de Cuencas, de  
San Miguel Ixtahuacán,  
período 2020-2024**

Gracias por toda su ayuda en la realización del presente estudio, porque no se negaron y estuvieron desde el inicio hasta el final del trabajo de campo, muchas gracias a todos ustedes: Rolando de León, Héctor Velásquez, Werner Bámaca, Aylwin Bámaca

**Municipalidad de San  
Miguel Ixtahuacán, período  
2020-2024**

Por brindar todo el apoyo necesario, muchas gracias por no negarse.

**Laboratorio de Química y  
Biología de Agronomía  
CUSAM-USAC**

Por el apoyo y la ayuda, en la realización de pruebas de laboratorio.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
JUSTIFICACIÓN.....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
HIPÓTESIS .....	XIX
ANTECEDENTES.....	XXI
ALCANCES Y LIMITACIONES .....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL	
IXTAHUACÁN.....	1
1.1. Área de estudio.....	1
1.2. Demografía .....	6
1.3. Condiciones de vida.....	6
1.4. Servicio de agua .....	7
1.5. Servicios sanitarios .....	7
1.6. Energía eléctrica .....	7
1.7. Salud.....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Desechos sólidos .....	9
2.2. Residuos sólidos en Guatemala.....	11
2.3. Manejo de residuos sólidos en San Miguel Ixtahuacán .....	11

2.4.	Pañales desechables y toallas sanitarias.....	11
2.5.	Área rural.....	12
2.6.	Historia de los pañales desechables.....	14
2.6.1.	Composición de un pañal desechable .....	18
2.7.	Historia de las toallas sanitarias .....	21
2.7.1.	¿Qué contiene una toalla femenina desechable? .....	23
2.7.1.1.	Las dioxinas.....	23
2.8.	Contaminación ambiental por pañales desechables y toallas sanitarias .....	24
3.	DISEÑO DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	27
3.1.	Metodología.....	27
3.2.	Delimitación del área de estudio .....	28
3.3.	Premuestreo .....	29
3.4.	Viviendas.....	30
3.5.	Caracterización de desechos sólidos.....	31
3.5.1.	Actividad uno: antecedentes.....	31
3.5.2.	Actividad dos: socialización .....	34
3.5.3.	Actividad tres: cálculo de la muestra .....	36
3.5.4.	Actividad cuatro: selección de la muestra.....	38
3.5.5.	Actividad cinco: limpieza .....	40
3.5.6.	Actividad seis: recolección de muestras .....	41
3.5.7.	Actividad siete: análisis de muestras .....	46
3.6.	Análisis de resultados.....	47
4.	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN .....	49
4.1.	Premuestreo .....	49
4.2.	Composición de residuos sólidos domiciliarios .....	50



7.4.	Tratamiento .....	84
7.4.1.	Reciclaje.....	84
7.5.	Disposición final.....	85
CONCLUSIONES .....		87
RECOMENDACIONES .....		89
REFERENCIAS.....		91
APÉNDICES .....		95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos ....	3
<b>Figura 2.</b>	Mapa base del municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos ..	4
<b>Figura 3.</b>	Organización territorial de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos.....	5
<b>Figura 4.</b>	Tipo de pañal utilizado .....	12
<b>Figura 5.</b>	Generación de pañales desechables .....	13
<b>Figura 6.</b>	Estructura de un pañal desechable para bebé .....	20
<b>Figura 7.</b>	Estructura de poliacrilato seco y en un medio acuoso .....	21
<b>Figura 8.</b>	Realización de caracterización de residuos sólidos.....	28
<b>Figura 9.</b>	Área urbana del municipio de San Miguel Ixtahuacán .....	29
<b>Figura 10.</b>	Tren de aseo municipal .....	32
<b>Figura 11.</b>	Basurero municipal a cielo abierto.....	33
<b>Figura 12.</b>	Reunión con OMAS y Oficina Municipal de Servicios Públicos .....	35
<b>Figura 13.</b>	Asamblea general con pobladores .....	35
<b>Figura 14.</b>	Identificación de viviendas para realización del estudio.....	40
<b>Figura 15.</b>	Recolección de muestras .....	42
<b>Figura 16.</b>	Determinación de la densidad de desechos y residuos sólidos .....	43
<b>Figura 17.</b>	Clasificación de desechos y residuos sólidos .....	44
<b>Figura 18.</b>	Caracterización de residuos sólidos .....	45
<b>Figura 19.</b>	Clasificación de residuos sólidos según su categoría.....	46
<b>Figura 20.</b>	Clasificación de residuos sólidos por categoría .....	47
<b>Figura 21.</b>	Tipo de pañal utilizado en San Miguel Ixtahuacán.....	56
<b>Figura 22.</b>	Edad de los niños que utilizan pañales.....	57
<b>Figura 23.</b>	Número de pañales por niño utilizados al día .....	58

<b>Figura 24.</b>	Razones por las que se usa pañal desechable .....	58
<b>Figura 25.</b>	Formas de eliminación de pañal desechable en la calle .....	59
<b>Figura 26.</b>	Formas de desechar las toallas sanitarias .....	60
<b>Figura 27.</b>	Cuántas personas de su familia utilizan toallas sanitarias.....	61
<b>Figura 28.</b>	Pilas estáticas a la izquierda sin pañal, a la derecha con pañal ....	64
<b>Figura 29.</b>	Composición de los residuos sólidos domiciliarios.....	76

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Estructura espacial de San Miguel Ixtahuacán.....	2
<b>Tabla 2.</b>	Premuestreo .....	30
<b>Tabla 3.</b>	Método del Dr. Kunitoshi Sakurai para el cálculo de la muestra....	37
<b>Tabla 4.</b>	Cálculo de la muestra .....	38
<b>Tabla 5.</b>	Resultados caracterización premuestreo .....	49
<b>Tabla 6.</b>	Resultados de caracterización tercer y cuarto día.....	50
<b>Tabla 7.</b>	Resultados de caracterización quinto, sexto y séptimo día .....	51
<b>Tabla 8.</b>	Resultados diarios de la PPC por vivienda .....	52
<b>Tabla 9.</b>	Resultados de densidad, pH, humedad y cenizas.....	55
<b>Tabla 10.</b>	Valores de PPC del departamento de San Marcos .....	72
<b>Tabla 11.</b>	Variación de la producción per cápita .....	73
<b>Tabla 12.</b>	Comercialización de pañales desechables y toallas sanitarias .....	75
<b>Tabla 13.</b>	Composición de desechos sólidos .....	78
<b>Tabla 14.</b>	Composición de desechos sólidos en altiplano marquense .....	78
<b>Tabla 15.</b>	Composición de desechos sólidos en el altiplano .....	80

## **GLOSARIO**

<b>CAP</b>	Centro de Atención Permanente
<b>CEPIS</b>	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
<b>Clorofenoles</b>	Grupo de sustancias químicas sintéticas, que se usan en varias industrias y en la fabricación de varios productos, como pesticidas, productos farmacéuticos y colorantes, entre otros.
<b>Compostaje</b>	Es la descomposición de materia orgánica por organismos que tienen la capacidad de descomponerla, como bacterias, hongos y animales detritívoros, como lombrices y escarabajos, lo que da como resultado un producto fertilizante y regenerador del suelo, comúnmente llamado compost.
<b>Dioxinas</b>	Son un grupo de productos químicos, similares entre sí que contaminan de forma permanente el medio ambiente.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud

<b>Pañales desechables</b>	Es una prenda interior absorbente, usado en bebés y adultos que aún no tienen o han perdido la capacidad de controlar sus desechos.
<b>PCDD</b>	Dibenzodioxinas policloradas o simplemente dioxinas, son un grupo de compuestos orgánicos polihalogenados que son contaminantes ambientales importantes.
<b>PCDF</b>	Policloro dibenzofuranos, son un grupo de compuestos orgánicos peligrosos, que tienen efectos negativos sobre la salud humana.
<b>pH</b>	Es la medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución.
<b>Poliacriato de sodio</b>	Es un polímero, se conoce como la sal del ácido poliacrílico, que se obtendría de la neutralización del ácido con hidróxido de sodio.
<b>Polietileno</b>	Es un polímero simple, es uno de los plásticos más comunes.
<b>Polímero</b>	Sustancia compuesta por grandes moléculas o macromoléculas, formadas a través de enlaces covalentes.
<b>Polipropileno</b>	Es uno de los materiales plásticos más utilizados, se obtiene a partir de la polimerización del propileno.

<b>PPC</b>	Producción per cápita
<b>Propileno</b>	Es un gas combustible incoloro con un olor natural picante, altamente inflamable y no tóxico.
<b>Residuos sólidos</b>	Material considerado como descarte por el ser humano.
<b>Toallas sanitarias</b>	Producto absorbente de gestión menstrual
<b>Xantato de celulosa</b>	Es un producto de reacción de la celulosa alcalina con disulfuro de carbono. En forma de disolución viscosa, se utiliza para fabricar fibras de rayón (seda viscosa) y películas de celofán.



## RESUMEN

El presente estudio se enfoca en análisis del uso de pañales desechables y toallas sanitarias en la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos; con el propósito de generar datos acerca de la cantidad de estos desechos generados a diario. La metodología usada consiste en una caracterización de residuos sólidos, identificando ochocientos ochenta y ocho viviendas, registradas en la municipalidad, de las cuales se seleccionan como universo doscientos cincuenta, que cumplen con los criterios de participación: las cuales establecen que pueden participar hogares con presencia de niños que utilicen pañales desechables y al menos una persona de género femenino que utilice toallas sanitarias.

El valor de la producción per cápita se estima en 0.20 kilogramos por habitante por día, lo que resulta en un valor de muestra calculado de cincuenta y ocho viviendas. La caracterización de residuos sólidos se realiza durante un total de ocho días consecutivos, siguiendo las directrices, establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para estudios de este tipo. Los resultados indican que en promedio los pañales desechables corresponden a un 17.37 % y las toallas sanitarias al 3.53 % del total de residuos sólidos generados a diario en la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán, esto indica que la cantidad de estos desechos en esta zona es mayor que el promedio nacional en Guatemala.

Luego de analizar diferentes opciones para el manejo y disposición de los pañales desechables y toallas sanitarias, se recomienda considerar la implementación del composteo por medio de pilas aerobias, este es un

tratamiento biológico, de acuerdo con otros estudios, ha demostrado ser efectivo en la degradación de pañales desechables y toallas sanitarias y reduciendo su peso hasta en un sesenta y cinco por ciento, obteniendo un compost de buena calidad, que puede ser utilizado en actividades agrícolas posteriormente.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los patrones de consumo determinan el aumento de la generación de desechos sólidos. Un factor que influye en el consumo de estos, en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, se puede indicar la situación económica, si bien es sabido en el lugar operó hace algunos años una empresa minera, llevando con ello fuentes de trabajo, a las personas locales, también puede influir la migración de sus habitantes hacia otros países, generalmente los Estados Unidos de Norteamérica; esto se ve reflejado en el ingreso de remesas al lugar, de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el año 2018 cerca del 10 % de la población recibe remesas.

Estos patrones de consumo se aprecian en la compra de pañales desechables y toallas sanitarias, en la cabecera municipal, pues en el botadero municipal se observa una gran cantidad de estos, transportados los pañales y toallas sanitarias al lugar de su disposición final, contaminan el medio ambiente por la descomposición de sus materiales y la materia fecal que transportan. Aumentan la contaminación cuando las heces contienen algún virus. Las lluvias y los lixiviados que estas generan, transportan la contaminación a las fuentes de agua potable.

El impacto para el medio ambiente es uno de los principales problemas, pues los componentes de los pañales desechables y las toallas sanitarias tardan alrededor de 200 años para descomponerse. Un ejemplo representativo sobre los efectos del inadecuado manejo de estos residuos y desechos sólidos es la contaminación del recurso hídrico. En Guatemala varios municipios presentan

focos de contaminación por esta problemática y a esto se suman las aguas residuales, los cuales generalmente están cercanos hacia aguas abiertas.

Según la guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, en Guatemala el mayor porcentaje de residuos y desechos sólidos, lo conforma la materia orgánica, seguido por los desechos sanitarios como pañales desechables y papel de baño. De acuerdo con esta información los pañales y toallas sanitarias, conforman el 14 % de los desechos generados. Los desechos mal gestionados, tienen un impacto significativo en la salud y el medio ambiente la gestión integral de residuos y desechos sólidos debe tomarse prioritariamente en Guatemala, como una acción para la conservación de los recursos naturales, y como consecuencia promover el bienestar y la salud de los pobladores.

Por lo tanto, se genera la pregunta ¿Los pañales desechables y toallas sanitarias conforman al menos el 15 % de los desechos sólidos domésticos, en el área urbana del municipio de San Miguel Ixtahuacán, departamento de San Marcos?

## JUSTIFICACIÓN

En relación con la generación de basura y residuos sólidos, la Municipalidad de San Miguel Ixtahuacán carece de una planificación que permita un adecuado manejo y tratamiento a los mismos, los desechos se acumulan en basureros clandestinos y en el botadero municipal, que se encuentra a cielo abierto.

En los basureros clandestinos los vecinos observan gran cantidad de pañales desechables y toallas sanitarias, siendo estos los residuos que generan mayor contaminación en el lugar y las autoridades no contemplan a corto plazo la construcción de un relleno sanitario, ya que es un proyecto de gran magnitud.

El objetivo de este trabajo de investigación es sentar las bases, para que en el futuro se pueda implementar una guía para el manejo de pañales desechables y toallas sanitarias, con el fin de darles una disposición final que contribuya a reducir los basureros clandestinos y la contaminación ambiental, que se observa en las calles del área urbana del municipio.

Los principales beneficiarios de este trabajo serán:

- La Municipalidad de San Miguel Ixtahuacán, pues este estudio será una herramienta en el manejo de los desechos antes mencionados.
- Instituciones implicadas en el tema de medio ambiente, pues con este estudio se generará información, en un tema en el que hasta el momento no ha sido explorado ni investigado.

Al existir un control adecuado de los basureros, reducirá el riesgo a la salud humana y al medio ambiente.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Cuantificar el uso de pañales desechables y toallas sanitarias en el casco urbano de la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos.

### **Específicos**

- Cuantificar la generación de pañales desechables y toallas sanitarias, por medio de una caracterización de residuos sólidos.
- Identificar la cantidad de viviendas que generan pañales desechables y toallas sanitarias.
- Establecer lineamientos a nivel municipal, para el manejo y disposición final de pañales desechables y toallas sanitarias.



## HIPÓTESIS

La generación de pañales desechables y toallas sanitarias en la actualidad está teniendo un impacto significativo en el medio ambiente debido a su alto consumo, un manejo inadecuado de residuos y falta de alternativas sostenibles. Por lo que surge la pregunta:

¿Los pañales y toallas sanitarias conforman al menos el 15 % de los desechos generados, en el área urbana del municipio de San Miguel Ixtahuacán, departamento de San Marcos?



## ANTECEDENTES

Actualmente en el municipio de San Miguel Ixtahuacán del departamento de San Marcos, existe problemática respecto a la contaminación generada por el uso y mal manejo de pañales desechables, no existe un tratamiento adecuado de ellos, el crecimiento urbano y comercial generan un aumento en la producción de estos existe servicio de tren de aseo, por parte de la municipalidad, la cual realiza de recolección de basura dos días a la semana. A finales del año 2016 se termina la construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos, con el fin de aprovechar los materiales reciclables y así generar compost.

Cabe resaltar que hasta el momento en que fue realizada esta investigación, dicha planta aún no funciona los desechos se disponen en un botadero municipal a cielo abierto, sin condiciones adecuadas, generando contaminación ambiental y riesgos a la salud humana estudio de investigación en el tema de pañales desechables, en las aldeas de Chilive y Maquivil del municipio de San Miguel Ixtahuacán, a cargo de una estudiante de la Universidad Técnica de Dinamarca en coordinación con el Departamento de Saneamiento, Agua y Desechos Sólidos para el Desarrollo de Suiza SANDEC-EAWAG, en convenio con Helvetas SWISS Intercooperation (Leoni, 2019).

El tema del manejo de residuos sólidos aún está rezagado en Guatemala, puesto que no existe importancia por abordarlo con profundidad. La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos cuenta con una serie de estudios en el tema, que ayudan a enfatizar en la importancia de este.

Figuroa y García (2014), presentaron un estudio de Gestión integral de residuos sólidos con énfasis en residuos susceptibles a valorización y disposición final, para la cabecera departamental de Jalapa. El objetivo general fue proponer una gestión integral de residuos sólidos, implementando una reducción valorizable y establecer lineamientos adecuados para la disposición final. Dichos autores mencionaron que, la gestión integrada de residuos incluye todas las medidas actividades necesarias de prevención, minimización y aislamiento, fuente, almacenamiento, transporte, uso, valor añadido, procesamiento, disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, ya sea individualmente o en conjunto y sujeto a las siguientes condiciones: continuar cuidando la salud de las personas y el medio ambiente. Concluyeron dichos autores que, tomando en cuenta los valores de fósforo, potasio, pH y relación carbono nitrógeno de la materia orgánica de origen domiciliar, comercial e institucional; se determinó que es apta para valorizar los residuos mediante el compostaje.

Muñoz (2017), realizó un estudio de manejo integral de residuos sólidos, determinando su fracción valorizable y estableciendo lineamiento para la disposición final para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos. El objetivo general fue proponer mejoras en el manejo integral de residuos sólidos, determinando su fracción valorizable y estableciendo lineamientos para la disposición final para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos. Especificó en su hipótesis que, con una adecuada gestión integral de los residuos sólidos generados por la planta de una industria de fabricación de agroquímicos se obtendrá un 50 % de residuos valorizables. Concluyendo que, logró el 91,5 % de la valorización de los residuos sólidos producidos en las líneas de producción de la planta de una industria de fabricación de agroquímicos, en este estudio puede observarse que, ante la contaminación que produce una fábrica de

productos, con la adecuada gestión de desechos sólidos puede protegerse la salud de los trabajadores y ser amigables con el medio ambiente.

Raudales y Grádiz (2012), presentan modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pínula. El objetivo general fue proponer un modelo de gestión integral que eficiente el manejo y disposición final de los residuos sólidos, en armonía con la conservación del medio ambiente y la salud pública. Exponen que, los residuos sólidos son todas las cosas que ya no se necesitan, por ejemplo; basura, plásticos, latas, papel, y más, es decir, uso de un producto o sustancia que proviene del consumo o uso de un bien. La forma en que se originan y de qué están hechos los desechos sólidos que se producen, en una comunidad, depende de dónde esté ubicada, de cómo se use la tierra y de la clase social a la que pertenecen, entre otros. Concluyen los autores que, la población esta renuente a asumir incrementos tarifarios, aunque estos signifiquen mejoras en el servicio. Puede observarse que los autores mencionados realizaron diversidad de trabajos que se relacionan con el manejo de desechos sólidos.

Ahora bien, el reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios los pañales desechables y toallas sanitarias se clasifican como desechos bioinfecciosos, al contener heces fecales y residuos de sangre humana, respectivamente política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, acuerdo Gubernativo 281-2015; esta política nace de los problemas ambientales en el territorio de Guatemala, tales como la exposición a los residuos en las zonas urbanas, es aplicable a todo el territorio nacional y de carácter obligatorio para todas las instituciones públicas, que tengan establecidas funciones y competencias relacionadas con el tema de residuos sólidos (MARN, 2015).

Guía práctica para la Formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos respecto a las formas de eliminar la basura en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, el 59 % de la población utiliza el servicio municipal de recolección, el 7 % desecha la basura por medio de un servicio privado de recolección, el 11 % la quema, el 2 % la entierra, el 0.14 % la tira en un río, quebrada entre otros, el 0.14 % la tira en cualquier lugar, el 20 % desecha su basura por medio de aboneras o la recicla y el resto no dieron información al respecto.

## ALCANCES Y LIMITACIONES

El alcance de este estudio se limita al área urbana del municipio, el cual se ve reflejado en la generación de una base de datos, con información técnica consistente en la cuantificación de la generación de los pañales desechables y toallas sanitarias, usados, proponiendo lineamientos para su manejo en el municipio de San Miguel Ixtahuacán entre las limitantes para la realización del presente estudio; se puede mencionar:

- Poca información por parte de la municipalidad en torno al tema de desechos sólidos.
- No existe información sobre estudios socioeconómicos.
- No existe el personal necesario en la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento.
- Falta de cooperación de la población, en la participación del presente estudio.
- El estudio se limita a los desechos sólidos domésticos o domiciliarios, generados en la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán.



## INTRODUCCIÓN

El problema de los desechos sólidos se considera como un asunto integral, desde su manipulación, transporte y disposición final; según datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cada día se utilizan 400 millones de pañales en el mundo, y una mujer utiliza cerca de 240 toallas sanitarias al año cada vez más aumenta la demanda de pañales desechables para niños y ahora también para adultos mayores, su uso es más frecuente en áreas urbanas, puesto que en áreas rurales parte de la población opta por utilizar pañales de tela, que son reutilizados, estos a su vez generan también contaminación específicamente en el agua, al lavarlos se descarga materia orgánica en los lavaderos.

Actualmente existe una planta de tratamiento de desechos sólidos para la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán, misma que desde el momento de su construcción hasta la fecha de la realización del presente estudio, se encuentra sin funcionar, debido a diversas circunstancias, y como consecuencia los desechos que se generan a diario siguen depositándose en el basurero municipal a cielo abierto. No se sabe con exactitud la cantidad de desechos que a diario se depositan en dicho botadero municipal. Por tal motivo surge la necesidad de conocer los volúmenes de generación de residuos sólidos, especialmente pañales desechables y toallas sanitarias, y determinar lineamientos para su manejo.



# **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN**

## **1.1. Área de estudio**

Fundado el 8 de agosto de 1,800, el municipio de San Miguel Ixtahuacán pertenece al departamento de San Marcos, ubicado en la parte norte de la cabecera departamental, su extensión territorial es de 184 kilómetros cuadrados lo que equivale al 4.85 % del territorio departamental (3,791 kilómetros cuadrados). Su elevación sobre el nivel del mar es de 2065 metros, su latitud es de 15°16'18" y su longitud de 91°04'56.20". Se encuentra a una distancia de 69 kilómetros de la cabecera departamental y a 321 de la ciudad capital (Concejo Municipal Municipio de San Miguel Ixtahuacán, 2019).

Continúa refiriendo el Concejo que, el municipio limita al norte con los municipios de San Gaspar Ixchil y Santa Bárbara del departamento de Huehuetenango, al Sur con los municipios de Tejutla y Comitancillo, del departamento de San Marcos; al Este con el municipio de Malacatancito Huehuetenango y Sipacapa, San Marcos y al Oeste con el municipio de Concepción Tutuapa, San Marcos. El municipio se divide en 63 centros poblados los cuales están divididos política y administrativamente en 5 microrregiones, las cuales fueron organizadas debido a los servicios con los que cuenta cada una y el crecimiento poblacional los 63 lugares poblados comprenden la cabecera municipal, 19 aldeas, 42 caseríos y 1 colonia.

En la actualidad para su funcionamiento cuenta con 63 Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE), debidamente acreditados y con su

respectiva Junta Directiva; además existen 5 COCODE de segundo nivel los cuales tienen representación en las reuniones del Consejo Municipal de Desarrollo COMUDE, de San Miguel Ixtahuacán.

**Tabla 1.**

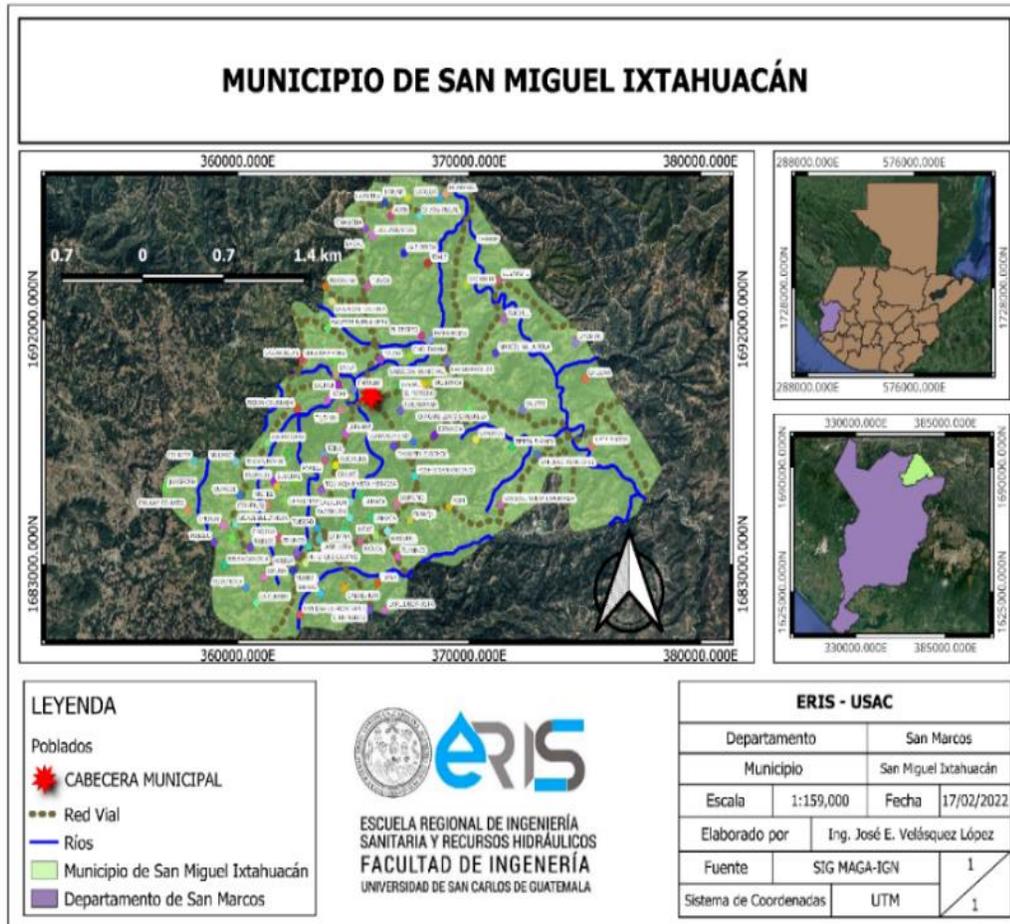
*Estructura espacial de San Miguel Ixtahuacán*

Micro región	Centro poblados	
I	1. Aldea Cabajchún	8. Aldea Chiningüitz
	2. Aldea Exial Linda Vista	9. Aldea El Triunfo*
	3. Aldea Máquivil	10. Aldea Chílive
	4. Aldea Subchal	11. Caserío Sibinal
	5. Caserío Los Domingo 15 de mayo	12. Caserío El Pito Plan Subchal
	6. Caserío Piedra Parada	13. Caserío Twi kyaqja
	7. Caserío Sacchilón	
II	14. Aldea La Patria	21. Aldea El Zapote
	15. Caserío Uyumán	22. Caserío Shanshegual
	16. Caserío La Lima	23. Caserío El Matazano Las Joyas
	17. Caserío Alen	24. Caserío Mushnán
	18. Caserío Cantzela	25. Caserío Tierra Blanca La Vega
	19. Caserío Miscelánea La Peña	26. Caserío Las Maravillas
	20. Caserío El Arenal	
III	27. Aldea Baljetre	34. Aldea La Florida
	28. Cabecera Municipal	35. Caserío Ixchol
	29. Colonia Legual	36. Caserío San Antonio de los Altos
	30. Caserío Twi Campana	37. Caserío Tzalé
	31. Caserío Sholtanán	38. Caserío La Libertad
	32. Caserío Zatlá	39. Caserío Chimbatz
	33. Caserío El Edén	40. Caserío Lámaca
IV	41. Aldea Agel	46. Aldea El Salitre
	42. Caserío Chuena	47. Caserío Siete Platos
	43. Caserío La Estancia	48. Aldea San José Ixcaniche
	44. Caserío Chiquililá	49. Caserío Sac Pic
	45. Caserío San José Nueva Esperanza	50. Caserío Tierra Blanca Mubil
V	51. Aldea Sícabé Bella Vista	57. Aldea La Cumbre
	52. Aldea El Colmito	58. Aldea Las Escobas
	53. Aldea Ixpuná	59. Caserío Tierra Colorada
	54. Caserío Tierra Nueva Las Ardillas	60. Caserío Chisnán
	55. Caserío Nueva Democracia	61. Caserío Mulebac
	56. Caserío Ixcaíl	62. Caserío Belén Cancela

*Nota.* En la tabla puede visualizarse la división del municipio de San Miguel Ixtahuacán. Municipalidad de San Miguel Ixtahuacán. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

**Figura 1.**

*Ubicación del municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos*

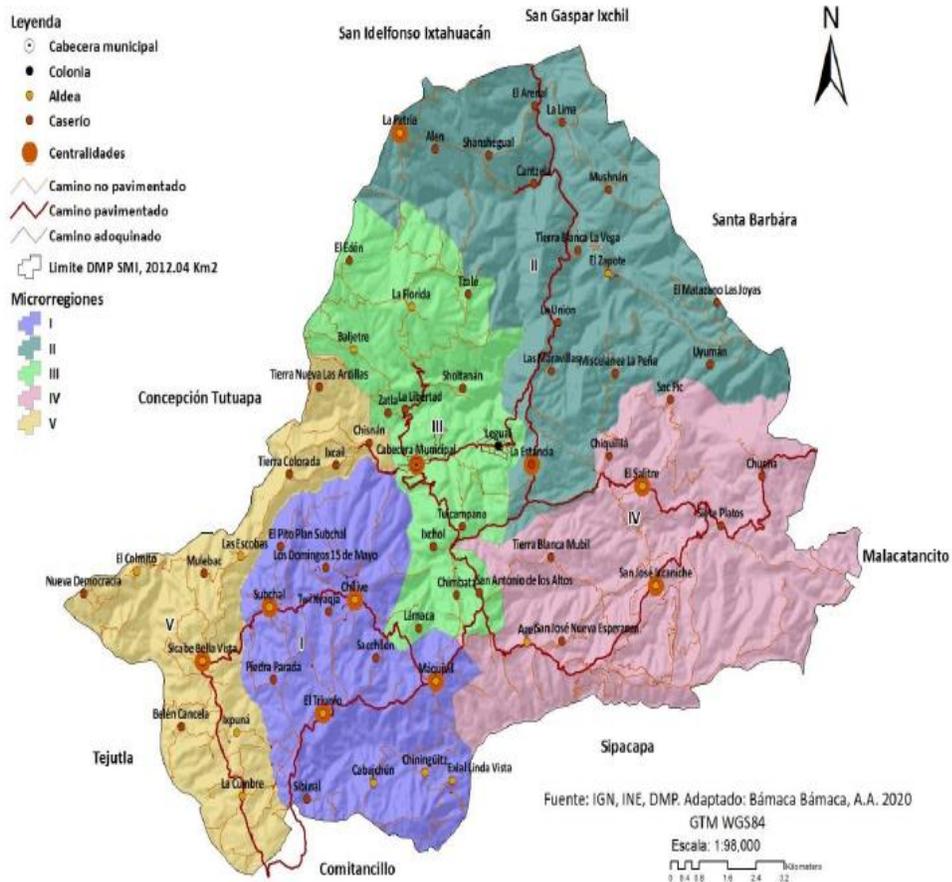


*Nota.* Visualización de la ubicación del municipio de San Miguel Ixtahuacán. Obtenido de Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2018) *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Miguel Ixtahuacán, San Marcos.* ([https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205\\_PDM\\_OT\\_SAN\\_MIGUEL\\_IXTAHUACAN.pdf](https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205_PDM_OT_SAN_MIGUEL_IXTAHUACAN.pdf)) consultado el 12 de octubre de 2024. De dominio público.



**Figura 3.**

*Organización territorial de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos*



*Nota.* Visualización del mapa base de la organización territorial del municipio de San Miguel Ixtahuacán. Obtenido de Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2018) *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Miguel Ixtahuacán, San Marcos.* [Mapa]([https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205\\_PDM\\_OT\\_SA\\_N\\_MIGUEL\\_IXTAHUACAN.pdf](https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205_PDM_OT_SA_N_MIGUEL_IXTAHUACAN.pdf)) consultado el 12 de octubre de 2024. De dominio público.

El municipio posee un clima que va desde templado a semifrío, la temperatura anual es de 15.4 0C a 25.4 0C, y 64 a 100 días de calor la

precipitación pluvial promedio es de 678 mm anuales con máximas de 2799.08 mm y 64 a 127 días de lluvia.

## **1.2. Demografía**

Según el Censo Nacional, realizado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2018, la población del municipio de San Miguel Ixtahuacán está compuesta por el 51.35 % (24287) de mujeres y el 48.65 % (23014) de hombres, ubicándose un 7.14 % en el área urbana y el 92.86 % en el área rural.

## **1.3. Condiciones de vida**

De acuerdo con los mapas de pobreza de Guatemala el municipio presenta problemas de pobreza (86.39 % de la población) y de extrema pobreza (32.84 % de la población), que significa que hay habitantes que viven con menos de 1 dólar al día. Para el alcance del ODM1 que consiste en erradicar la pobreza extrema y hambre y que aunado a la meta uno de reducir al 10 % al 2015 este fenómeno, San Miguel Ixtahuacán está por encima de la meta en 22.84 puntos porcentuales y arriba todavía del promedio departamental (25 %). Estas condiciones de pobreza y extrema pobreza que se dan en el municipio podrían estar ligadas a la agricultura de subsistencia como principal actividad económica de este grupo vulnerable.

Situación que en el municipio implica un esfuerzo coordinado entre las instituciones públicas y los agentes económicos privados de desarrollo, para que el territorio crezca sostenidamente a un ritmo superior al promedio nacional en los próximos cinco años para poder alcanzar la meta del milenio . El Ranking de la Gestión Municipal 2016, indica que el municipio de San Miguel Ixtahuacán obtuvo una puntuación de 0.266 en el índice de servicios públicos, el cual verifica

la cobertura y calidad de los servicios que la municipalidad presta a la población en temas como; mercados, agua, alcantarillado sanitario y pluvial, manejo de desechos sólidos.

#### **1.4. Servicio de agua**

La cobertura de agua del municipio cubre el 84.88 % que se traduce en 6444 viviendas.

#### **1.5. Servicios sanitarios**

En cuanto al servicio de alcantarillado sanitario la cobertura es de 18.10 % aproximadamente 1167 viviendas, 1085 se ubican en la cabecera municipal, el uso de letrinas tiene una cobertura del 80 %.

#### **1.6. Energía eléctrica**

Según datos del ministerio de salud, la cobertura de energía eléctrica abarca el 100 % y es distribuida por ENERGUATE.

#### **1.7. Salud**

El municipio cuenta con un centro de salud que funciona como un Centro de Atención Permanente (CAP), construido por Goldcorp/Montana Exploradora de Guatemala y la municipalidad de San Miguel Ixtahuacán.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles o indeseados el término, como se usa en este texto, incluye todo, y abarca las masas heterogéneas de desechos de comunidades urbanas lo mismo que acumulaciones más homogéneas de desechos agrícolas, industriales y minerales. En un ambiente urbano, la acumulación de desechos sólidos es una consecuencia directa de la vida. De esta consecuencia ha evolucionado lo que actualmente es en los Estados Unidos una actividad asociada con el manejo de los desechos sólidos de 3 billones a 4 billones de dólares por año (Tchobanoglous, 1982).

El hombre y los animales han usado los recursos de la tierra para sustentar la vida y disponer desechos desde tiempos ancestrales en tiempos antiguos, la disposición de desechos humanos y de otra naturaleza no presentaron un problema significativo, debido a que la población era pequeña y la cantidad de tierra disponible para la asimilación de desechos era grande, por lo tanto, la importancia de reusar el valor energético y fertilizante de los desechos sólidos, pero el agricultor de los tiempos antiguos probablemente hizo un intento más audaz de esto todavía se pueden ver indicaciones de reúso en las prácticas agrícolas primitivas, aún sensibles, en muchas naciones en desarrollo donde los granjeros recirculan desechos sólidos por su valor combustible o fertilizante.

Continúa mencionando el mismo autor que, la relación entre salud pública y el almacenamiento, recolección y disposición inadecuados de desechos sólidos es muy clara. Autoridades de Salud Pública han demostrado que las ratas, moscas y otros vectores de enfermedades procrean en botaderos a campo abierto, lo mismo que en viviendas pobremente construidas o mantenidas, en instalaciones de almacenamiento de alimentos, y en muchos otros lugares donde hay alimento y albergue disponible para las ratas y los insectos asociados con ellas. El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio que señala la relación de 22 enfermedades humanas al manejo impropio de desechos sólidos.

También hay datos disponibles para mostrar que la tasa de enfermedad accidente para trabajadores empleados en la recolección y disposición de desechos sólidos es varias veces mayor que para empleados de industrias los impactos ecológicos, tales como polución del agua y el aire, también han sido atribuidos a manejo impropio de los desechos sólidos. Por ejemplo, líquido de botaderos y rellenos pobremente diseñados y operados han contaminado aguas superficiales y subterráneas. En áreas mineras el líquido lixiviado de los botaderos de desechos puede contener elementos tóxicos, tales como cobre, arsénico y uranio, o pueden contaminar abastecimientos de agua con sales indeseadas de calcio y magnesio.

En palabras del autor citado, mientras la capacidad de la naturaleza para diluir, dispersar, degradar, absorber, o disponer de otra manera de sus residuos indeseados en la atmósfera, en los cursos de agua, y sobre el suelo es bien conocida, los seres humanos no pueden exceder esta capacidad natural para la disposición de sus desechos indeseables o se impondrá un desequilibrio ecológico sobre la biósfera.

## **2.2. Residuos sólidos en Guatemala**

El tema de residuos sólidos es prioridad nacional, existe evidencia que millones de toneladas de residuos sólidos son vertidos a cielo abierto, lo cual afecta al medio ambiente y como consecuencia la salud de la población en Guatemala el ente encargado de este tema, es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, por lo general la gestión integral de los residuos y desechos se ha centrado básicamente en un único aspecto, la eliminación de los mismos a través de botaderos a cielo abierto, rellenos sanitarios o la quema de estos lo que desencadena una serie de impactos negativos al ambiente.

## **2.3. Manejo de residuos sólidos en San Miguel Ixtahuacán**

En el municipio de San Miguel Ixtahuacán, hasta el momento no existe ningún plan de gestión integral de residuos sólidos cuenta con el servicio de tren de aseo, que consiste en un camión que recolecta los residuos sólidos del casco urbano y el mercado (Leoni, 2019). Actualmente los residuos son trasladados a su disposición final a cielo abierto, sin tratamiento previo la recolección se realiza los martes, viernes y domingo, el tren de aseo lo conforman un chofer y cuatro recolectores existe una planta de tratamiento de residuos sólidos construida en el año 2015, la cual se encuentra sin funcionar desde la fecha por la falta de personal humano para operarla y también porque el municipio no cuenta con un relleno sanitario.

## **2.4. Pañales desechables y toallas sanitarias**

En el área urbana del municipio no existe ningún tipo de información específica sobre la generación de pañales desechables y toallas sanitarias la

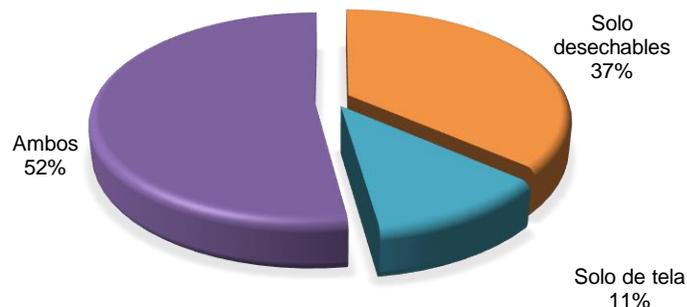
Asociación de Municipalidades del Altiplano Marquense [ADIMAM] (2018), realiza una caracterización de residuos sólidos para proponer una solución de manejo de forma mancomunada este estudio no contiene ningún tipo de información acerca de pañales desechables y toallas sanitarias.

## 2.5. Área rural

En el área rural en el año 2019 se realiza un estudio de pañales desechables, en las aldeas de Maquivil y Chilive la masa de pañales desechables en estas dos aldeas es de 2745 kg, el volumen de pañales desechables es de 2.76 m<sup>3</sup> y 2264.6 kg de excretas (Leoni, 2019). En promedio se genera una cantidad de 2.8 pañales/bebé/día.

**Figura 4.**

*Tipo de pañal utilizado*



*Nota.* Gráfica del tipo de pañal utilizado en las aldeas de Maquivil y Chilive del municipio de San Miguel Ixtahuacán. Obtenido de Leoni (2019) *Caracterización de pañales desechables en las aldeas de Maquivil y Chilive, del municipio de San Miguel Ixtahuacán*. Universidad Técnica de Dinamarca.

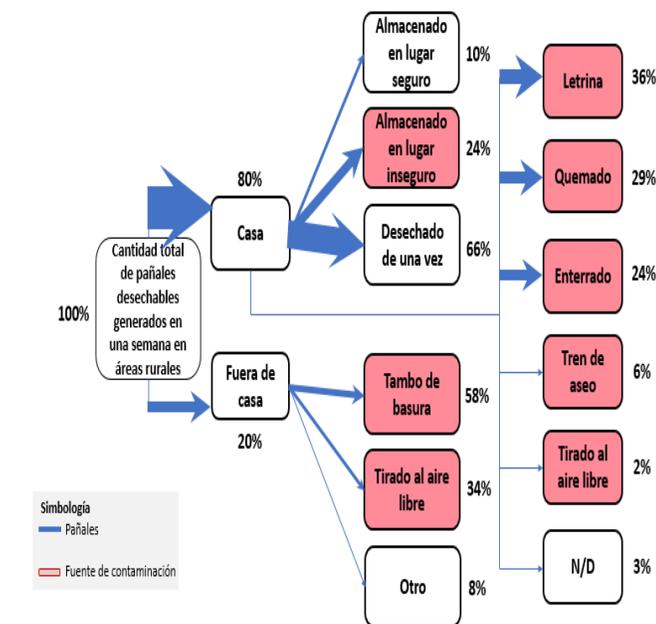
En la gráfica se puede observar que un 37 % de los encuestados utiliza solo pañal desechable, el 11 % solo pañal de tela y en ambos casos es un 52 % las principales razones para el uso de pañales desechables, se da en un 37 % por actividades fuera de casa, el 18 % de madres participantes en el estudio

refieren que los utilizan por falta de agua y el 10 % lo hacen por salud; así mismo las madres que utilizan pañales de tela, indican que el 59 % lo hace por carecer de capacidad económica para adquirir pañales desechables, el 38 % lo hace por salud y el 13 % lo hace por cuidar el medio ambiente.

La disposición final de los pañales desechables se da de la siguiente forma: 36 % lo depositan en la letrina, 2 % los tiran en barrancos, 29 % los quema, 24 % los entierran, el 6 % los envía en el tren de aseo, el 3 % restante no respondió.

**Figura 5.**

*Generación de pañales desechables*



*Nota.* Diagrama de los detalles de la generación de pañales desechables. Obtenido de Leoni (2019) *Caracterización de pañales desechables en las aldeas de Maquivil y Chilive, del municipio de San Miguel Ixtahuacán*. Universidad Técnica de Dinamarca.

## **2.6. Historia de los pañales desechables**

De acuerdo con Guillén, (2013), en la antigüedad, envolturas de hojas de algodoncillo, pieles de animales y otros recursos naturales creativos los egipcios, los aztecas, los romanos y muchos otros, que dejaron documentación de su día a día, mencionan su uso, su necesidad cubre a todos los segmentos de la población, desde princesas hasta mendigos el pañal fue uno de los primeros elementos que distinguieron al hombre de los animales los bebés han sido, envueltos en pañales en muchas sociedades europeas desde la antigüedad las bandas para envolver eran tiras de lino o lana que se envolvían firmemente alrededor de cada miembro y luego transversalmente alrededor del cuerpo.

En la época isabelina, a los bebés se les cambiaba el pañal después de varios días. Innuits, un pueblo esquimal, colocó musgo debajo de piel de foca en algunas tribus nativas americanas, las madres empaquetaban pasto debajo de un pañal hecho con piel de conejo, como lo hicieron los incas en América del Sur en climas tropicales más cálidos, la mayoría de los bebés estaban desnudos y las madres intentaban anticipar las evacuaciones intestinales del bebé para evitar cualquier desorden cerca de la casa en el oeste estadounidense los pañales mojados rara vez se lavaban; la mayoría de las veces simplemente se colgaban junto a la chimenea para que se secaran y luego se volvían a usar como puede imaginar, la erupción cutánea era un problema grave en esos días.

En Europa, no fue hasta la Revolución Industrial de 1820 en adelante que los trabajadores comenzaron a esforzarse por contener los desechos de sus bebés con más cuidado, habiendo adquirido la riqueza suficiente para comprar muebles para el hogar y la necesidad de protegerlos. A fines del siglo XIX, los bebés de Europa y América del Norte usaban el progenitor del pañal moderno (Guillén, 2013). Se dobló un cuadrado o rectángulo de lino, franela de algodón o

calcetín en una forma rectangular y se mantuvo en su lugar con imperdibles. Pañal era originalmente el término para un patrón general de pequeñas formas geométricas repetidas, y luego una tela blanca de algodón o lino con tal patrón.

Entonces, los primeros pañales para bebés se hicieron con tela para pañales, es decir, tela con un patrón repetitivo. Los primeros pañales de tela hechos en masa fueron introducidos por María Allen en 1887 en los Estados Unidos en la antigüedad los bebés eran cubiertos con pieles de animales, hojas u otros recursos naturales para protegerlos durante la etapa más vulnerable de su vida, la etapa de recién nacidos este elemento era considerado un distintivo entre los hombres y los animales, razón por la cual era utilizado por la clase dominante, considerándolo un artículo de lujo.

El pañal fue sufriendo cambios poco a poco. Con la creación de las prendas de vestir se comenzó a utilizar el pañal de tela, este se lavaba para eliminar los desechos y así prevenir infecciones en los bebés, luego era reutilizado en 1887 se registra la creación masiva de pañales de algodón por Maria Allen en Estados Unidos en este momento se impone el término pañal, derivado de paño, daiper en inglés, como elemento de protección para los pequeños (Reinhardt, 2018, p. 1).

Sin embargo, aunque la tela se lavara, producía dermatitis, rozamiento, infecciones, entre otros. Hervir la tela era la única forma de evitar en su mayoría estos problemas, lamentablemente esta práctica generaba un desgaste mayor y más rápido en la prenda.

Esta modalidad siguió utilizándose hasta 1940, década en la cual los pañales descartables comenzaron a gestarse en Suecia y Estados Unidos. Los problemas que surgieron en el mercado postguerra hacían difícil generar y distribuir el algodón para la fabricación de telas y así la fabricación de pañales de tela de algodón.

Marion O'Brien Donovan, emprendedora e inventora estadounidense, tras el nacimiento de su primera hija, se planteó la necesidad de crear algún tipo de pañal que le ahorrara tiempo y le evitara tener que lavar continuamente los paños de tela que entonces se utilizaban para tal fin y así también, evitar que se mojaran una y otra vez las sábanas de la cuna o la ropa que llevaba puesta su bebé (Reinhardt, 2018, p. 4).

En 1946 su carácter emprendedor la llevó a ingeniar un pañal recubierto con una cortina de plástico y que en su interior llevaba un tipo de tela mucho más absorbente y que, a la vez, no provocaba escozor a su bebé. Trabajó en el diseño y el 19 de enero de 1949 presentó una solicitud de patente, al mismo tiempo en que los comenzó a comercializar en la tienda Saks Fifth Avenue, en Nueva York. A Marion le fueron otorgadas cuatro patentes para la cubierta de su pañal, incluyendo los broches de plástico que sustituían a los ganchos de seguridad. Bautizó a su invento como *The Boater* el barco. Para 1951, tenía sobre la mesa una oferta de un millón de dólares por la compra de su invento (López, 2007).

Empezó a trabajar en la invención de su siguiente proyecto: un pañal totalmente desechable y cuyo interior no fuera de tela, sino, de algún tipo de elemento totalmente absorbente y que mantuviera alejada la humedad de la piel de los bebés. Pero, a pesar de la utilidad de su nuevo invento, no fue hasta una

década más tarde en la que vendió su idea a Víctor Mills, ingeniero químico en la empresa Procter & Gamble con la que desarrollaría y comercializaría los pañales desechables tal y como se conoce actualmente el fundador de la empresa Pampers, Victor Mills, era un ingeniero químico estadounidense que, mientras trabajaba para Procter & Gamble Co, revolucionó el cuidado infantil con la invención del pañal desechable.

Comenzó a trabajar en este producto en la década de los años cincuenta, probándolo en sus propios nietos.

- 1950 – Víctor Mills buscó crear un pañal más sencillo para su nieto. Surge el primer pañal desechable de papel tissue y exterior plastificado y con ello el nacimiento de la marca Pampers.
- 1960 – Surge el pañal desechable con capas de celulosa y cubiertas más suaves de rayón, mejorando la absorción y disminuyendo la frecuencia de cambio.
- 1970 – Huggies lanza su primera prueba al mercado. Adicionalmente, Johnson & Johnson introdujo los primeros pañales con cintas adhesivas laterales de papel incorporadas, sin embargo, la forma del pañal permanecía inalterada, siendo cuestionado su grosor en la entrepierna, para el desarrollo óseo del bebé. Aparece el pañal para uso nocturno (más horas de sueño). Se suman opciones de tamaño y absorción.
- 1980 – Aparece el primer pañal delgado fabricado con material de gel absorbente, el ajuste elástico en las piernas, el cierre reajutable y el interior más suave. La forma del pañal cambia de rectangular a reloj de arena (pañal anatómico). Los pañales biodegradables surgen y son retirados del mercado. Nueva cinta frontal que se adhiere y despega varias veces, ajustando el tamaño de la cintura de acuerdo a cada bebé. Mayor poder de retención.

- 1990 – Mayor resistencia en la tela y el plástico con acabado de tela. Comienza el uso del gel absorbente en productos descartables, para gelatinizar los líquidos, mejorando la sequedad de la piel. Surgen las cintas con forma de velcro que no se ven afectadas por el talco o el aceite, manteniéndose siempre firmes. Aparece el Aloe Vera, protector contra gérmenes, indicadores de humedad y cintas que brillan en la oscuridad.
- 2000 – Surge el primer pañal degradable del mundo en México
- 2010 – Protección umbilical para ayudar en la cicatrización del cordón. Se implementa en Latinoamérica el primer pañal para bebés prematuros, orejas traseras y delanteras en el pañal.

En la actualidad existen pañales específicos para cada edad, para el día o la noche, con áloe vera, para usar de bañador, en fin, la tendencia para el futuro será lograr un pañal más compacto, más cómodo para el bebé y compatible con la ecología.

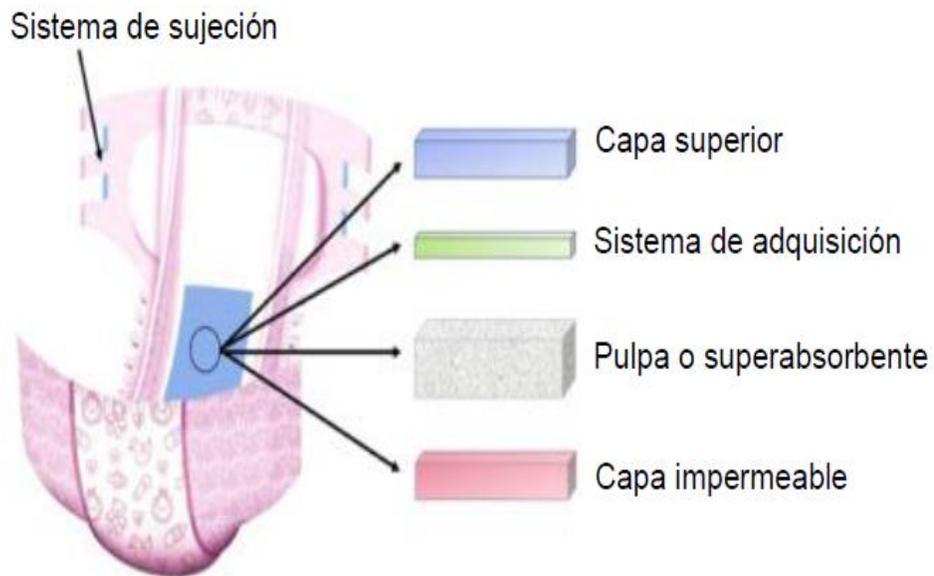
### **2.6.1. Composición de un pañal desechable**

Un pañal desechable es una estructura que consta de diferentes capas de materiales, su cubierta superior es de polipropileno, una capa absorbente, una hoja posterior de polietileno y bandas elásticas la hoja de polipropileno es una hoja hidrófila no tejida que permite que la orina pase a través de ella y llegue al núcleo absorbente la parte central es un polímero supe absorbente que ayuda a mantener la orina alejada de la piel y las enzimas fecales la hoja de la parte posterior/inferior de los pañales son películas no tejidas hidrófobas hechas de fibras de polipropileno. Sus componentes principales son polímeros inertes con un historial de uso seguro en varios productos de consumo absorbentes, la composición de los pañales consta de cuatro capas funcionales.

- Capa superior es, la capa de contacto directo con la piel del bebé y está compuesta de polipropileno poroso suave desarrollado para transferir orina y otros líquidos rápidamente a las capas inferiores. También puede contener una loción para ayudar a proteger la piel de la hidratación y la irritación excesivas.
- Capa de adquisición está compuesta de celulosa modificada y poliéster, y facilita el movimiento del líquido fuera de la piel para distribuirlo uniformemente al núcleo del pañal.
- Núcleo del pañal o la capa absorbente consta de gel de polímero super absorbente que puede mezclarse con celulosa y estar contenido dentro de una capa no tejida de celulosa o de polímero poroso. La orina está bloqueada y almacenada dentro de su estructura polimérica incluso bajo presión.
- Lámina posterior es, la capa exterior impermeable del pañal, generalmente hecha de polipropileno de textura suave, similar a una tela, laminado con una película de polietileno. Su función es evitar que el líquido se escape del pañal (López, 2018).

## Figura 6.

### *Estructura de un pañal desechable para bebé*

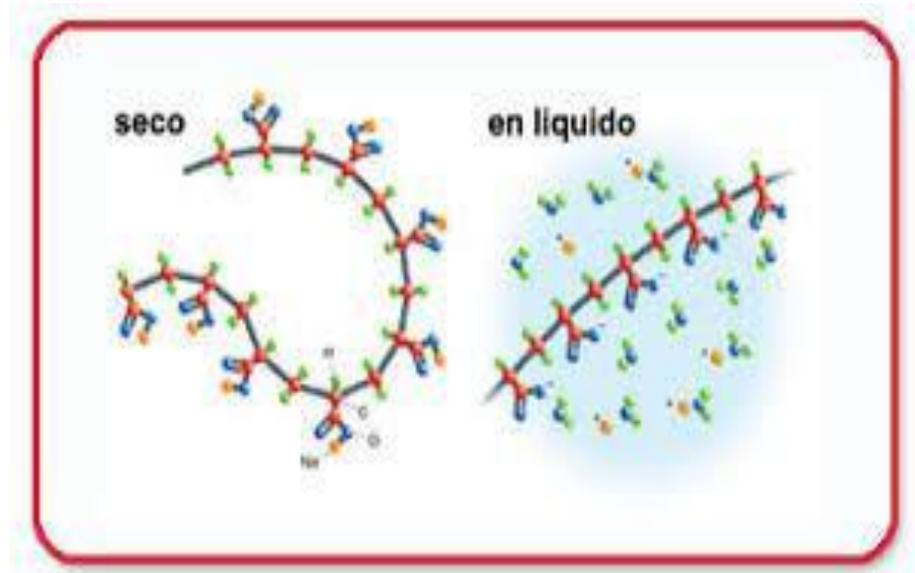


*Nota.* Descripción de detalles de la estructura de un pañal desechable. Obtenido de Leoni (2019) *Caracterización de pañales desechables en las aldeas de Maquivil y Chilive, del municipio de San Miguel Ixtahuacán.* (p. 27). Universidad Técnica de Dinamarca en Copenhague.

En su composición los pañales desechables, además de algodón contienen un polímero llamado poliacrilato de sodio, este suele estar distribuido por el pañal entre el algodón o en capas separadas en función de la marca de este. Normalmente el polímero seco presenta una estructura arrugada, puesto que se forman enlaces dentro de la cadena cuando se encuentra en medio acuoso, los átomos de sodio son desplazados por moléculas de agua que se unen al polímero mediante puentes de hidrógeno formando un hidrogel estas uniones producen que la cadena se alargue y las redes que formaba previamente se hinchen, aumentando de forma considerable su tamaño.

## Figura 7.

*Estructura de poliacrilato seco y en un medio acuoso*



*Nota.* Descripción de detalles de la estructura de poliacriato. Obtenido de Leoni (2019) *Caracterización de pañales desechables en las aldeas de Maquivil y Chilive, del municipio de San Miguel Ixtahuacán.* (p. 33). Universidad Técnica de Dinamarca en Copenhague.

### 2.7. Historia de las toallas sanitarias

Las mujeres empezaron a utilizar materiales que la naturaleza les brindaba en sustitución de la toalla sanitaria. Lo que significaba una tarea que exigía un nivel avanzado de creatividad e imaginación. Las hojas de los árboles, las hierbas, las esponjas marinas, el musgo y la piel de los animales figuraban en una larga lista de materia prima que, con el paso del tiempo y los descubrimientos posteriores, fue sustituida por la lana, el algodón y el papel desde siglos anteriores y hasta gran parte del XX, las mujeres solían utilizar trozos de telas extraídos de camisas, pantalones y diferentes prendas (Pessi, 2010).

Los trapos se doblaban hasta conseguir la forma de una almohadilla que, después de ser utilizada, se lavaba y desinfectaba para reutilizarse este método fue uno de los más recurridos. Y aunque las toallas sanitarias ya estaban a la venta, muchas mujeres no podían acceder al producto por el costo o simplemente por desconocimiento las toallas sanitarias desechables aparecieron durante la primera Guerra Mundial, donde las enfermeras del servicio norteamericano comenzaron a crear vendas de tela de algodón adicionadas con una capa de pulpa de celulosa de algodón, normalmente utilizada para métodos quirúrgicos, que resultó mucho más absorbente e higiénica para curar las heridas de los soldados que la venda común.

Menciona Pessi (2010) que, como consecuencia, a mediados de los años 20, Kimberly-Clark fue una de las primeras compañías en patentar el invento de las enfermeras, comenzó a producir y distribuir un producto hecho de una base de celulosa de algodón y gasa fina. Bautizadas con el nombre de Kotex, que se deriva de la palabra en inglés *cotton texture* textura de algodón. La primera toalla femenina salió al mercado, aunque sin mucho éxito por el morbo y el tabú que representaba el tema de la menstruación. Antes de los años 70, las toallas solían sujetarse con alfileres, agujas o seguros que resultaban realmente peligrosos para las mujeres. Se intentó resolver el problema utilizando métodos más seguros como el cinturón elástico o el delantal sanitario.

Posteriormente las toallas femeninas evolucionaron hasta lograr la característica autoadhesiva que facilita la colocación del producto. Actualmente las toallas sanitarias están hechas de materiales como las mayas plásticas tipo tela, que contienen gel absorbente y fragancias con aloe vera. Tienen características específicas, como alas adheribles o flexi-alas, y están hechas de varios tamaños y presentaciones.

### **2.7.1. ¿Qué contiene una toalla femenina desechable?**

Las toallas femeninas y tampones están hechos, en su mayor parte, aproximadamente el 70 %, por un compuesto de rayón de celulosa que funciona como absorbente estructural para contener el poliacrilato de sodio, el mismo químico que contiene un pañal desechable el rayón es una fibra artificial celulósica manufacturada y regenerada la celulosa proveniente de fibras de madera o algodón se trata con hidróxido de sodio, y luego se la mezcla con disulfuro de carbono para formar xantato de celulosa, el cual se disuelve luego en más hidróxido de sodio la viscosa resultante se extruye en un baño ácido a través de un pequeño orificio para fabricar rayón el ácido vuelve a convertir la viscosa en celulosa (Reporta , 2012).

El poliacrilato de sodio no es tóxico, sin embargo, no es biodegradable y forma parte del agua residual. No es volátil ni biodegradable entonces la única forma de eliminarlo del agua es precipitarlo en forma de fango insoluble, fango que debe ser entonces llevado al vertedero. Lo que da lugar a desarrollo de plagas vegetales y animales.

#### **2.7.1.1. Las dioxinas**

Las dioxinas aparecen en el cuadro de fabricación de los productos sanitarios desechables cuando se somete a la celulosa a los diversos procesos químicos para adaptarla a las necesidades del producto sanitario dentro de estos productos químicos se encuentra la lejía, utilizada para blanquear las fibras de rayón celulosa la dioxina se libera principalmente al medio ambiente durante el proceso de fabricación, es decir, en el vapor resultante y agua residual, la situación que implica la presencia de dioxinas en el agua y el vapor en el medio

ambiente es que afecta seriamente la flora y los órganos reproductores, sistema inmunitario y resto de los tejidos de la fauna (ONU, 2023).

El problema que presentan las dioxinas no está en el contacto directo de productos higiénicos con la piel sino en el proceso de fabricación, el uso de agua y sus desechos químicos al medioambiente las dioxinas son tóxicas y persistentes, es decir, pueden tardar hasta 11 años en dispersarse, están presentes en gran abundancia en los ecosistemas urbanos y agrícolas donde hay presencia industrial de metalurgias o papeleras los animales y las plantas las absorben del agua entrando en el sistema alimentario humano al consumir alimentos o agua contaminada por dioxinas se pueden desarrollar serios desequilibrios en la salud como la endometriosis, acné clórico, cáncer y alteraciones hepáticas.

## **2.8. Contaminación ambiental por pañales desechables y toallas sanitarias**

Según la Organización de las Naciones Unidas (2023), los pañales desechables para bebés tienen un enorme impacto en el medio ambiente, desde el paso de producción hasta el procedimiento de eliminación. Durante el paso de obtención de materias primas como pulpa, algodón, plásticos y la producción de pañales, se produce una gran cantidad de aguas residuales contienen contaminantes y compuestos prioritarios que se consideran peligrosos, incluidos PCDD, PCDF y clorofenoles, disolventes, lodos y metales pesados adicionales la liberación de efluentes de estas industrias ha resultado en una degradación ambiental significativa también es necesario saber que, durante los procesos de producción, pero también el proceso de aplicación, distribución y eliminación de pañales, se liberan sustancias nocivas al aire.

La contaminación del aire por la producción de pañales desechables para bebés es muy nociva debido al hecho de que incluye sustancias químicas peligrosas, como poliacrilato de sodio, cloro, PCDD, TBT que se liberan al medio ambiente.



### **3. DISEÑO DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

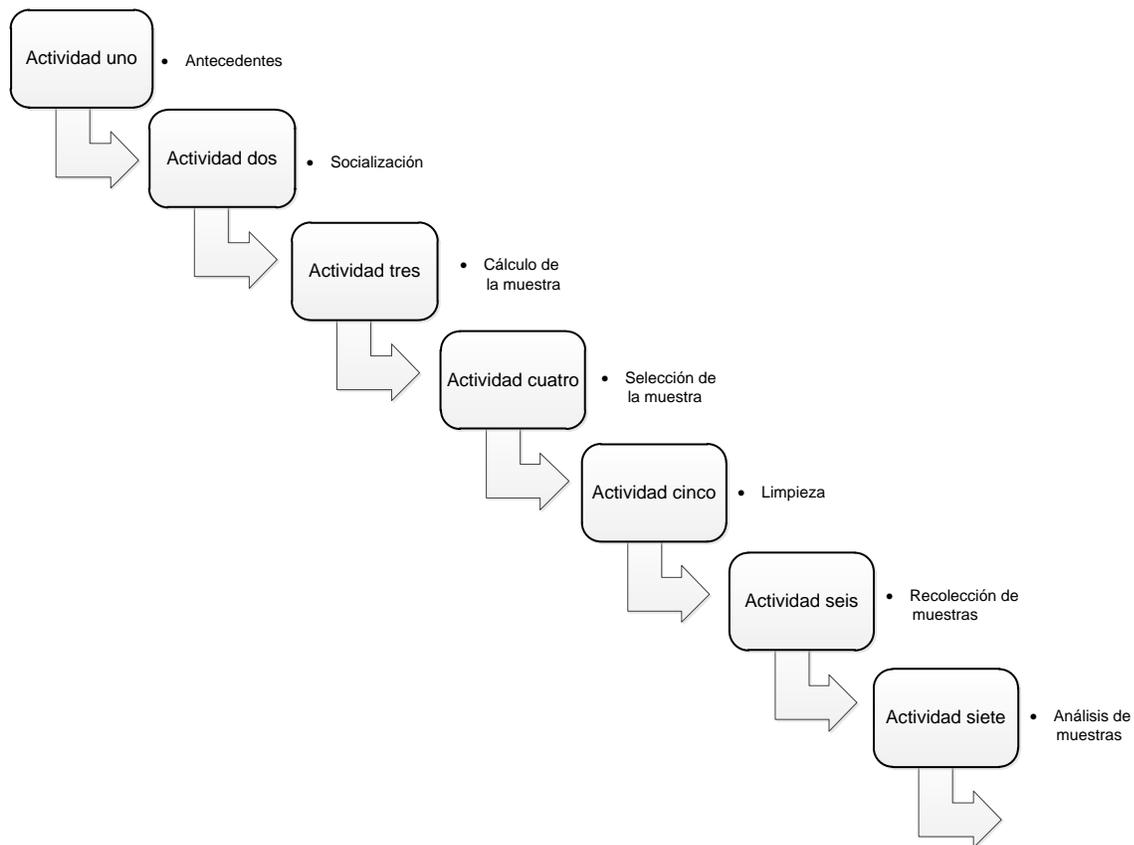
#### **3.1. Metodología**

Para el presente estudio se cuantificará el uso de pañales desechables y toallas sanitarias por medio de una caracterización de residuos sólidos; existen numerosas metodologías para realizar este tipo de actividades, por ejemplo, en Latinoamérica comúnmente se utilizan los lineamientos que establece el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS) en Guatemala, no existía alguna metodología establecida, por lo que, en años anteriores, se utilizaba el método ya descrito, conocido como Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, elaborado por el Dr. Sakurai Kunitoshi, así mismo como alternativa, también se utilizaban los criterios establecidos en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985.

En el 2018, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), publica la *Guía para Elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*, documento que indica el procedimiento para llevar a cabo este tipo de actividades, recursos, equipo y herramientas a utilizar, la metodología de este documento contiene siete actividades, las cuales describen paso a paso que actividades realizar para un estudio de Caracterización de Residuos Sólidos el presente estudio se realizó en base los lineamientos de este documento, el procedimiento a seguir se resume a continuación:

## Figura 8.

### Realización de caracterización de residuos sólidos



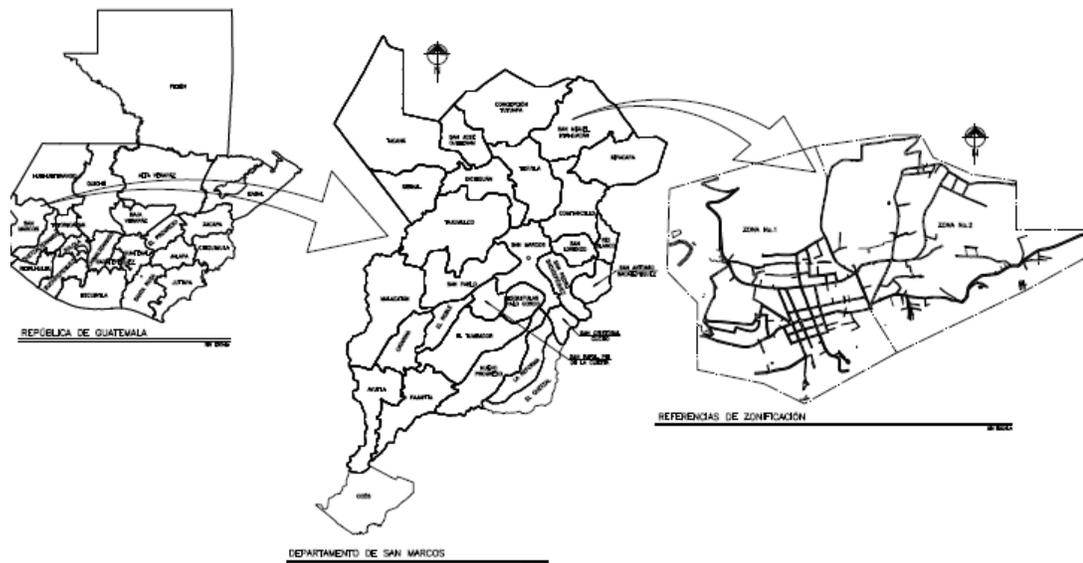
*Nota.* Visualización del procedimiento a seguir para la realización del estudio de caracterización. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

### 3.2. Delimitación del área de estudio

Las actividades iniciales corresponden al reconocimiento del lugar de estudio, visitas de campo, acercamiento con las autoridades para presentación de este, seguidamente socialización. Revisión documental y recopilación de información el presente estudio, se enfoca en el estudio de los residuos sólidos de tipo domiciliario, de la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán.

## Figura 9.

### Área urbana del municipio de San Miguel Ixtahuacán



*Nota.* Visualización del mapa de área urbana del municipio de San Miguel Ixtahuacán. Obtenido de Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2018) *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Miguel Ixtahuacán, San Marcos*. SEGEPLAN. ([https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205\\_PDM\\_OT\\_SAN\\_MIGUEL\\_IXTAHUACAN.pdf](https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wpcontent/uploads/2022/07/1205_PDM_OT_SAN_MIGUEL_IXTAHUACAN.pdf)) consultado el 22 de octubre de 2024. De dominio público.

### 3.3. Premuestreo

Las actividades de premuestreo, se orientan a identificar a la población que genera pañales desechables y toallas sanitarias. Así mismo a la identificación de comercios, tiendas, farmacias y otros, que vendan este tipo de artículos, para cuantificar aproximadamente la venta de pañales desechables y toallas sanitarias al día. Así mismo el fin primordial del premuestreo, es determinar un valor de la producción per cápita por día PPC, para determinar el número total de viviendas o muestras para recolectarlas la determinación del

tamaño de muestra se realizó, siguiendo los criterios de la Norma mexicana NMX-AA-61-1985, misma que hace referencia en la selección de un riesgo con que se realiza el muestreo, lo cual depende de diversos factores, como el conocimiento del lugar, capacidades técnicas del personal que participará, características del lugar, exactitud de la báscula que se utilizará, facilidades para la realización del muestreo.

**Tabla 2.**

*Premuestreo*

Riesgo	Tamaño de la muestra
0.05	115
0.10	80
0.20	50
0.30	20

*Nota.* Descripción de premuestreo. Obtenido de Centro de Calidad Ambiental. (1992). *Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de la generación* (<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa061.pdf>) consultado el 2 de noviembre de 2024. De dominio público.

Acerca del lugar del estudio, se tiene muy poco conocimiento y considerando limitantes operacionales, se opta por escoger un riesgo de 0.20, para este muestreo preliminar; teniendo como resultado 20 viviendas para el premuestreo como resultado del premuestreo, se determinó la PPC, obteniéndose un valor de 0.20 kilogramos/persona-día.

**3.4. Viviendas**

Con el apoyo de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) se hace la entrega de una carta de información a los habitantes del área urbana, para indicarles todo lo relacionado al presente estudio, así mismo solicitándoles

la colaboración en el mismo se realiza un censo para identificar las familias que participarán en el cálculo de la muestra seguidamente, se identifican las viviendas de las familias, que cuenten con niños menores a 3 años de edad, este es el rango de edad en el que se usa pañales desechables en el municipio de San Miguel Ixtahuacán.

Esta actividad consiste en identificar dichas viviendas con un *sticker* referenciándolas de acuerdo con el croquis municipal con un GPS. De 888 viviendas contabilizadas, se identifican 250, las cuáles se tomarán en cuenta para el cálculo de la muestra el croquis del área urbana se divide en dos zonas, la zona sur y la zona oeste los comercios que venden pañales desechables y toallas sanitarias, también se identifican, se obtiene un resultado de 16 tiendas y 4 farmacias, identificadas y encuestadas.

### **3.5. Caracterización de desechos sólidos**

En este apartado se presenta la fase de caracterización de desechos sólidos que engloba las siete actividades propuestas; antecedentes, socialización, cálculo de la muestra, selección de la muestra, limpieza, recolección de muestras y análisis de muestras, finaliza el presente con el análisis de resultados.

#### **3.5.1. Actividad uno: antecedentes**

En el municipio de San Miguel Ixtahuacán, los desechos que se generan a diario son vertidos a cielo abierto en el basurero municipal, según la Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense (ADIMAM), aproximadamente se genera un promedio de 1.40 toneladas de basura al día la ubicación del basurero municipal se encuentra en:

- Coordenadas  
X = 365401.00  
Y = 1689445.00  
Z = 1943.00
- Ubicación: Cabecera Municipal San Miguel Ixtahuacán

Existe servicio de recolección de basura, por medio del tren de aseo, y la recolección de los desechos se realiza dos días a la semana, martes y viernes.

### Figura 10.

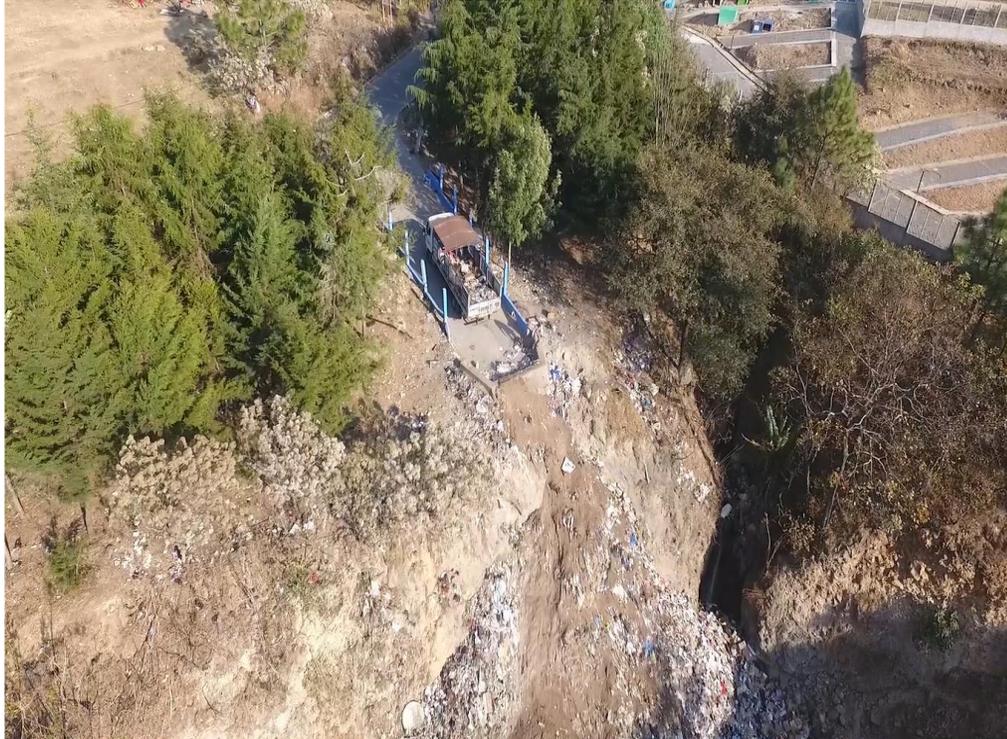
*Tren de aseo municipal*



*Nota.* Fotografía del vehículo utilizado para el tren de aseo municipal. Elaboración propia.

**Figura 11.**

*Basurero municipal a cielo abierto*



*Nota.* Ubicación del lugar utilizado como botadero municipal a cielo abierto. Elaboración propia.

Anteriormente la Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense (ADIMAM), realiza un estudio denominado: *Estudio de factibilidad de tratamiento de desechos sólidos de manera mancomunado*, dicho estudio comprende los municipios que se encuentran en la cobertura de ADIMAM, los cuales son: San José Ojetenam, Tacaná, Tejutla, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos, San Antonio Sacatepéquez, Río Blanco, Concepción Tutuapa, San Lorenzo, Ixchiguán, Comitancillo y San Miguel Ixtahuacán . Al ser un estudio de forma mancomunada, presenta datos de forma general, lo cual da

una idea muy simple de los desechos sólidos que se generan en el municipio de San Miguel Ixtahuacán el estudio no menciona nada acerca de pañales.

### **3.5.2. Actividad dos: socialización**

Previo a la caracterización de los residuos sólidos, se socializa el estudio con las autoridades municipales y comunitarias, siendo los siguientes: el Alcalde y Concejo Municipal, los integrantes de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS); seguidamente con los presidentes de los diferentes Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODE) del municipio, y con la población en general la socialización se llevó a cabo por medio de reuniones, primeramente, con el alcalde y Concejo Municipal, solicitando el apoyo para la realización del presente estudio.

En dicha reunión se contó con la presencia del coordinador de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS); seguidamente se organizaron reuniones con los integrantes de los COCODES del municipio, también se realizó una asamblea general con los habitantes del municipio, y por último se entregó una carta de vivienda en vivienda para informar de este.

**Figura 12.**

*Reunión con OMAS y Oficina Municipal de Servicios Públicos*



*Nota.* Socialización del estudio con OMAS y Oficina Municipal de Servicios Públicos. Elaboración propia.

**Figura 13.**

*Asamblea general con pobladores*



*Nota.* Socialización del estudio con miembros de autoridades comunitarias, y población en general. Elaboración propia.

### **3.5.3. Actividad tres: cálculo de la muestra**

Luego del premuestreo, se procede a calcular el número de muestras, por medio del método estadístico elaboración de encuestas y ejecución de la caracterización de residuos sólidos para determinar la generación y composición de los residuos sólidos, se utilizará el método de recolección de casa por casa para la toma de muestras para la utilización de este método, se toman en cuenta los lineamientos establecidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS), Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos elaborado por el Dr. Sakurai Kunitoshi.

Para seleccionar las muestras por estratos socioeconómicos se deben tomar en cuenta factores como la pobreza y pobreza extrema, según el PDM el municipio presenta un 86.39 % de pobreza y un 32.84 % de pobreza extrema, de acuerdo a esta información se define un solo estrato socioeconómico medio-bajo, ya que es difícil establecer demarcación idónea de los estratos, dado que las colonias no están separadas; y se observa que todas las calles se encuentran pavimentadas, el mayor porcentaje de viviendas cuentan con servicios básicos de agua potable y drenaje sanitario estas características hacen que las diferencias entre estratos sean muy pocas y casi imperceptibles.

En el cálculo del tamaño de la muestra, se utilizará el método del Dr. Sakurai, por medio de la siguiente tabla.

**Tabla 3.***Método del Dr. Kunitoshi Sakurai para el cálculo de la muestra*

		Desviación estándar de las muestras (gr/hab/día)				
		50	100	150	200	250
No. Total de viviendas	500	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	1,000	3.8	15.1	33.4	57.9	87.6
	5,000	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	10,000	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	> 10,000	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

*Nota.* Descripción del Método del Dr. Kunitoshi Sakurai para el cálculo de la muestra. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016) *Guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos.* ([https://reciclaos.com/assets/downloads/1634839935Guia\\_Caracterizaci%C3%B3n\\_de\\_Residuos\\_S%C3%B3lidos\\_Comunes.pdf](https://reciclaos.com/assets/downloads/1634839935Guia_Caracterizaci%C3%B3n_de_Residuos_S%C3%B3lidos_Comunes.pdf)), consultado el 11 de noviembre de 2024. De dominio público.

El municipio de San Miguel Ixtahuacán cuenta con 888 viviendas registradas e identificadas en la municipalidad el área de influencia de este estudio se concentra en aquellas familias que generan desechos correspondientes a los pañales desechables y toallas sanitarias; es decir aquellas familias que tengan niños en edades del rango de 0 a 3 años, y personas de género femenino la identificación de estas familias, se realiza con un censo, en el que se tuvo una participación del 90 % de la población, y que arroja que existen al menos 250 familias con bebés en el rango de edades anteriormente descritos y que por lo tanto generan pañales desechables, en el caso de las toallas sanitarias, se logró identificar que al menos un integrante femenino usa toallas sanitarias.

De acuerdo con los datos obtenidos, se procede a utilizar la tabla para el cálculo de muestra:

**Tabla 4.**

*Cálculo de la muestra*

		Desviación estándar de las muestras (gr/hab/día)				
		50	100	150	200	250
No. Total de viviendas	500	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	1,000	3.8	15.1	33.4	57.9	87.6
	5,000	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	10,000	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	> 10,000	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

*Nota.* Descripción del cálculo de la muestra mediante la desviación estándar de las muestras (gr/hab/día). Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Se aproxima el número total de viviendas de 888 a 1,000 localizando en la tabla da un valor de 57.9 viviendas, dato que se aproxima a 58 o 59 viviendas.

#### **3.5.4. Actividad cuatro: selección de la muestra**

Para la selección de las muestras se utiliza el método de muestreo simple aleatorio, el cual consiste en escoger las viviendas a muestrear del total de viviendas, con ciertas condiciones debido a la naturaleza de este estudio, cada vivienda se escoge de tal modo que cada una tenga la misma posibilidad de salir escogida las condiciones, se fijaron de acuerdo con un censo realizado para poder identificar las viviendas útiles para el presente estudio, las cuales son:

- Familias con niños en un rango de edad de 0 a 3 años
- Familias con al menos una integrante femenina que utilice toallas

sanitarias.

- Disponibilidad de las familias para participar en el estudio

Tomando en cuenta estas condicionantes, el universo se reduce de 888 a 250 viviendas, de acuerdo con el censo realizado, este es el número de viviendas que cumplen con las mismas.

Seleccionadas las viviendas a participar de acuerdo con el método de muestreo simple aleatorio, se procede con los siguientes:

- Se contacta con la familia, para indicar las instrucciones a seguir durante la caracterización de residuos sólidos, haciendo énfasis en que el estudio tendrá una duración de 8 días.
- Identificación de cada una de las viviendas participantes con un *sticker*, el cual contiene el nombre del estudio, un código numérico, los logos de las dependencias municipales que participarán y el logo de la universidad.
- Se hace entrega de la primera bolsa, para que los participantes introduzcan los residuos correspondientes al primer día.

## Figura 14.

*Identificación de viviendas para realización del estudio*



*Nota.* Fotografía del *sticker* utilizado, para la identificación de las viviendas participantes en el estudio. Elaboración propia.

### 3.5.5. Actividad cinco: limpieza

El primer día de la recolección, no se toma en cuenta en la caracterización de residuos sólidos, pues se considera que los participantes introducen residuos que no corresponden a un solo día, si no introducen más de lo habitual, por lo tanto, se recolectan las bolsas y se disponen íntegramente en el botadero municipal.

El personal que participa en la recolección de muestras se identifica con chalecos y pertenece a las siguientes dependencias municipales:

- Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS)
- Oficina de Servicios Públicos Municipales

### 3.5.6. Actividad seis: recolección de muestras

La recolección de muestras se realiza durante ocho días consecutivos, luego del primer día en el cual las muestras se depositan en el botadero municipal, se procede al segundo día, cada bolsa entregada equivale a una muestra; las mismas fueron identificadas con marcador permanente, con el número correlativo que aparece en el *sticker* que fue colocado en las viviendas participantes este estudio se realiza en el mes de octubre del año 2023 la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento y la Oficina de Servicios Públicos Municipales, brindaron el apoyo necesario durante los ocho días que duró la recolección de las muestras los recursos empleados fueron los siguientes:

- Recurso humano
  - 6 recolectores
  - Pilotos
- Equipo de seguridad
  - 64 mascarillas
  - 10 pares de guantes
- Equipo
  - Vehículos pick ups
  - Balanzas
  - 1000 *stickers*
  - Palas
  - Recipientes plásticos
  - Recipiente de metal grande
  - 480 bolsas plásticas

Primer día, se realizó una reunión antes de iniciar la toma de las muestras, en las oficinas de la OMAS, para explicar a los trabajadores municipales que

colaboraron, los lineamientos para llevar a cabo con el mayor de los éxitos las actividades planificadas, las muestras del primer día, se trasladaron directamente al botadero municipal, así mismo se entrega la bolsa para el segundo día. La toma de muestras inicio a las 8.00 a.m., como era de esperar el proceso fue lento, puesto que surgieron algunos inconvenientes, como la falta de personas en algunas viviendas por motivos de trabajo, al final del día se logró recolectar el total de las muestras.

### **Figura 15.**

*Recolección de muestras*



*Nota.* Recolección de muestras en los hogares participantes. Elaboración propia.

Segundo día, se inició a las 8 horas, luego de la recolección de todas las muestras estas fueron llevadas al lugar designado para la caracterización, en algunas viviendas no había ninguna persona que entregara la bolsa, esto ocasiono atrasos en la recolección, puesto que más tarde se tuvo que regresar por la misma. Se prepara el lugar asignado para la caracterización, se determina

la densidad y composición física de los residuos sólidos, el resultado del segundo día corresponde a una producción total de residuos de 115 libras.

También se prepara una muestra para determinar su pH, su porcentaje de humedad y cenizas, dicha muestra se analiza en el laboratorio de química y biología de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos.

Tercer día, se inició a las 8 horas, seguido de la recolección de las muestras, se lleva a cabo la caracterización, que arrojó un resultado de 98 libras.

### **Figura 16.**

*Determinación de la densidad de desechos y residuos sólidos*



*Nota.* Detalle del cálculo de la densidad de desechos y residuos sólidos. Elaboración propia.

Cuarto día, la recolección de las muestras, se realiza de forma normal, sin ningún inconveniente; el resultado del cuarto día es de 103 libras.

**Figura 17.**

*Clasificación de desechos y residuos sólidos*



*Nota.* Clasificación de los residuos sólidos de acuerdo con las categorías. Elaboración propia.

Quinto día, como de costumbre la recolección de muestras inicio a las 8 horas, el resultado fue de 112 libras, persisten los inconvenientes al no encontrar habitantes en todas las viviendas, lo que provoca que después se tenga que regresar a la misma.

Sexto día, el sexto día dio un resultado de 101 libras.

Séptimo día, la recolección de muestras inicia a la misma hora, y transcurre con normalidad, el resultado fue de 103 libras.

**Figura 18.**

*Caracterización de residuos sólidos*



*Nota.* Caracterización de los residuos sólidos. Elaboración propia.

Octavo día, último día de recolección de muestras, se inicia a las 8 horas y se les indica a las familias que ese día termina la recolección y por ende la caracterización, se les agradeció la participación, la producción equivale a 105 libras.

Al finalizar la caracterización de cada día, las muestras fueros descartadas inmediatamente, trasladándolas al basurero municipal a cielo abierto.

## Figura 19.

*Clasificación de residuos sólidos según su categoría*



*Nota.* Clasificación de residuos sólidos de acuerdo con las categorías. Elaboración propia.

### **3.5.7. Actividad siete: análisis de muestras**

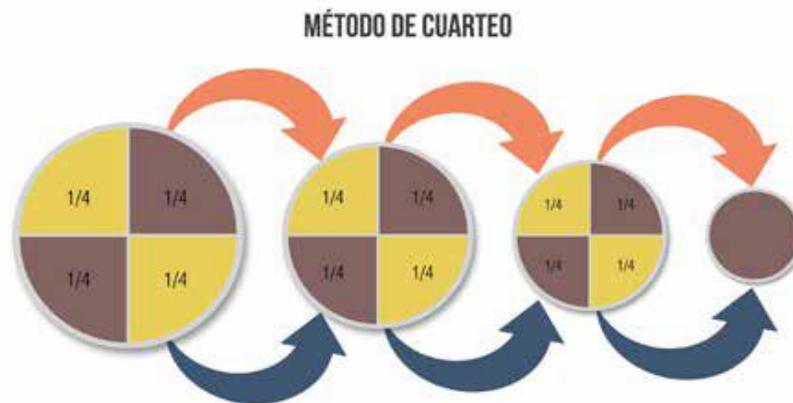
El proceso de análisis de las muestras se registró en una base de datos, anotando el peso de cada bolsa con base en su identificación. Para la caracterización se utilizó el método del cuarteo de la siguiente forma:

- El contenido de cada bolsa se vierte en el área destinada para mezclarla con ayuda de palas.
- Seguidamente se divide en cuatro partes equitativamente
- Se selecciona dos cuartetos opuestos y se retiran los restantes, esto con la finalidad de reducir la muestra.
- La muestra reducida se mezcla de nuevo, y se realiza un nuevo cuarteo y se extraen dos cuartetos opuestos de la muestra.
- El proceso se repite las veces que sea necesario, hasta obtener una

muestra de 100 libras aproximadamente.

**Figura 20.**

*Clasificación de residuos sólidos por categoría*



*Nota.* Visualización del Método del cuarteo. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2018) *Unidad de Relaciones Públicas y Protocolo.* (<https://marn.gob.gt/Multimedios/935.pdf>), consultado el 16 de agosto de 2024. De dominio público.

**3.6. Análisis de resultados**

Finalmente se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos y la propuesta para mejorar el manejo.



## 4. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

### 4.1. Premuestreo

El premuestreo se realiza en un día, en un total de 20 viviendas, ubicadas en el área urbana del municipio, los resultados obtenidos se presentan a continuación.

**Tabla 5.**

*Resultados caracterización premuestreo*

No.	Categoría	Peso (Kg.)	Porcentaje
1	Plástico	3	2.61
2	Papel De Baño	2	1.74
3	Trapos	1	0.87
4	Aluminio	2	1.74
5	Pañales Desechables	5	4.35
6	Toallas Sanitarias	4	3.48
7	Cartón	2	1.74
8	Duroport	1	0.87
9	Nylon	2	1.74
10	Materia Orgánica	4	3.48
11	Vidrio	2	1.74
	Total	28	100.00
	Ppc (Kg/Hab/Día)		0.20

*Nota.* Detalle de los resultados de caracterización de residuos sólidos en el premuestreo. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## 4.2. Composición de residuos sólidos domiciliarios

Se realiza la caracterización de residuos sólidos, con las siguientes categorías para su clasificación:

- Plástico
- Papel de baño
- Trapos
- Aluminio
- Pañales desechables
- Toallas Sanitarias
- Cartón
- Duroport
- Nylon
- Materia orgánica
- Vidrio

**Tabla 6.**

*Resultados de caracterización tercer y cuarto día*

No.	Categoría	Tercer día		Cuarto día	
		Peso (kg)	Porcentaje	Peso (kg)	Porcentaje
1	Plástico	4.55	9.71	2.27	4.46
2	Papel de baño	0.91	1.94	0.45	0.89
3	Trapos	0.00	0.00	2.27	4.46
4	Aluminio	2.27	4.85	6.82	13.39
5	Pañales desechables	5.91	12.62	4.55	8.93
6	Toallas sanitarias	1.36	2.91	0.45	0.89
7	Cartón	0.45	0.97	4.09	8.04

Continuación de la Tabla 6.

8	Duroport	4.09	8.74	3.64	7.14
9	Nylon	5.00	10.68	6.36	12.50
10	Materia orgánica	16.36	34.95	4.09	8.04
11	Vidrio	5.91	12.62	15.91	31.25
Total		46.82	100	50.91	100.00

*Nota.* Resultados de caracterización de residuos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

**Tabla 7.**

*Resultados de caracterización quinto, sexto y séptimo día*

No.	Categoría	Quinto día		Sexto día		Séptimo día	
		Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
1	Plástico	2.73	5.94	3.64	7.77	2.27	4.76
2	Papel de baño	2.27	4.95	1.36	2.91	3.64	7.62
3	Tropos	2.27	4.95	1.36	2.91	4.09	8.57
4	Aluminio	2.27	4.95	1.82	3.88	6.82	14.29
5	Pañales desechables	5.00	10.89	8.18	17.48	11.82	24.76
6	Toallas sanitarias	1.36	2.97	0.91	1.94	2.27	4.76
7	Cartón	1.36	2.97	3.18	6.80	0.45	0.95
8	Duroport	3.64	7.92	0.45	0.97	2.73	5.71
9	Nylon	6.82	14.85	7.73	16.50	0.91	1.90
10	Materia orgánica	13.64	29.70	15.91	33.98	12.73	26.67
11	Vidrio	4.55	9.90	2.27	4.85	0.00	0.00
Total		45.91	100	46.82	100.00	47.73	100.00

*Nota.* Resultados de caracterización de residuos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

**Tabla 8.***Resultados diarios de la PPC por vivienda*

No.	Hab.	Residuos generados por día (kg)								Total (kg)	Frecuencia participación	Ppc (kg/h/día)
		D	L	M	M	J	V	S	D			
1	5	13.64	1.82	3.64	1.36	2.27	1.82	1.82	3.64	16.36	6	0.55
2	3	9.09	1.36	2.27	0.91	1.82	1.36	2.27	0.45	10.45	6	0.58
3	5	9.09	0.91	2.73	0	0.91	2.73	2.27	0.91	10.45	5	0.42
4	4	6.82	0.45	2.27	2.27	3.18	4.09	2.27	1.82	16.36	6	0.68
5	6	4.55	1.36	1.36	3.64	1.82	2.27	3.18	2.73	16.36	6	0.45
6	5	2.27	0.91	1.82	2.27	3.18	2.73	1.82	0	12.73	6	0.42
7	4	6.82	0.91	2.73	2.73	3.64	2.27	2.73	2.27	17.27	6	0.72
8	8	9.09	0.45	2.27	3.64	0	1.82	1.82	1.82	11.82	5	0.3
9	5	11.36	1.36	1.36	2.27	3.18	2.27	2.27	2.27	15	6	0.5
10	5	5.45	0.45	0.91	4.09	1.82	1.82	1.82	1.82	12.73	6	0.42
11	6	4.55	1.36	0.45	2.73	3.64	2.27	4.09	0.45	15	6	0.42
12	3	5	0.91	0	2.27	2.27	1.36	3.18	0.91	10.91	5	0.73
13	5	4.09	1.36	0.45	0.45	1.36	2.27	2.73	1.36	10	6	0.33
14	5	5.45	1.82	1.82	0	0.91	0.45	2.73	0.91	8.64	5	0.35
15	4	9.09	0.91	1.36	1.36	2.73	1.36	2.27	0.91	10.91	6	0.45
16	3	4.55	0.45	0.91	2.73	2.27	2.27	1.82	0.45	10.91	6	0.61
17	4	7.27	1.36	3.18	2.27	3.18	2.73	2.73	0.91	16.36	6	0.68
18	7	6.36	0.91	0.91	0.45	1.36	3.64	1.82	1.82	10.91	6	0.26
19	4	5.45	0.91	0.45	1.82	2.73	1.82	0.45	0.45	8.64	6	0.36
20	11	5.91	0.91	0.45	0	0.91	1.82	1.82	1.36	7.27	5	0.13
21	5	6.82	1.36	2.27	0	0.91	0.91	2.27	1.36	9.09	5	0.36
22	8	5	1.36	1.36	2.27	2.73	2.27	1.36	1.36	12.73	6	0.27
23	4	9.09	1.82	0.91	1.36	2.27	2.73	0.45	0.91	10.45	6	0.44
24	6	9.09	1.82	1.82	3.64	1.82	3.64	2.27	1.36	16.36	6	0.45
25	8	6.82	1.36	1.36	2.27	3.18	2.27	0.91	1.36	12.73	6	0.27

Continuación de la Tabla 8.

No.	Hab.	Residuos generados por día (kg)								Total (kg)	Frecuencia participación	Ppc (kg/h/día)
		D	L	M	M	J	V	S	D			
26	3	5	1.36	1.82	0.45	1.36	2.73	3.64	0.91	12.27	6	0.68
27	3	5.45	1.82	0.91	1.36	2.27	0.45	3.18	0.91	10.91	6	0.61
28	9	8.18	0.91	0.45	1.36	2.27	0.91	1.36	1.82	9.09	6	0.17
29	5	8.64	0.91	0.45	2.27	3.18	1.36	0.45	2.27	10.91	6	0.36
30	5	9.09	0.45	0	1.82	2.73	0	2.27	1.36	8.64	4	0.43
31	4	9.09	0.00	2.27	3.64	1.82	2.27	0.91	0.45	11.36	6	0.47
32	5	13.64	0.00	1.82	1.82	2.73	2.73	0.91	1.36	11.36	6	0.38
33	3	13.64	0.45	0.45	1.36	2.27	3.64	0.45	2.27	10.91	6	0.61
34	5	11.36	0.00	1.82	2.73	3.64	1.36	2.27	2.27	14.09	6	0.47
35	6	6.36	1.82	0.45	2.27	2.27	1.82	1.36	1.36	11.36	6	0.32
36	9	5.91	1.36	0.91	0.45	1.36	0.45	1.82	1.82	8.18	6	0.15
37	7	8.18	0.45	1.36	0.00	0.91	2.27	1.36	1.36	7.73	5	0.22
38	5	7.27	1.36	0.91	0.00	0.91	3.64	1.82	2.73	11.36	5	0.45
39	7	0.00	1.82	0.45	3.18	4.09	1.36	1.36	2.27	14.55	6	0.35
40	4	4.09	1.36	0.45	2.27	2.27	1.82	1.36	0.00	9.55	5	0.48
41	5	4.09	2.73	1.82	0.45	1.36	0.91	2.27	0.91	10.45	6	0.35
42	4	9.09	0.91	1.36	1.36	2.27	0.45	1.82	0.45	8.64	6	0.36
43	6	9.09	2.27	1.36	0.91	1.82	2.73	0.91	2.27	12.27	6	0.34
44	6	6.82	2.27	0.91	1.36	2.73	2.27	3.64	0.00	13.18	5	0.44
45	5	4.55	1.82	0.91	2.27	2.27	0.91	1.36	3.18	12.73	6	0.42
46	6	8.64	1.36	1.36	1.82	1.82	1.82	1.82	0.00	10.00	5	0.33
47	4	11.82	0.91	2.27	0.00	0.91	1.82	0.45	1.36	7.73	5	0.39
48	11	13.64	1.36	2.27	3.64	0.45	2.27	0.00	2.27	12.27	5	0.22
49	6	6.36	1.82	0.91	1.82	2.27	0.45	0.91	0.00	8.18	5	0.27
50	2	6.82	0.91	1.82	2.27	2.27	0.00	1.36	1.36	10.00	5	1.00

Continuación de la Tabla 8.

No.	Hab.	Residuos generados por día (kg)								Total (kg)	Frecuencia participación	Ppc (kg/h/día)
		D	L	M	M	J	V	S	D			
51	2	8.18	0.00	1.82	2.73	2.73	1.36	2.27	0.00	10.91	5	1.09
52	6	10.00	0.00	0.91	1.36	2.73	3.64	2.73	0.00	11.36	5	0.38
53	4	6.82	1.82	2.27	3.64	2.27	0.45	1.82	1.36	13.64	6	0.57
54	4	9.09	0.91	0.91	0.45	0.45	1.82	1.36	0.45	6.36	6	0.27
55	8	4.55	0.91	1.36	2.73	0.00	1.36	1.82	0.91	9.09	5	0.23
56	3	4.55	0.45	2.27	0.91	1.82	2.27	1.36	0.00	9.09	5	0.61
57	5	0.91	1.36	2.27	0.00	0.45	0.00	1.36	0.00	5.45	3	0.36
58	8	0.00	1.36	3.64	0.00	1.36	0.45	2.27	0.00	9.09	4	0.28
59	9	0.00	0.91	0.00	1.36	2.73	0.45	2.27	0.00	7.73	4	0.21
60	5	2.27	1.36	1.36	0.91	1.82	2.27	0.45	0.00	8.18	5	0.33

Nota. Detalle de los resultados obtenidos en la Producción Per cápita. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### 4.2.1. Densidad, potencial de hidrógeno, porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas

La densidad se determina en el lugar donde se realizó la caracterización; para los parámetros de pH, porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas, se solicitó el apoyo del laboratorio de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala los parámetros mencionados, se determinaron analizando muestras de la materia orgánica presente en los residuos sólidos que fueron recolectados en las actividades de caracterización en el área urbana de la cabecera municipal, se realizaron tres mediciones por parámetro, seguidamente un promedio para determinar el valor de cada uno de ellos.

**Tabla 9.**

*Resultados de densidad, pH, humedad y cenizas*

Parámetro	1	2	3	Promedio
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	220	200	155	191.67
Ph	6.3	6.5	5.9	6.23
% humedad	81.5	75.4	77.36	78.09
% cenizas	11.3	12.5	11.6	11.80

*Nota.* Resultados obtenidos en laboratorio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

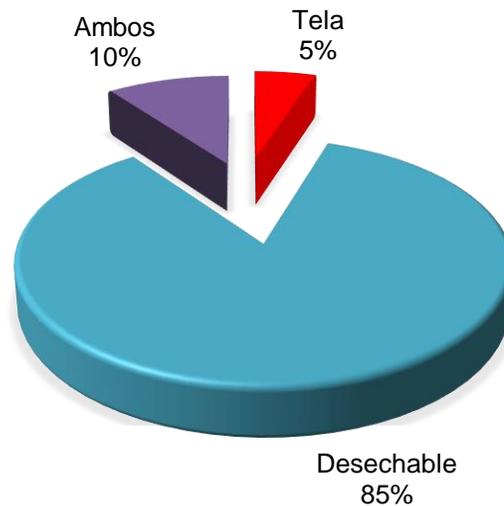
#### **4.3. Resultados de encuesta**

El levantamiento de información relevante para la realización de este estudio se realiza por medio de una encuesta, la misma aborda la percepción de los usuarios con respecto al uso y manejo actual de pañales desechables y toallas sanitarias, en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, se realiza en 59 viviendas identificadas, con los resultados que a continuación se presenta.

Luego de identificar a las familias que tendrían participación en el estudio, se procede a realizar la encuesta y la primera pregunta determina qué tipo de pañal utilizan, a continuación, se presenta gráficas que muestran los resultados de dicha encuesta.

**Figura 21.**

*Tipo de pañal utilizado en San Miguel Ixtahuacán*

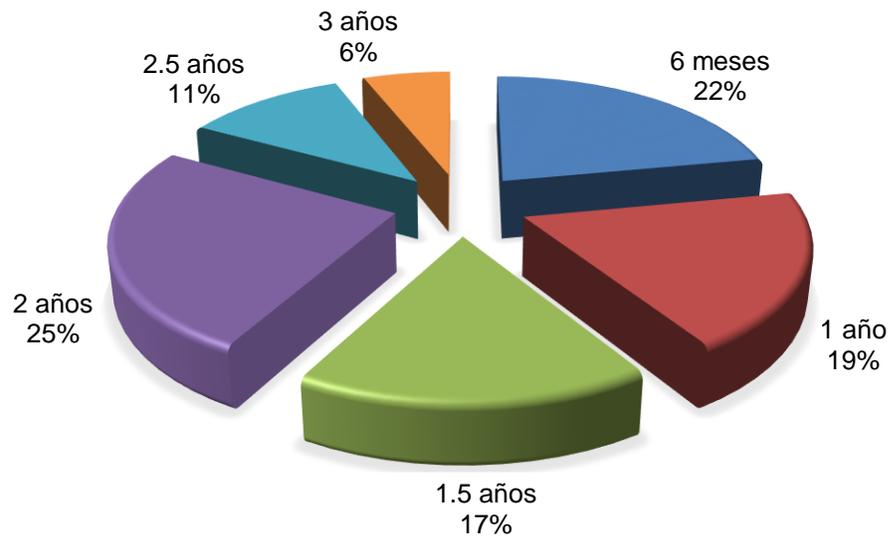


*Nota.* Detalle del tipo de pañal utilizado. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La figura anterior indica que, en la cabecera municipal de San Miguel Ixtahuacán, el 85 % población seleccionada para la muestra utiliza pañales desechables, contra solo un 5 % que utiliza pañales de tela y finalmente un 10 % utiliza ambos tipos de pañales, dicha gráfica representa mayormente, el uso de pañales desechables en la población del municipio.

**Figura 22.**

*Edad de los niños que utilizan pañales*



*Nota.* Edad en que los niños de San Miguel Ixtahuacán utilizan pañales desechables. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La edad en la que los niños del área urbana utilizan pañales, aproximadamente está entre un rango de 0 hasta los 3 años, esto según la Figura 22 por su parte en la Figura 23 se observa, la cantidad de pañales utilizados al día por niño, notando que un considerable 53 % utiliza hasta tres pañales al día.

**Figura 23.**

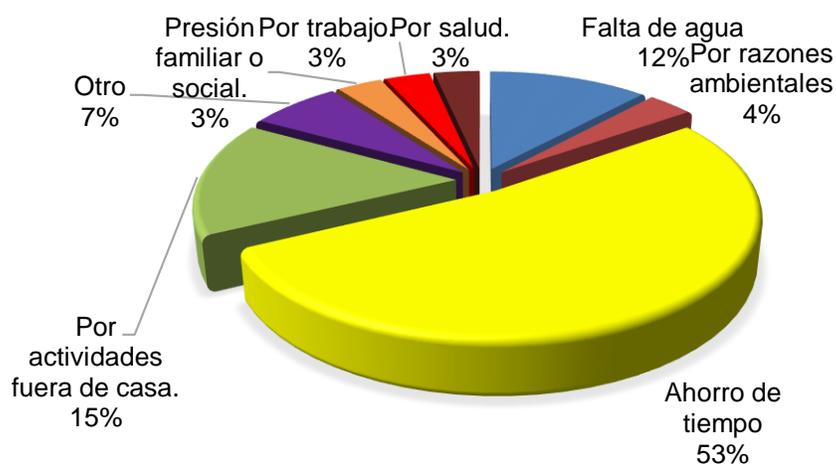
*Número de pañales por niño utilizados al día*



*Nota.* Pañales utilizas al día. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Figura 24.**

*Razones por las que se usa pañal desechable*



*Nota.* Razones por las cuales los padres de familia utilizan pañal desechable. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Con relación a las razones por las que se utiliza pañal desechable, se encuentra que un 53 % responde a que el uso de este implica un ahorro de tiempo, lo cual se puede relacionar con la segunda respuesta que es por actividades fuera de casa, lo cual indica que es de fácil acceso lo que genera comodidad.

**Figura 25.**

*Formas de eliminación de pañal desechable en la calle*



*Nota.* Formas que utiliza los padres de familia para eliminar los pañales desechables. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La Figura 25 indica que, las formas de eliminación de pañales desechables, cuando las personas se encuentran fuera de sus viviendas, corresponden al depósito de estos en el tren de aseo con un 44.1 %, seguido de incineración con un 22 %, con un 18.6 % almacenaje en un recipiente de basura, entre los resultados más sobresalientes la forma de desechar toallas sanitarias, según la Figura 26, un 67.8 % las incinera, un 20.3 % las envía en el tren de aseo.

**Figura 26.**

*Formas de desechar las toallas sanitarias*

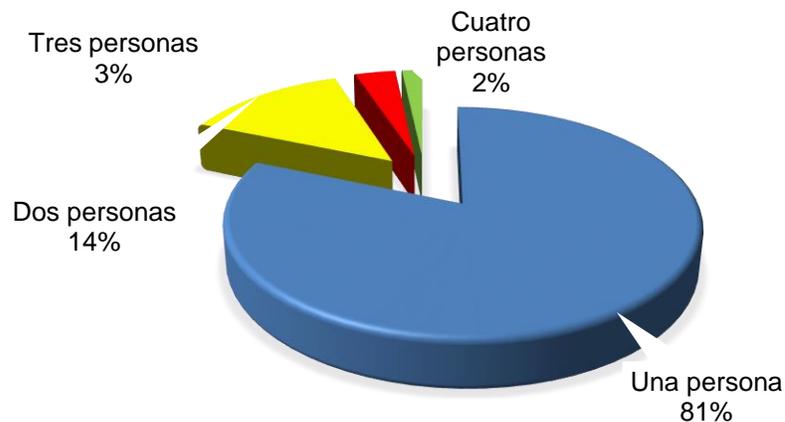


*Nota.* Detalle de lugares donde se desechan las toallas sanitarias. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En cuanto a la proporción de pañales desechables usados por niño, la caracterización indica que el total de niños participantes en el presente estudio es de 64 y la cantidad total de pañales que se utilizan al día, según la encuesta es un total de 200 pañales desechables, lo que da un total de 3.125 pañales/niño/día así mismo sobre el tema de toallas sanitarias, no se recaudó mucha información al respecto, puesto que las participantes no respondieron al requerimiento de la información las gráficas siguientes se refieren a la poca información que se pudo obtener.

**Figura 27.**

*Cuántas personas de su familia utilizan toallas sanitarias*



*Nota.* Detalle de la cantidad de personas que utilizan toallas sanitarias, en los hogares seleccionados. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

De acuerdo con la encuesta, se determina que, de la muestra seleccionada, un 81 % tiene en su familia, al menos una persona que utiliza toallas sanitarias, un 2 % cuatro personas, un 3 % tres personas, y un 14 % dos personas. Según la Figura 27. Finalmente, el censo ayuda a determinar que existen 74 personas que utilizan toallas sanitarias femeninas, a diario, y la cantidad total de toallas usadas al día asciende a una cantidad de 175, por lo que da un resultado de 2.36 toallas/persona/día.



## **5. ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS**

Los pañales desechables en el presente se han convertido en un artículo indispensable en la crianza de niños dentro de la sociedad, estos al ser usados se convierten en residuos sólidos urbanos a los que no se les presta atención y se maneja o se le da una disposición final, como a cualquier otro residuo de origen domiciliario; así mismo las toallas sanitarias, de la misma forma se ha convertido en artículos de uso diario y sin los cuales no se puede imaginar el diario vivir. Generalmente, estos productos ya usados, se envían a rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto, siendo esto formas incorrectas o poco amigables con el medio ambiente, pues al contener heces fecales y restos de material humano, se convierten en focos de contaminación.

El inadecuado manejo de pañales desechables y toallas sanitarias es un problema que aqueja no solo a nivel local, sino a nivel nacional, incluso se podría decir que a nivel mundial.

### **5.1. Composteo en pilas aerobias**

Existe poca información en el tema que genera la problemática de los pañales desechables y toallas sanitarias usados, hasta el momento solo se encuentran unos cuantos estudios para el tratamiento de pañales desechables usados, uno de ellos es el tratamiento biológico por medio de pilas de composteo. A continuación, se describe el procedimiento por seguir para este tipo de tratamiento.

- Los pañales desechables usados se mezclan con residuos de jardinería, las cuales pueden ser; hojas verdes, hojas secas, pasto, entre otros.
- Se montan pilas de un metro cúbico, mismas que contienen los residuos mezclados homogéneamente, con una composición determinada de hojas verdes, pasto suelto y hojas secas; cada pila se envuelve en plástico negro calibre 60 mm para mantenerlas aisladas y propiciar un aumento en la temperatura, el plástico se retira a la cuarta semana del proceso, la prueba dura 3 meses.

**Figura 28.**

*Pilas estáticas a la izquierda sin pañal, a la derecha con pañal*



*Nota.* Pilas aerobias con pañales desechables y desechos vegetales. Elaboración propia.

- Las pilas se voltean de forma manual así mismo son aireadas, para que el proceso se lleve a cabo en buenas condiciones de oxigenación y homogenización el composteo se evalúa al inicio, a los siete días y luego a cada quince días y al finalizar los tres meses, evaluando los siguientes parámetros; pH, nitrógeno total, materia orgánica, relación C/N, reducción de peso y volumen.

Entre los resultados de este proceso, los autores mencionan, que la celulosa presente en los pañales puede ser degradada por medio de este tratamiento, así mismo se reduce el peso en un porcentaje de al menos el 65 %, y el compost obtenido es de buena calidad.

## **5.2. Biodegradación de pañales desechables usados, aplicando el cultivo de seta *Pleurotus ostreatus***

También existe una investigación, en la que se estudia la degradación de pañales desechables, utilizando el cultivo de hongos, específicamente el *Pleurotus ostreatus*, para la misma se utilizan los materiales tales como; semilla de hongos *Pleurotus ostreatus*, pañales desechables usados, paja de arroz picada, viruta, higrómetro, balanza, bolsas plásticas, cúter, alcohol, cal, olla a presión, entre otros. El procedimiento por seguir es; en primer lugar, lavar los sustratos como paja de arroz y viruta, con el fin primordial de eliminar sustancias que no favorecen el cultivo, tratando de que la humedad esté en un rango de 60 a 80 %.

Luego se pesan en medidas adecuadas y se desinfectan en baño maría, se trituran los pañales desechables, eliminando las partes plásticas del mismo, se mezclan los sustratos desinfectados, con las proporciones adecuadas, y cada mezcla colocarla en bolsas plásticas de 1 kilogramo. Las proporciones por usar de cada sustrato pueden ser:

- Viruta = 200 gramos
- Paja de arroz = 200 gramos
- Pañales desechables usados = 500 gramos
- Semilla de hongo, *Pleurotus ostreatus* = 100 gramos

Al respecto Campos (2021) expresa que, también el sustrato puede ser solo con pañales desechables, usando 800 gramos de los mismos y 200 gramos de semillas de hongos *Pleurotus ostreatus* luego de colocar los estratos en cada bolsa, se sella cada bolsa, evitando que quede aire en ellas, se prepara una sala oscura para colocarlas allí, la humedad relativa debe estar en un 60 a 80 %, luego se hace unos orificios en forma de X para el intercambio de gases para que el hongo pueda desarrollarse dos semanas después se evalúa si hay cambios en el proceso, un mes después se pesan las bolsas para compararlas al inicio del proceso luego de tres meses se realizan los cálculos de masa y volumen para compararlas.

De esta forma los resultados muestran que los pañales desechables usados, constituyen un sustrato eficiente para el desarrollo de hongos. Así mismo se reduce el volumen de los pañales desechables como mínimo en un 20 %.

### **5.3. Pañales desechables usados convertidos en material de construcción**

La investigadora de la Universidad de *Kitakyushu* Japón *Siswanti Zuraida* y sus colegas prepararon muestras de hormigón y mortero combinando residuos de pañales desechables lavados, secos y triturados con cemento, arena, grava y agua estas muestras se curaron durante 28 días los autores probaron seis muestras que contenían diferentes proporciones de residuos de pañales para medir cuánta presión podían soportar sin romperse. A continuación, calcularon la proporción máxima de arena que podía sustituirse por pañales desechables en una serie de materiales de construcción que serían necesarios para construir una casa con una superficie de 36 metros cuadrados que cumpliera las normas de construcción indonesias.

En el artículo LAVOZ (2024), escribieron que los residuos de pañales desechables podían sustituir hasta el 10 % de la arena necesaria para el hormigón utilizado para formar columnas y vigas en una casa de tres plantas. Esta proporción aumentaba hasta el 27 % de la arena necesaria para las columnas y vigas de hormigón de una casa de una sola planta hasta el 40 % de la arena necesaria para el mortero de tabiques puede sustituirse por pañales desechables, frente al 9 % de la arena del mortero para suelos y pavimentos de jardines hasta el 8 % de la arena de todos los materiales de construcción de hormigón y mortero necesarios para construir una casa de una sola planta con una superficie de 36 metros cuadrados puede sustituirse por residuos de pañales desechables equivale a 1.7 metros.

Los autores señalan que una aplicación más amplia de sus conclusiones exigiría la participación de las partes interesadas de la administración y el tratamiento de residuos en el desarrollo de procesos de recogida, higienización y trituración a gran escala de los residuos de pañales. Además, habría que modificar la normativa de construcción para permitir el uso de residuos de pañales como material de construcción.

#### **5.4. Incineración de pañales desechables**

Otra alternativa para la disposición o desecho de pañales desechables y toallas sanitarias usadas es la incineración, podría decirse que es la más usada a nivel local e incluso a nivel nacional esta debe hacerse en un entorno controlado y apropiado, haciendo uso de incineradores, las combustiones de estos no forman productos de emisión tóxica inusuales o únicos.

## **5.5. Compostaje y biogasificación**

También menciona el artículo LAVOZ (2024) que, el compostaje y la biogasificación se aprovechan de la biodegradabilidad inherente de los residuos orgánicos en tales instalaciones, los desechos de jardines, desechos de alimentos y desechos de papel no reciclados se pueden descomponer en dióxido de carbono, agua y compost, un material similar a la tierra los estudios demuestran que los pañales son compatibles con sistemas de compostaje municipal a gran escala, que tienen la capacidad de mantener temperaturas adecuadas para el control de patógenos y tienen el equipo para eliminar plásticos y otros materiales no compostables los pañales no se deben utilizar en el compostaje doméstico.

## **5.6. Reciclaje**

Es técnicamente posible coger un pañal, descomponerlo y recuperar algunos componentes. Hay pocas empresas experimentando para conseguir que este tipo de recuperación sea económicamente factible. Los principales retos a los que se enfrenta una empresa o una ciudad para reciclar productos de higiene absorbente son: el coste de recoger la fracción relativamente pequeña de desechos domésticos por separado de otros desechos; e identificar qué partes del plástico recuperado o de la biomasa tienen suficiente valor de mercado en su área.

En el municipio de San Miguel Ixtahuacán, no se sabe con certeza la cantidad de desechos sólidos que recolecta el tren de aseo, esto se debe a que no existe un control de la cantidad que a diario se recoge; de acuerdo con los datos de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, se estima que en promedio se vierten cinco toneladas de residuos sólidos al día al vertedero de cielo abierto.

Si la generación de pañales y toallas desechables corresponde a un quince por ciento, aproximado; esto quiere decir que en promedio se vierte casi una tonelada de estos desechos a diario.



## **6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Premuestreo**

La municipalidad tiene registro de 888 viviendas identificadas en el área urbana del municipio las viviendas con niños menores de 3 años; se contabilizan en 250; dicha información se obtiene por medio de la realización de un censo en el área urbana del municipio.

### **6.2. Producción per cápita PPC**

La producción de residuos sólidos, para el premuestreo da como resultado en promedio 0.20 Kg/habitante/día, de acuerdo a los resultados de la caracterización se puede promediar este dato, obteniendo un valor de 0.38 Kg/habitante/día, comparando ambos resultados con un cálculo obtenido por la Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense (ADIMAM), se observa una variación, que puede interpretarse como mínima, aun así estos valores pueden indicar que la población practica hábitos de consumo responsable, este dato puede significar también, que no se genera términos de impacto ambiental.

**Tabla 10.***Valores de PPC del departamento de San Marcos*

Municipio de estudio	PPC
	Kg/habitantedía
San José Ojetenam	0.54
Tacaná	0.84
Tejutla	0.75
San Miguel Ixtahuacán	0.38
San Rafael Pie de la Cuesta	1.1
San Marcos	0.83
San Antonio Sacatepéquez	0.48
Río Blanco	0.99
Concepción Tutuapa	0.3
San Lorenzo	1.01
Ixchiguán	0.6
Sipacapa	0.43
Comitancillo	1.04

*Nota.* Detalle de los valores de la producción per cápita de residuos sólidos, de municipios del altiplano marqués. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La tabla anterior, muestra los valores de la producción per cápita, de los municipios del altiplano del departamento de San Marcos, y corresponden a un estudio previamente realizado por ADIMAM, a excepción del municipio de San Miguel Ixtahuacán el cual posee el promedio calculado durante los días de caracterización comparando éstos valores, se aprecia que el municipio de San Miguel Ixtahuacán es el segundo municipio que menos desechos genera, podría inferirse que esto se debe a que existe un grado moderado de consumismo en los últimos años, existe un desarrollo, pero moderado hasta cierto grado.

Es posible que durante el tiempo de caracterización existan modificaciones en los patrones de consumo y generación de desechos en el

municipio a lo largo del estudio de caracterización la producción de residuos sólidos por habitante fue variando abruptamente, con un valor mínimo de 0.13 Kg/hab/día a un máximo de 1.09 kg/hab/día, lo cual para la región es un valor bastante elevado, como factores influyentes en este valor máximo se pueden mencionar los siguientes:

- Patrones inconsistentes de consumo y generación de residuos y desechos sólidos entre la población.
- La variación exagerada, también podría deberse a la participación de la población, puesto que no se logra un cien por ciento, de participación.
- Es posible que los participantes hayan influido en el proceso de caracterización, aprovechando la recolección diaria para deshacerse, de objetos y materiales que ya no son útiles.

### 6.2.1. Variación de la producción per cápita PPC

En la siguiente tabla se presentan las variaciones que tuvo la producción per cápita, durante los días de la caracterización.

**Tabla 11.**

*Variación de la producción per cápita*

Día	Ppc (kg/habitante/día)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Lunes	0.091	0.43	1
Martes	0.09	0.51	1.64
Miércoles	0.089	0.44	1.45
Jueves	0.091	0.54	1.63

Continuación de la Tabla 11.

Día	Ppc (kg/habitante/día)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Viernes	0.092	0.48	1.9
Sábado	0.091	0.45	1.4
Domingo	0.09	0.32	0.95

*Nota.* Detalle de la variación de la producción per cápita, durante el estudio de caracterización. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La tabla anterior refleja que, el mínimo valor de producción per cápita por habitante al día, se mantiene constante durante los días que se realizó la caracterización, el valor máximo si presenta diferencias con respecto a los días de estudio, los valores medios son aproximadamente similares.

### **6.3. Comercialización de pañales desechables y toallas sanitarias**

En cuanto a la comercialización de pañales desechables y toallas sanitarias, de 20 comercios, los resultados obtenidos se reflejan a continuación:

- 16 tiendas: de las cuales 14 venden pañales desechables y toallas sanitarias, 1 no vende ninguno de los dos artículos, y 1 no vende pañales desechables, pero si vende toallas sanitarias.
- 4 farmacias: 3 de las cuales, si venden pañales desechables y toallas sanitarias y una que no vende pañales desechables, pero si toallas sanitarias.

**Tabla 12.***Comercialización de pañales desechables y toallas sanitarias*

No.	Tienda o farmacia	Ventas al día en unidades	
		Pañales desechables	Toallas Sanitarias
1	Tienda 1	N/V	3
2	Tienda 2	N/V	N/V
3	Tienda 3	6	2
4	Tienda 4	20	4
5	Tienda 5	18	10
6	Tienda 6	15	20
7	Tienda 7	5	2
8	Tienda 8	3	3
9	Tienda 9	5	6
10	Tienda 10	2	2
11	Tienda 11	2	3
12	Tienda 12	10	2
13	Tienda 13	4	1
14	Tienda 14	15	15
15	Tienda 15	10	25
16	Tienda 16	5	1
17	Farmacia 1	N/V	N/V
18	Farmacia 2	2	3
19	Farmacia 3	15	20
20	Farmacia 4	3	2
	Total	140	124

*Nota.* Detalle del total de comercios que venden pañales desechables y toallas sanitarias. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Existen más tiendas y farmacias, que se rehusaron a participar de acuerdo a los resultados obtenidos, en los comercios al día se venden aproximadamente un total de 140 pañales desechables y 124 toallas sanitarias, teniendo un promedio de 7 pañales al día/comercio y 6.2 toallas sanitarias/comercio en ventas al día en promedio son 5 marcas las que generalmente se comercializan en el municipio estos resultados indican que existe un comportamiento que describe

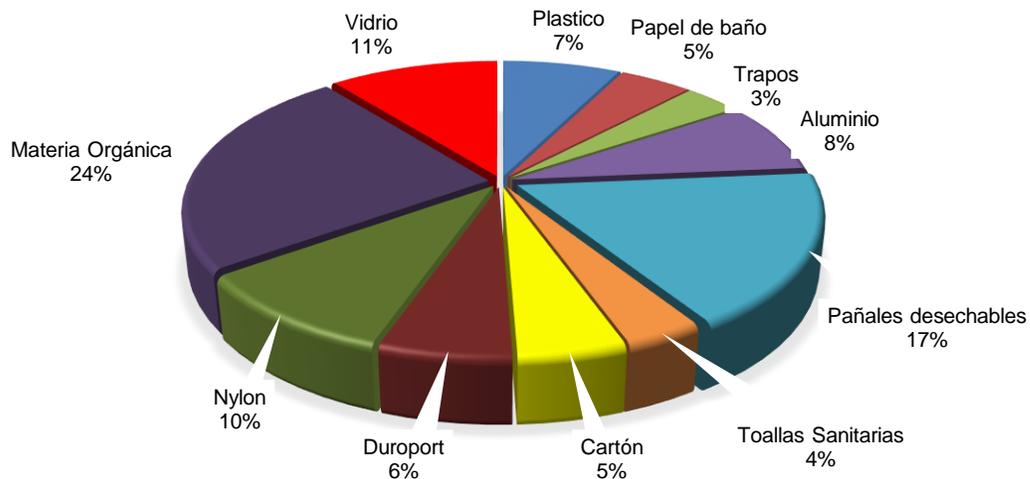
una demanda constante de pañales desechables y toallas sanitarias, en las tiendas y farmacias que participaron en el presente estudio, pues la mayoría de estos comercios venden al menos un producto de estos dos; lo cual refleja la popularidad y la necesidad entre los consumidores.

#### 6.4. Composición de los residuos sólidos domiciliarios

La composición de los residuos sólidos que se obtuvieron a partir de la caracterización, en la siguiente gráfica se observa el promedio de estos residuos sólidos.

**Figura 29.**

*Composición de los residuos sólidos domiciliarios*



*Nota.* Resultado promedio del estudio de caracterización de residuos sólidos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En promedio se encuentra que un 11 % corresponde a vidrio, un 7 % a plástico, 5 % de cartón y un 8 % de aluminio, estos residuos tienen potencial de reciclaje, puesto que pueden ser reaprovechados mediante técnicas adecuadas el papel de baño corresponde a un 5 % del total de residuos sólidos difícilmente sea un residuo reaprovechable por su parte la materia orgánica es de un 24 % este porcentaje sugiere que puede ser utilizada para la implementación de aboneras. Así mismo un 10 % corresponde a nylon, un 6 % a duroport, trapos con un 3 %, posiblemente el duroport se puede reciclar, pero es un porcentaje menor específicamente en lo que respecta al objeto de esta investigación, se aprecia que los pañales desechables ocupan un 17 % mientras que las toallas sanitarias un 4 %.

Lo cual suma entre los dos un 21 %, lo cual es un porcentaje considerado alto, lo que quiere decir que estos productos son muy demandados en el municipio de San Miguel Ixtahuacán. A su vez esto refleja la necesidad de implementar medidas para reducir el daño que estos puedan provocar al medio ambiente, tales como educación ambiental para concientizar a la población sobre la necesidad de promover alternativas más sostenibles, el alto porcentaje sugiere que puede utilizar cualquiera de los métodos descritos en el capítulo cinco, para el tratamiento y disposición final de estos.

En resumen, los resultados de la caracterización reflejan la necesidad de implementar medidas para la gestión de residuos sólidos en el municipio, esto con el fin de reducir el impacto negativo ambiental.

**Tabla 13.***Composición de desechos sólidos*

No.	Categorías	San Miguel	Promedio en Guatemala
		Ixtahuacán	%
1	Plástico	7.46	9.00
2	Papel de baño	4.61	-
3	Trapos	3.53	-
4	Aluminio	8.01	1.00
5	Pañales desechables	17.37	14.00
6	Toallas sanitarias	3.53	-
7	Cartón	4.88	6.00
8	Duroport	5.97	-
9	Nylon	9.77	-
10	Materia orgánica	24.15	53.00
11	Vidrio	10.72	2.00

*Nota.* Comparación de resultado de estudio de caracterización con el promedio a nivel nacional.

Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**Tabla 14.***Composición de desechos sólidos en altiplano marquense*

No.	Categorías	%
	Materia orgánica	63
1	Papel y cartón	17
2	Textiles	3
3	Madera y follaje	11
4	Restos de alimentos	19
5	Restos agrícolas	2
6	Tierra	1
7	Cuero	2
8	Otros	8

Continuación de la Tabla 14.

No.	Categorías	%
9	Materia inorgánica	37
10	Plásticos	23
11	Metales ferrosos	2
12	Metales no ferrosos	4
13	Vidrio	5
Total		100

*Nota.* Detalles de la composición de desechos sólidos en municipios del altiplano marquense. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Comparando los resultados del estudio de caracterización, en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, con los datos contenidos representado el promedio de la composición de los residuos y desechos sólidos comunes en Guatemala, de acuerdo a la guía práctica para la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos en estos se puede apreciar un parecido en lo que respecta a plástico y cartón con respecto a pañales desechables en la guía antes mencionada agrupan papel de baño, pañales desechables y toallas sanitarias, lo que al hacer lo mismo con los resultados de la caracterización aumenta de forma considerable notando una diferencia entre caracterización y guía.

En donde existe una gran diferencia es, con respecto a materia orgánica, vidrio y aluminio las demás categorías no las incluye la guía el estudio realizado por ADIMAM, se exponen los resultados, categorizando los residuos sólidos en subcategorías y resumiendo en residuos orgánicos e inorgánicos en la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en el presente estudio, y se comparan con los municipios del altiplano marquense, así como el promedio de la mancomunidad de ADIMAM

**Tabla 15.***Composición de desechos sólidos en el altiplano*

No.	Municipio	Residuos Orgánicos (%)	Residuos Orgánicos (%)
1	San Miguel Ixtahuacán	58	42
2	Río blanco	52	48
3	San lorenzo	52	48
4	San Rafael Pie de la Cuesta	43	47
5	San Antonio Sacatepéquez	26	74
6	San Marcos	68	32
7	Concepción Tutuapa	63	37
8	Tejutla	63	37
9	Comitancillo	63	37
10	Tacaná	68	32
11	Ixchiguán	68	32
12	San José Ojetenam	68	32
13	Promedio mancomunidad	63	37

*Nota.* Composición de los desechos sólidos en municipios del altiplano marquense. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Comparando los resultados obtenidos en San Miguel Ixtahuacán, con los municipios de Río Blanco, San Lorenzo, San Rafael Pie de la Cuesta, San Antonio Sacatepéquez, no existe una variación que puede considerarse no significativa, este resultado podría indicar un patrón de consumismo y generación de residuos sólidos, parecidos por contraparte al comparar con los municipios de Concepción Tutuapa, Tejutla, Comitancillo, Tacaná, Ixchiguán San José Ojetenam y con el promedio de la mancomunidad, los resultados varían en al menos un 5 %, lo que supondría que los patrones de consumo y generación de residuos, no son parecidos entre sí.

## **7. LINEAMIENTOS MUNICIPALES PARA EL MANEJO DE PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL IXTAHUACÁN**

Existen varias opciones para la disposición final de residuos sólidos, actualmente estos son depositados en un depósito o basurero a cielo abierto, esto requiere una operación y mantenimiento mínimo, pero es altamente perjudicial, al generar lixiviados y vectores que comprometan la salud de las personas y el medio ambiente la finalidad del presente estudio, se centra en determinar cifras que reflejen el uso de pañales desechable y toallas sanitarias, para que esto influya en la toma de decisiones, acerca del tema de desechos y residuos sólidos.

Con base en los resultados obtenidos se propone una serie de acciones, para mitigar los daños al medio ambiente y la salud humana, que la mala gestión ya ocasiona en el municipio.

- Generación
- Almacenamiento
- Recolección
- Transporte
- Tratamiento
- Disposición final

## 7.1. Separación

Actualmente la recolección de los desechos sólidos se realiza sin ninguna separación o clasificación de la basura, una acción primaria y fundamental es que la municipalidad empiece por la clasificación de los desechos y residuos sólidos comunes con base en el reglamento para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se propone la siguiente clasificación, así como también un código de colores para identificarlos.

- Clasificación primaria
  - Desechos o residuos orgánicos
  - Desechos o residuos inorgánicos
  
- Clasificación secundaria/ recipiente color
  - Papel y cartón Azul
  - Vidrio Rojo
  - Plástico Gris
  - Metal Negro
  - Pañales desechables y toallas sanitarias Amarillo

Para los desechos o residuos orgánicos, se propone un recipiente de color verde aun cuando en un futuro cercano, no se implemente un relleno sanitario, en el municipio, la separación se visualiza como un buen ejercicio y sentar las bases para un manejo integral de los desechos y residuos sólidos.

### **7.1.1. Pañales desechables y toallas sanitarias**

De acuerdo con las opciones de tratamiento para los pañales desechables y toallas sanitarias, las cuales se enumeran en:

- Composteo en pilas aerobias
- Biodegradación de pañales desechables usados aplicando el cultivo de seta *Pleurotus ostreatus*.
- Pañales desechables usados convertidos en material de construcción
- Incineración de pañales desechables
- Compostaje y biogasificación
- Reciclaje

En lo que respecta a papel y cartón, vidrio, plástico y metal, estos residuos pueden reciclarse y tienen un potencial de reúso, vendiéndolos para generar ingreso y disminuir los contaminantes de todas las propuestas, se visualiza el composteo en pilas aerobias, como una opción real a ejecutar, para reducir su volumen y el impacto negativo en el medio ambiente y como consecuencia en la salud humana este composteo no necesita de mayor inversión, únicamente un espacio amplio y mano de obra, misma que la municipalidad deberá implementar las demás opciones se visualizan como más complicadas de ejecutar dado que requieren de logística, mayor inversión, por lo tanto, se descartan.

### **7.2. Generación**

Se recomienda reducir en la fuente, para minimizar la cantidad diaria de residuos y desechos sólidos esto requiere de campañas de sociabilización y concientización, así como educación sanitaria, para intentar cambiar el pensamiento de los pobladores, y a su vez el comportamiento, de forma gradual. Al final de cuentas es la población quien tendrá que reflejar, un cambio positivo

en bien del municipio, puesto que son ellos quienes ejecutarán las acciones al cien por ciento.

### **7.3. Recolección y transporte**

Para la recolección, la municipalidad debe priorizar el transporte, ya sea por medio de más camiones o vehículos; actualmente solo un camión utiliza el tren de aseo, mismo que no se da abasto.

### **7.4. Tratamiento**

Parte de los lineamientos municipales para el manejo de pañales desechables y toallas sanitarias para el municipio de San Miguel Ixtahuacán, reside en el proceso de reciclaje como parte de la separación, generación, recolección y transporte, tratamiento para la disposición final.

#### **7.4.1. Reciclaje**

Para el reciclaje, como anteriormente se mencionó, existe un potencial para el reciclaje, puesto que el plástico el papel y cartón, el aluminio, constituyen más del 31 % de los residuos totales si se logra reciclar el material que tiene potencial para el mismo, esto generaría una reducción bastante significativa en el volumen diario de residuos sólidos para los pañales desechables y toallas sanitarias, como se mencionó anteriormente, se propone el composteo en pilas aerobias.

## **7.5. Disposición final**

Para la disposición final se propone la construcción de un relleno sanitario, ya sea a mediano o largo plazo, este tema es parte fundamental, puesto que, si se llega a concretar, la planta de tratamiento de residuos sólidos entraría en funcionamiento.



## CONCLUSIONES

1. La producción de pañales desechables y toallas sanitarias usados en conjunto suma un aproximado de 21 % lo que sobrepasa el rango establecido para los residuos sólidos comunes en el país de Guatemala, este porcentaje es alto.
2. En el municipio de San Miguel Ixtahuacán, diariamente se venden aproximadamente un total de 140 pañales desechables y 124 toallas sanitarias, teniendo un promedio de 7 pañales al día/comercio y 6.2 toallas sanitarias/comercio en ventas al día.
3. El número total de viviendas identificadas en el censo es de 888, determinando que unas 250 utilizan pañales desechables y toallas sanitarias.
4. Los lineamientos municipales por implementar deberían considerar los aspectos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, como tratamiento se concluye que el método adecuado es el de composteo en pilas aerobias, que no es más que un tratamiento biológico y que puede llegar a reducir el peso de los pañales desechables y toallas usados hasta en un 65 %.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar campañas municipales, de concientización sobre la importancia de reducir la generación de residuos sólidos, así como también fomentar buenas prácticas con respecto al tema de residuos sólidos.
2. Fomentar la reducción de desechos y residuos sólidos desde su generación, mediante reciclaje o el reaprovechamiento de materiales que así lo permitan.
3. Planificar programas de reciclaje y separación de residuos sólidos, designando depósitos adecuados para pañales desechables y toallas sanitarias
4. Iniciar campañas de educación sanitaria dentro de los centros educativos del municipio, de forma que los estudiantes puedan replicar esta educación con sus familiares.



## REFERENCIAS

- Asociación de Desarrollo Integral de Municipalidades del Altiplano Marquense [ADIMAM]. (2018). *Estudio de factibilidad de tratamiento de desechos sólidos de manera mancomunada*. Guatemala.
- Campos, G. (2021). *Biodegradación de pañales desechables usados aplicando el cultivo de seta (Pleurotus ostreatus) para disminuir la contaminación ambiental, Chiclayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional.
- Concejo Municipal Municipio de San Miguel Ixtahuacán. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial*. Guatemala: Concejo Municipal Municipio de Comitancillo, San Marcos, Guatemala.
- Figuroa, L. y García, J. (2014). *Gestión integral de residuos sólidos con énfasis en residuos susceptibles a valorización y disposición final, para la cabecera departamental de Jalapa*. [Tesis de postgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.
- Guillén, L. R. (2013). *Historia de los pañales desechables*. Reproducción Asistida ORG. <https://www.reproduccionasistida.org/historia-de-los-panales-desechables/>
- LAVOZ. (2024). *Convierten los pañales usados en un nuevo material de construcción*. Autor. <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/convierten-a-los-panales-usados-en-un-nuevo-material-de-construccion/>

Leoni, A. (2019). *Caracterización de pañales desechables en las aldeas de Maquivil y Chilive, del municipio de San Miguel Ixtahuacán*. [Tesis de postgrado, Universidad Técnica de Dinamarca en Copenhague]. Repositorio institucional.

López, K. (2007) *Estructuración de un sistema de control de calidad de una planta productora de absorbentes higiénicos, (pañales desechables y toallas sanitarias)*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

López, K. L. (2018). *Composición de un pañal desechable*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/98247149/Composicion-de-los-panales-desechables>

MARN (2015). *Política Nacional para la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos*. Autor.

Muñoz, P. (2017). *Manejo integral de residuos sólidos, determinando su fracción valorizable y estableciendo lineamientos para la disposición final para la planta de una industria de fabricación de agroquímicos*. [Tesis de postgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Toallas sanitarias para frenar la contaminación*. ONU. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/toallas-sanitarias-para-frenar-la-contaminacion>

Pessi, M. (2010). Tabú y publicidad el titular en avisos publicitarios gráficos de productos para el período menstrual 1955. *Revista Electrónica de Estudios Filológicos*. 19(34) 1577-6921.

Raudales, R. y Grádiz, B. (2012). *Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pínula*. [Tesis de postgrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional.

Reinhardt, J. (2018). *La fascinante historia de los pañales de tela y los desechables*. Crianza Natural. [https://www.crianzanatural.com/documentos/Fascinante-historia-panales-de-tela-y-desechables\\_art342](https://www.crianzanatural.com/documentos/Fascinante-historia-panales-de-tela-y-desechables_art342)

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial San Miguel Ixtahuacan, San Marcos*. [https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/1205\\_PDM\\_OT\\_SAN\\_MIGUEL\\_IXTAHUACA\\_N.pdf](https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/1205_PDM_OT_SAN_MIGUEL_IXTAHUACA_N.pdf)

Tchobanoglous, G. (1982). *Desechos sólidos, principios de ingeniería y administración*. McGraw-Hill.



## APÉNDICES

### **Apéndice 1.**

*Página inicial*

San Miguel Ixtahuacán, San Marcos agosto de 2023

Estimado Vecino.

Presente.

Nos dirigimos a usted de manera atenta, deseándole éxitos y bendiciones en sus actividades diarias.

Por este medio se le informa que por parte de la municipalidad se estará realizando un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios, específicamente en el tema de pañales desechables y toallas sanitarias, con el fin de determinar cantidades en cuanto a su uso diario.

Por lo cual SOLICITAMOS: Su participación y colaboración en la actividad anteriormente mencionada de la siguiente manera:

- a. Visita a su domicilio para su empadronamiento y participación en reuniones cuando sea necesario. (En las viviendas que resulten seleccionadas para participar en dicho estudio).
- b. Encuesta a un representante del hogar, para solicitarles información respecto al servicio de limpieza pública.

Continuación del Apéndice 1.

- c. Participación en el Estudio de Caracterización, con la entrega de sus residuos en las bolsas codificadas que le serán entregadas durante 7 a 9 días seguidos.

Para lograr nuestro objetivo se contará con personal debidamente identificado para realizar las actividades anteriormente mencionadas. Agradeciendo de antemano su favorable respuesta, nos suscribimos de usted.

Atentamente.

Oficina Municipal de Vo. Bo. alcalde Municipal Agua y Saneamiento

Identificación de viviendas con *stickers*



*Nota.* En esta figura se detallan los datos de identificación. Elaboración propia, realizado con Word.

## Apéndice 2.

*Sticker para identificación de las viviendas*



*Nota.* Fotografía del *sticker* utilizado, para la identificación de las viviendas participantes en el estudio. Elaboración propia.

