

# HUMANIDADES, CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN PUEBLA

ACADEMIA JOURNALS



OPUS PRO SCIENTIA ET STUDIUM

ISSN 2644-0903 online

VOL. 2, NO. 1, 2020

[WWW.ACADEMIAJOURNALS.COM](http://WWW.ACADEMIAJOURNALS.COM)

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN AUSPICIADO POR EL CONVENIO CONCYTEP-ACADEMIA JOURNALS



JOSÉ EDUARDO MARTÍN DEL CAMPO GARCÍA

ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA

UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

COMITÉ SUPERVISOR:

DRA. MARÍA EUGENIA IBARRARÁN VINIEGRA

DRA. CLAUDIA MALCÓN CERVERA

DRA. ROSA MARÍA MAIMONE CELORIO

NÚMERO DE SECUENCIA 2-44

**Título de la investigación**

**Estrategias para la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Puebla**

**Miembros del comité supervisor**

**Dra. María Eugenia Ibarrarán Viniegra**

**Dra. Claudia Malcón Cervera**

**Dra. Rosa María Maimone Celorio**

**Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla**

**Centro Interdisciplinario de Posgrados**

**Investigación y Consultoría**

**Departamento de Ingeniería**

**Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología**

**Fecha de aprobación**

**1 de Julio de 2020**

**Grado académico**

**Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología**

**Presenta**

**José Eduardo Martín del Campo García**

## **Estrategias para la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Puebla**

**José Eduardo Martín del Campo García**

### **RESUMEN**

La gestión de residuos sólidos municipales es un problema multidimensional que involucra factores ambientales, socioculturales, legales, institucionales, económicos y tecnológicos. Requiere de la participación ciudadana, sector privado y gobierno, sistemas de control y evaluación del impacto real. La presente investigación presenta un marco teórico de RSU y una revisión literaria de casos de éxito en la implementación de planes o programas de gestión de RSU en el mundo, seguido de un análisis de la situación en el municipio de Puebla. El objetivo general es identificar elementos clave que se requieren para el desarrollo e implementación de estrategias en la gestión de RSU del municipio de Puebla. Para ello, se aplicó un modelo de ecuaciones estructurales para identificar los factores clave que influyen en la voluntad de los ciudadanos para participar en la separación y reciclaje de residuos. Los datos se obtuvieron a través de la aplicación de encuestas y literatura científica. Los resultados obtenidos indican que los programas actuales influyen en un 25% en la intención de reciclar y un 13% en el comportamiento para reciclar. A partir de la problemática del municipio de Puebla y considerando los resultados, el diagnóstico y elementos de influencia social, se proponen cinco estrategias que han dado resultados positivos en algunas ciudades del mundo y que podrían funcionar para el municipio.

**Palabras clave:** Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Estrategias

## **Strategies for Municipal Solid Waste Management in the Municipality of Puebla**

**José Eduardo Martín del Campo García**

### **ABSTRACT**

Municipal Solid Waste Management (MSWM) is a multidimensional problem that involves environmental, socio-cultural, legal, institutional, economic and technological factors. It requires citizen, private sector and government participation, control systems and evaluation of real impact. This research presents a theoretical framework of MSWM and a literary review of successful cases in the implementation of MSW management plans or programs around the world, followed by an analysis of the situation in the municipality of Puebla. The overall objective is to identify key elements required for the development and implementation of strategies in MSW management in the municipality of Puebla. Towards this end, a structural equation model was applied to identify the key factors influencing the environmental willingness of citizens to participate in waste separation and recycling. The data was obtained through the application of surveys from scientific literature. The results obtained indicate that current programs influence 25% of the intention to recycle and 13% of the behavior to recycle. Based on the problems of the municipality of Puebla and considering the results, the diagnosis and elements of social influence, five strategies are proposed that have given positive results in some cities of the world and that could work for the municipality.

**Keywords:** Municipal Solid Waste Management, Strategies

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## ABSTRACT

## INTRODUCCIÓN

<b>CAPÍTULO 1. TEORÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Residuos</b>	<b>1</b>
1.1.1 Los Residuos a través de la historia	2
<b>1.2 Clasificación y composición de los RSU</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tratamiento de los RSU</b>	<b>6</b>
1.3.1 Relleno sanitario	6
1.3.2 Reciclado	7
1.3.2.1 PET	8
1.3.2.2 PEAD	9
1.3.2.3 FILM	10
1.3.2.4 Plástico mezcla	10
1.3.2.5 Cartón	12
1.3.2.6 Acero y aluminio	12
1.3.2.8 Textil	14
1.3.3 Compostaje y biometanización	14
1.3.4 Incineración	15
<b>1.4 Jerarquía de los RSU</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Gestión de RSU</b>	<b>18</b>
2.5.1 Participación ciudadana	20
1.5.2 Recolección	23
1.5.3 Infraestructura	28
1.5.4 Programas educativos	30
1.5.5 Financiamiento e inversión	32
1.5.6 Políticas públicas	35
1.5.7 Separación	38
1.5.8 Integración	39
<b>1.6 Legislación de RSU</b>	<b>42</b>
<b>1.7 Estrategias</b>	<b>46</b>

1.7.1 Estrategias en el sector público	48
<b>CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS EN PLANES Y PROGRAMAS DE GESTIÓN DE RSU EN EL MUNDO</b>	<b>52</b>
2.1 Estrategias y acciones en diferentes ciudades o países	52
2.1.1 Participación ciudadana	52
2.1.2 Recolección	55
2.1.3 Infraestructura	58
2.1.4 Programas educativos	59
2.1.5 Financiamiento e inversión	62
2.1.6 Políticas públicas	64
2.1.7 Separación	65
2.1.8 Integración	69
2.2 Cifras y datos actuales de RSU en el mundo	71
<b>CAPÍTULO 3. EL CASO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA EN GESTIÓN DE RSU</b>	<b>77</b>
3.1 Puebla en el contexto internacional	78
3.2 Puebla en el contexto económico nacional	80
3.3 El municipio de Puebla	82
3.3.1 Información general	82
3.3.2 Economía de Puebla	84
3.3.3 Contexto social del municipio de Puebla	85
3.4 Organismo Operador del Servicio de Limpia	86
3.5 Sistema de gestión de RSU en el municipio de Puebla	88
3.6 Diagnóstico del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Puebla	96
3.6.1 Factores Políticos	98
3.6.2 Factores Económicos	100
3.6.3 Factores Sociales	101
3.6.4 Factores Tecnológicos	102
<b>CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS</b>	<b>108</b>
4.1 Diseño de la encuesta	116
4.2 La muestra	118
4.3 Resultados	123
<b>CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RSU</b>	<b>137</b>

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS**

**ANEXOS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE GRÁFICAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

# INTRODUCCIÓN

## **Descripción**

Se estima que para el año 2025 la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) aumentará 1.3 a 2.2 billones de toneladas al año en todo el mundo, por esto es necesario establecer nuevas estrategias que permitan contar con un sistema de gestión de RSU eficiente (Moya, et al., 2017). El crecimiento poblacional en ciudades y el desarrollo industrial implica problemas ambientales, sociales y económicos. Con relación al ambiental, existe una falta de control e inadecuada gestión de RSU (Vitorino, et al., 2017). En algunos países emergentes uno de los factores que afectan a los sistemas de gestión es el poco o nulo control y evaluación del impacto real (Asase, et al., 2009). Para esto es factible que puedan aprender de los modelos de gestión de RSU de países desarrollados. Se deben buscar soluciones que se ajusten al contexto local (Sallwey, et al., 2017). El reto no sólo es identificar qué se debe modificar, sino cómo se puede cambiar, considerando aspectos ambientales, socioculturales, legales, institucionales, económicos y políticos (Guerrero, et al., 2013), identificando barreras y oportunidades (Duygan, et al., 2017). En las últimas décadas la gestión de RSU se ha ido transformando, de ser un sector principalmente enfocado en la disposición final de los residuos generados por la sociedad, a ser un sector que contribuye significativamente a la recuperación de recursos y generación de energía (Astrup, et al., 2015) a través de políticas integradoras de producción sustentable, cambios de consumo y estrategias aplicadas (Silva, et al., 2017).

## **Planteamiento del Problema**

Entre los principales problemas de gestión de RSU está la falta de participación ciudadana y compromiso con el medio ambiente (Kirkman, et al., 2017; Weber, et al., 2017). La efectividad de la gestión de residuos radica en mejorar la participación de todas las partes involucradas, particularmente de los ciudadanos (Xiao, et al., 2017), considerando el contexto en donde se encuentran y diversos factores (Brown, et al., 2016; Ma, et al., 2016).

En México se generan 102,895 toneladas de residuos diariamente, de los cuales el 83% se recolectan; de eso el 78% se deposita en rellenos sanitarios y sólo se recicla en 9% (SEMARNAT, 2017b), situándolo en las últimas posiciones frente a otros países (OECD.Stat, 2018a).

En el municipio de Puebla se generan más de 1.7 toneladas de residuos diariamente, el 87% ingresa al relleno sanitario, lo que representa una amenaza de contaminación del suelo y aguas subterráneas. Se estima que cada habitante del municipio produce 1 kilogramo de residuos diariamente y la tasa de separación de residuos es del 0.4%, situándolo por debajo de la media nacional que tiene el 11%. Derivado de esto y de una problemática mundial, dos de los principales retos que tiene el municipio de Puebla son la reducción en la generación de RSU e incrementar la tasa de reciclaje a través de la participación ciudadana. Estos no son los únicos factores, pero son esenciales para que los programas ambientales sean exitosos y se facilite el proceso hacia la sustentabilidad (Madero, et al., 2016).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Identificar elementos clave que se requieren para el desarrollo e implementación de estrategias en la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Puebla.

### **Objetivos Específicos**

1. Analizar planes y programas de gestión de residuos sólidos urbanos en diferentes ciudades y países del mundo, para identificar las estrategias o acciones implementadas y logros obtenidos.
2. Realizar un diagnóstico del contexto económico, político, demográfico y social del municipio de Puebla para identificar los elementos que impactan en la gestión de residuos sólidos urbanos

3. Identificar los factores que podrían influir estratégicamente a la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Puebla.

### **Preguntas de investigación**

1. ¿Qué estrategias son necesarias en gestión de RSU para facilitar el proceso hacia la sustentabilidad en el municipio de Puebla?
2. ¿Qué estrategias implementadas en el mundo se podrían aplicar en el municipio de Puebla?
3. ¿Qué factores podrían apoyar estratégicamente a la gestión de RSU en el contexto de el municipio de Puebla?

### **Metodología**

La presente investigación aplicará un modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés), para identificar los factores clave que influyen en la voluntad ambiental de los ciudadanos en participar en la gestión de RSU (Xiao, 2017). El SEM es una herramienta estadística multivariada que permite probar la relación que hay entre variables observadas y latentes. Una variable observada es aquella que se puede medir directamente, como edad o género. Una variable latente no se puede medir de manera directa, como la inteligencia o la motivación (Manzano-Patiño, 2017).

### **Resultados Esperados**

Al término de la investigación se plantea conocer cuáles son los factores que influyen en la voluntad de las personas en participar en la gestión de RSU en el municipio de Puebla, para poder proponer estrategias.

## CAPÍTULO 1. TEORÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

### 1.1 Residuos

Para entender el término “residuos”, resulta conveniente conocer las definiciones que se le han atribuido. Las definiciones pueden servir para describir un significado o para asignar un significado especial, son necesarias para entender lo que puede ser o no controlado (Cheyne, et al., 1995).

Antes de entrar en materia de definiciones, la palabra residuo también se puede encontrar como: basura, sobrante, desecho o desperdicio (País, 2014). La tabla 1 presenta varias definiciones del concepto de residuo, desde un enfoque legal hasta con un significado según el tipo de material.

Tabla 1 - Definiciones de residuos

<b>Autor / Organización</b>	<b>Definición sintetizada</b>
<i>Unión Europea</i>	Cualquier sustancia u objeto en las categorías establecidas que el titular descarta o debe descartar.
<i>OECD</i>	Son materiales distintos a los radioactivos destinados a la eliminación.
<i>UNEP</i>	Son sustancias u objetos que serán, pretenden o requieren eliminarlos según las disposiciones de la legislación nacional.
<i>Lox</i>	Es un desperdicio sin valor económico de un sistema industrial, sustancia u objeto que ha sido usado o cumplido con un propósito y no se reusará.
<i>McKinne</i>	Es el costo innecesario del resultado ineficiente de prácticas, sistemas o controles.
<i>Baran</i>	Es la diferencia entre la producción de bienes y servicios útiles que podrían obtenerse si todos los factores productivos se asignaran a sus mejores usos en el orden social y el nivel que actualmente se obtiene.
<i>Hollander</i>	Es algo que debe ser expulsado para que el sistema siga funcionando.
<i>Elwood y Patashik</i>	El desperdicio.
<i>Gourlay</i>	Es lo que no queremos o dejamos de usar.
<i>Pongrácz</i>	Es una salida no deseada y no evitada Es una cosa hecha por el hombre sin propósito alguno o sin realizar su propósito

Nota. Recuperado de Pongrácz, et al., (2004)

En México, residuo se refiere al “material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o

depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven” (LGPGIR, 2015).

En términos legislativos cada país o región tiene su propia definición de residuo y con el paso de los años han incorporado conceptos como recuperación, tratamiento, reúso, reciclaje, energía, hasta la circularidad de los residuos. Finalmente, el propósito de la definición de residuo es que ningún material ponga en riesgo el medio ambiente (Cheyne, 1995; Oulun Yliopisto, 2002) .

### **1.1.1 Los Residuos a través de la historia**

Los residuos han formado parte de la historia de la humanidad, desde sociedades primitivas, cuando el ser humano era nómada, los residuos que generaba eran orgánicos y se arrojaban o enterraban en el suelo. Después, por medio de un proceso natural de descomposición se reincorporaban a la tierra. Conforme el ser humano se fue estableciendo y construyendo viviendas, los residuos comenzaban a generar problemas de salud y olores. Durante varios siglos los habitantes arrojaron sus desechos a las calles o ríos, por lo que se implementó la construcción de pozos para arrojarlos, al igual que el excremento humano. Para aquel entonces, los residuos aún no se percibían como un problema.

Entre los siglos XIV y XIX los problemas de salud urbana estaban relacionados con los efectos de un suelo contaminado, lleno de residuos putrefactos, mezclados con excretas humanas y animales que contaminaban el aire y propagaban enfermedades. Esto condujo a algunas intervenciones como el barrido y limpieza organizada, así surge el inicio de una gestión de residuos. En 1506 el Rey Luis XII declaró que la “corona” estaría a cargo de la recolección de residuos.

En la revolución industrial con la creación de las fábricas se marca una etapa de migración a centros urbanos, desatando enfermedades y epidemias asociadas con la basura y desperdicios en general. Esto llevó a la creación de la primera planta incineradora en Inglaterra en 1870. Por

su parte, en Estados Unidos ocurría una situación similar y en 1893 el congreso de salud pública de Chicago propuso la instalación de incineradores. Para el año de 1914 ya había aproximadamente 300 plantas en Estados Unidos y Canadá. Así, la incineración se convirtió en una práctica de higiene y para la época, como la mejor alternativa para el tratamiento de los residuos.

Ya en pleno siglo XX, el incremento en el consumo, el uso del plástico y empaques se aceleró al término de la segunda guerra mundial. La construcción de plantas incineradoras y rellenos sanitarios eran las alternativas más usadas, sin embargo, en la década de los setenta, se descubrió que había dioxinas en el aire. Las dioxinas son componentes altamente tóxicos que estaban en las cenizas que se generaban en las plantas incineradoras, además se producían olores tóxicos y humo. En esa década, se estableció que los principales problemas que pueden generar los residuos son: económicos, de salud pública, olor, disponibilidad de tierra, cambio climático, aguas residuales y emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>). A partir de esta situación, comenzaron movimientos hacia una gestión de los residuos que fuera sustentable y holístico (Sandhu, 2014).

Los RSU son generados en las casas habitación o comercios, resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades que realizan, de productos que se consumen y de sus envases, embalajes o empaques; son también aquellos residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que generan residuos con características similares a las de casa habitación (LGPGIR, 2015). En Puebla, anteriormente los RSU se denominaban residuos sólidos municipales (RSM), pero en el año 2003 con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos cambiaron la denominación a RSU (SEMARNAT, 2013).

## **1.2 Clasificación y composición de los RSU**

De acuerdo con el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas, existen 98 tipos de materiales que se encuentran clasificados en categorías y subcategorías según su uso y origen

(ver Anexo 1). La figura 1.1 muestra de forma general la clasificación de los RSU. Sin embargo, cada país decide de forma autónoma utilizarla o hacer algunas adecuaciones según convenga.

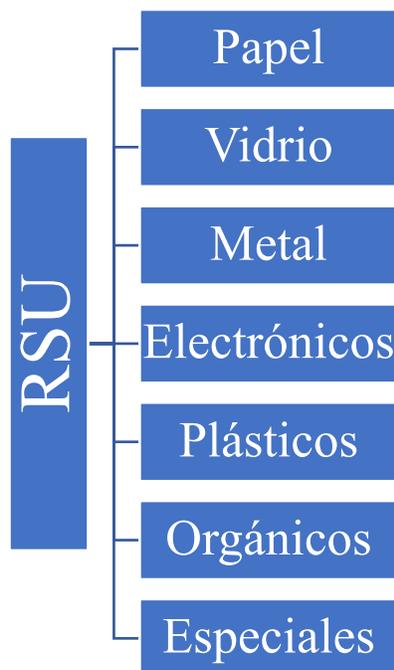


Figura 1 - Clasificación general de los RSU

En México la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el artículo 18 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos se establece que los RSU se pueden clasificar en orgánicos e inorgánicos, con el propósito de facilitar una separación inicial que contribuya con los programas municipales.

De manera más amplia tiene una clasificación de ocho tipos de residuos:

- Orgánico
- Inorgánico
- Papel
- Plástico
- Metal
- Vidrio

- Madera

- Tela

Destacando que, en la categoría de inorgánico entran todos los materiales que no pertenecen al resto de las categorías.

La administración del gobierno federal 2012-2018, estableció la siguiente iconografía que se muestra en la figura 2 con el propósito de que la población, sin importar su lugar de origen o residencia, pueda contribuir con acciones locales en materia de gestión de RSU y su aprovechamiento.



Figura 2 - Iconografía de RSU en México (SEMARNAT, 2017a)

## **1.3 Tratamiento de los RSU**

### **1.3.1 Relleno sanitario**

Un relleno sanitario o vertedero es un depósito controlado para el correcto almacenamiento o disposición final de residuos, que puede estar en una superficie o de forma subterránea, reduciendo al máximo afectaciones al medio ambiente y bajo condiciones de seguridad.

Los vertederos requieren de una infraestructura específica y elementos de diseño que pueden variar dependiendo de los lineamientos que dicte el país. En términos generales, está formado por diversas capas: terreno natural, sistema de subdrenaje, barrera geológica, impermeabilización de fondo, protección del drenaje, capas de sellado, sistema de recolección de pluviales y captación de gases. Adicionalmente, requiere de otras infraestructuras que son necesarias para su correcto funcionamiento, como un control de accesos y zona de espera, báscula para el control de la cantidad de residuos recibidos, laboratorio de control de aceptación y admisión, instalaciones de servicio de suministro eléctrico, abastecimiento de agua, valla perimetral, control y vigilancia, y lavado de vehículos para evitar que los residuos adheridos a las ruedas salgan del vertedero.

El proceso que se lleva a cabo en un relleno sanitario se muestra en la figura 3. Inicia en la recepción, donde se realiza el pesaje de entrada y salida de los vehículos, se realiza una inspección visual y se indica el itinerario establecido hasta el área de descarga a través de la señalización de acceso. Después se clasifican los RSU en función del tipo de fermentación (aeróbico o anaeróbico), la densidad (alta, media o baja) y el tipo de disposición (superficie o subterráneo). Luego pasa al proceso de compactación donde se debe tener especial cuidado en minimizar las fugas de residuos, facilitar el movimiento de los vehículos, contribuir a la reducción de olores y ayudar a controlar que no se filtre la lluvia. Finalmente, la explotación se refiere a otras tareas que deben realizarse para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones, tales como: limpieza de derrames accidentales, mantenimiento de los accesos e inspecciones visuales en toda el área.

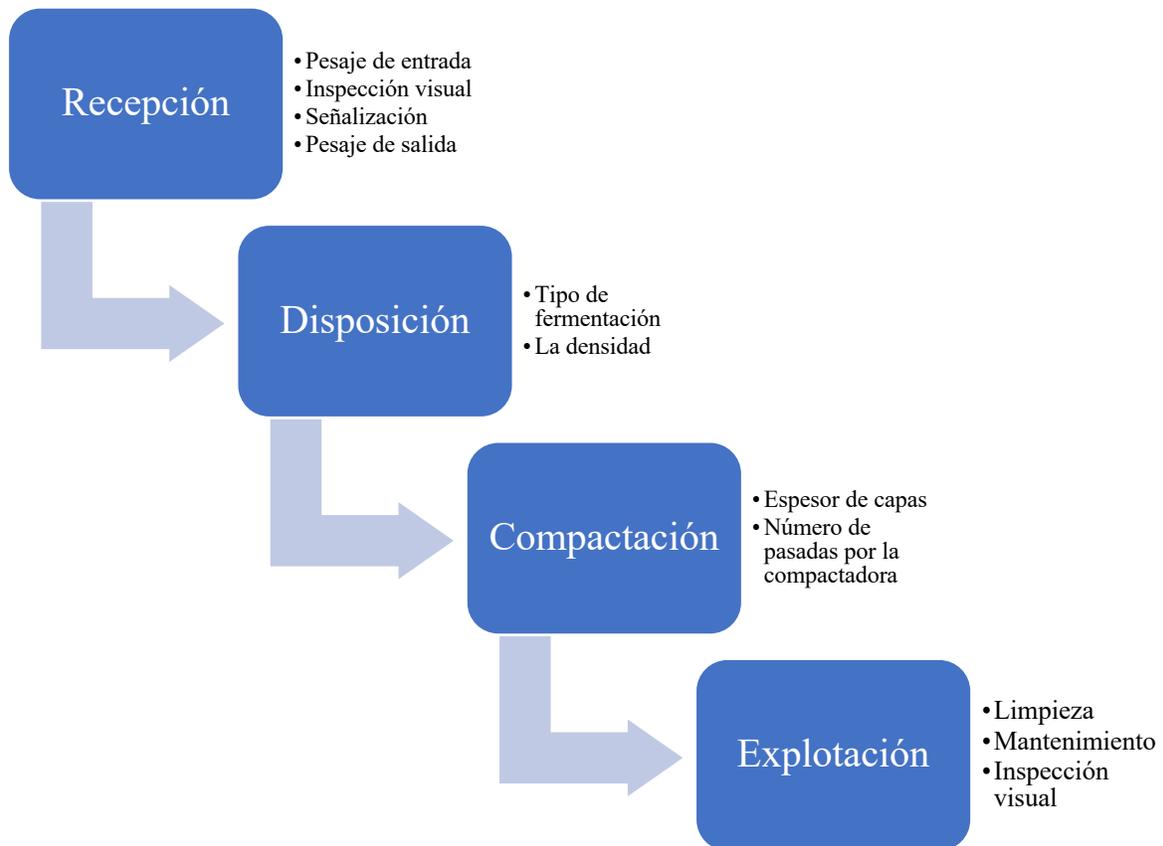


Figura 3 - Proceso del relleno sanitario (Ecoembes, 2018)

### 1.3.2 Reciclado

El reciclado se refiere a un proceso de recuperación de materiales con el fin de tratarlos para la obtención de nuevos productos y/o energía. Los materiales que comúnmente han sido reciclados son:

- Plástico PET
- Plástico PEAD color
- Plástico PEAD natural
- Plástico FILM

- Plástico mezcla
- Cartón para bebidas y alimentos
- Papel y cartón
- Acero
- Aluminio
- Vidrio

Cada material debe cumplir con ciertas especificaciones técnicas para materiales recuperados. El destino final más frecuente para cada uno de los materiales es:

PET	→	Escama limpia o granza
PEAD	→	Granza
FILM	→	Aglomerado o granza
Plástico mezcla	→	Escama, aglomerado o granza
Acero	→	Fundición
Aluminio	→	Fundición
Cartón para bebidas	→	Fábrica de papel
Papel/cartón	→	Fábrica de papel
Vidrio	→	Vidrio

A continuación, se presenta de manera general el proceso de recuperación que se lleva para cada uno de los materiales antes mencionados, así como un detalle más amplio de sus aplicaciones.

### **1.3.2.1 PET**

Las aplicaciones habituales del PET son:

Textil	→	Fibras textiles y alfombras
Lámina	→	Bandejas

- Automóvil → Conectores eléctricos, pivotes limpia parabrisas, soportes de bocinas y tapa del cuerpo acelerador
- Envase → Recipientes de detergente, bidones de aceite.

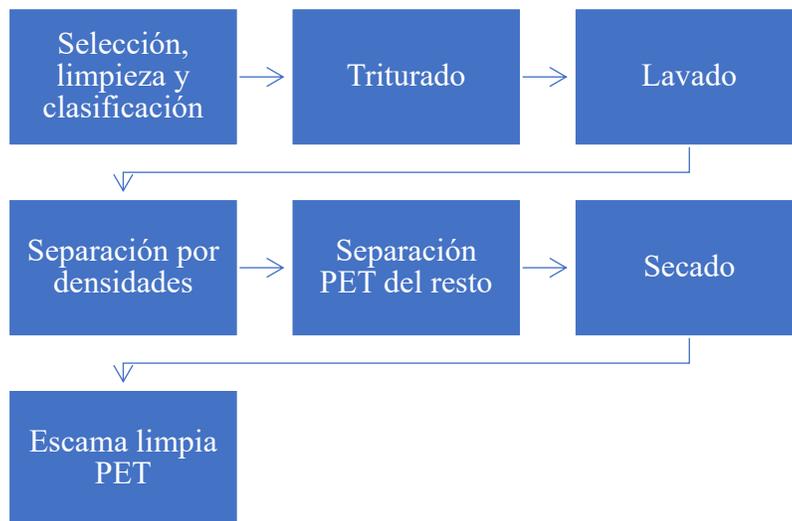


Figura 4 - Proceso de reciclado mecánico del PET (Ecoembes, 2018)

### 1.3.2.2 PEAD

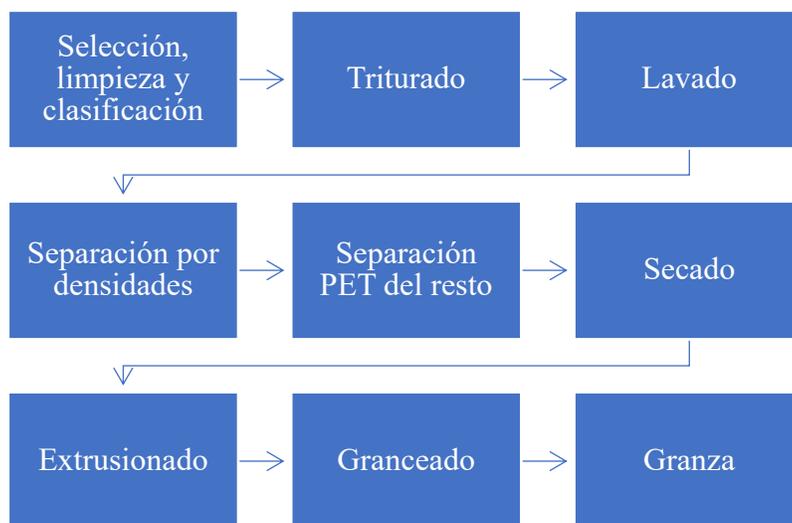


Figura 5 - Proceso de reciclado mecánico del PEAD (Ecoembes, 2018)

Las aplicaciones habituales del PEA son:

Agricultura	→	Suelos para establos, bandejas para semilleros, jaulas, mallas y tubería bajo presión
Menaje	→	Base de escobas, cubos para agua, tapa de sanitario e inodoro, contenedores
Automóvil	→	Pasos de rueda
Piezas industriales	→	Rodetes de cable
Jardinería	→	Comederos para pájaro, maceteros
Material de oficina	→	Cesta de correspondencia, clasificadores y sobres para transporte
Construcción	→	Estacas de jardín, suelos de garaje, tubería para comunicaciones
Otros	→	Bolsas de basura, botellas de droguería

### **1.3.2.3 FILM**

Las aplicaciones habituales del FILM son:

Agricultura	→	Envolventes, manguera de riego, impermeabilizante temporal y tubería de riego
Envase	→	Protección de garrafas y bolsas de basura

### **1.3.2.4 Plástico mezcla**

El plástico mezcla es el más difícil de reciclar debido a la heterogeneidad de sus materiales, su proceso de reciclado consiste en separar las diferentes fracciones plásticas, para después proceder a su reciclado mecánico.

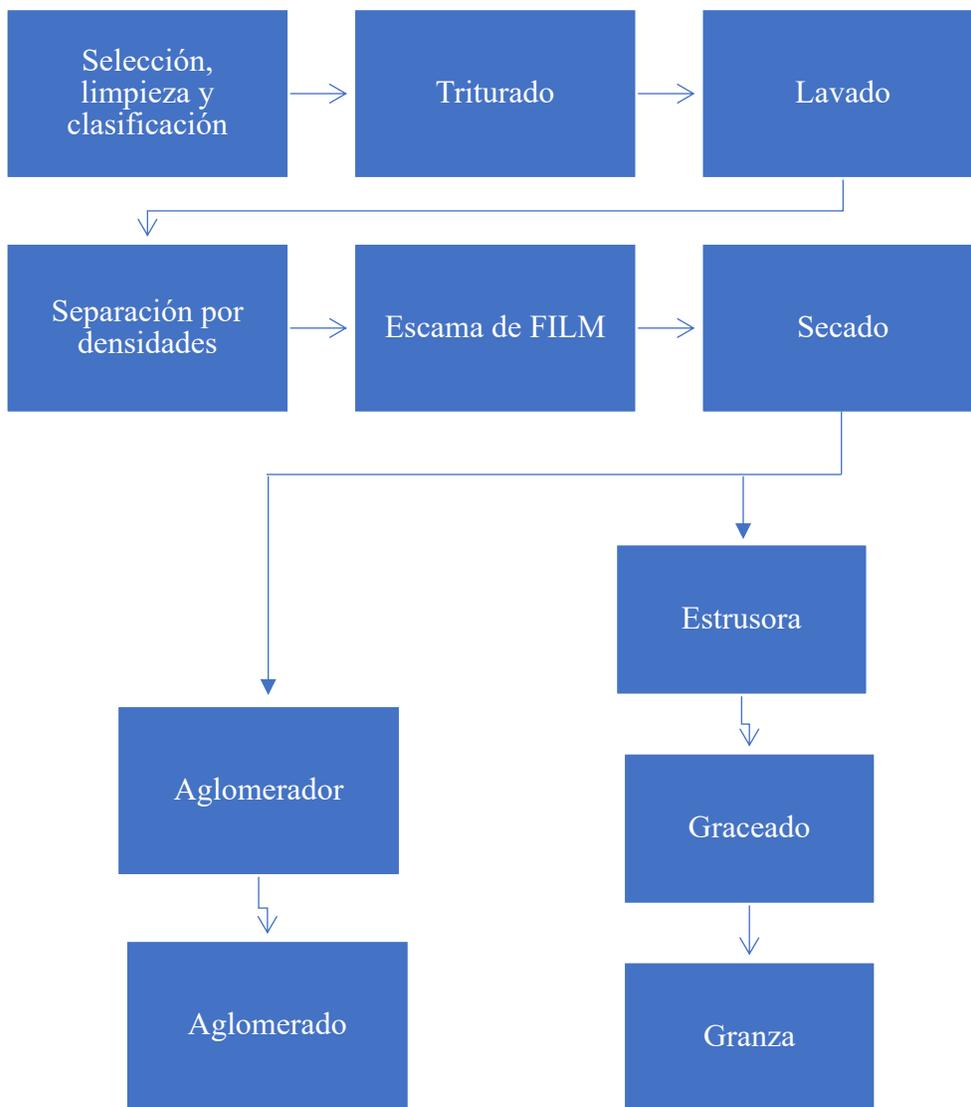


Figura 6 - Proceso de reciclado mecánico del FILM (Ecoembes, 2018)

### 1.3.2.5 Cartón

Las aplicaciones habituales del cartón:

Papel	→	Bolsas y sacos, cartoncillo para cajas, material de oficina, revestimiento de tableros de yeso
Tectán	→	Muebles de oficina, mobiliario escolar, paneles para disminución acústica
Maplar	→	Mobiliario urbano

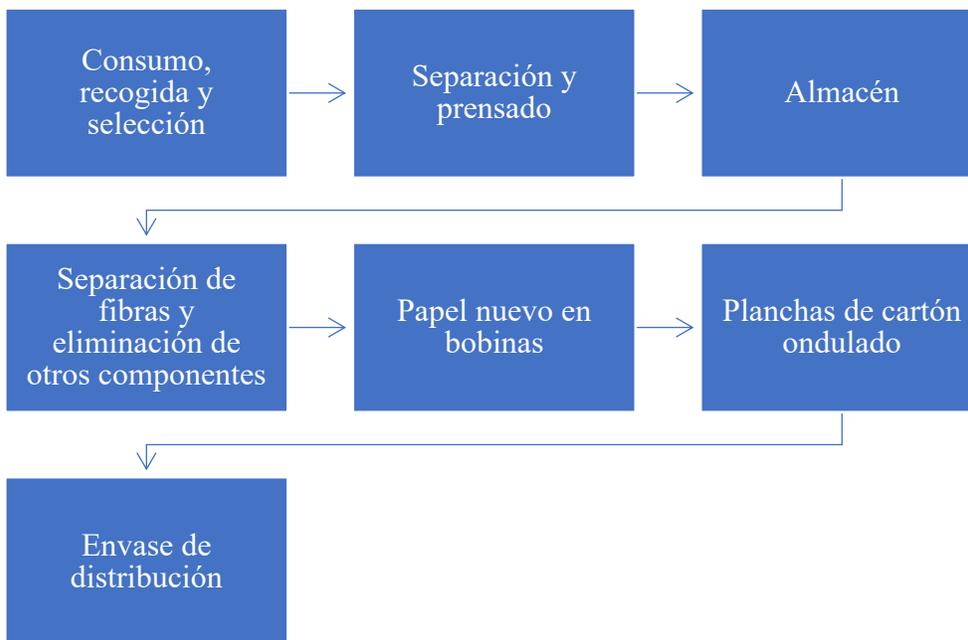


Figura 7 - Proceso de reciclado del cartón (Ecoembes, 2018)

### 1.3.2.6 Acero y aluminio

El acero y el aluminio son los materiales que históricamente más se han reciclado, su proceso consiste en ir directamente a las fundiciones, con una limpieza y clasificación previa. Una vez reciclados, pueden volver a convertirse en un envase o en cualquier objeto de dicho material, además cualquier envase puede reciclarse un número ilimitado de veces.

### 1.3.2.7 Vidrio

El vidrio es un material que se puede reciclar al 100% sin perder sus propiedades, su proceso es el siguiente:

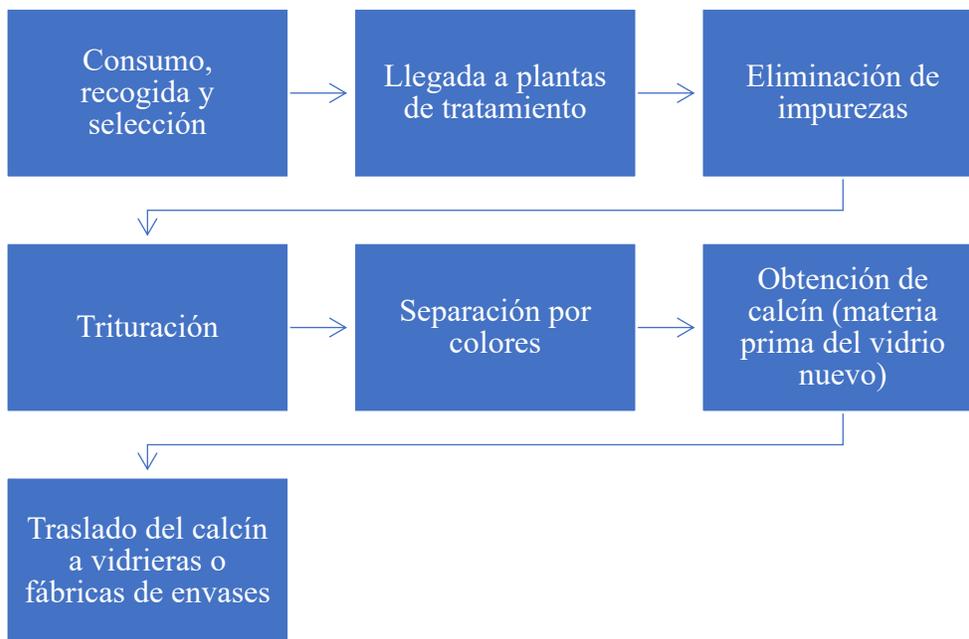


Figura 8 - Proceso de reciclado del vidrio (Ecovidrio, 2018)

### 1.3.2.8 Textil

Figura 1.10 Proceso de reciclado de textiles

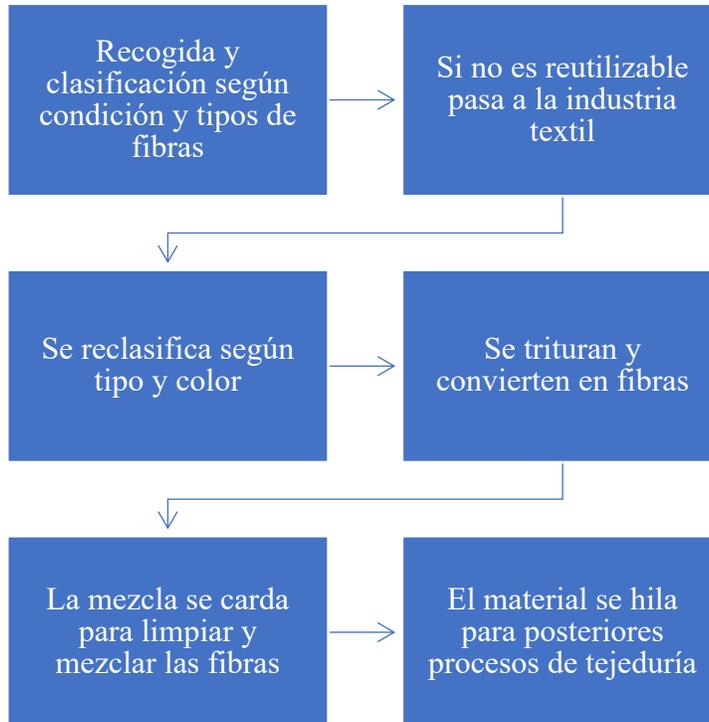


Figura 9 - Proceso de reciclado de textiles (BIR, 2018)

### 1.3.3 Compostaje y biometanización

En esta clasificación se encuentran los residuos biológicos que provienen principalmente de los residuos de cocina y los de jardinería, y prácticamente son biodegradables en presencia del oxígeno (condiciones aerobias) y sin presencia del oxígeno (condiciones anaerobias). La velocidad de degradación depende de ciertas condiciones ambientales como: humedad, temperatura y estructura física de los materiales.

Las opciones de tratamiento de los residuos biodegradables pueden ser:

- Tratamiento mecánico-biológico

Los RSU se separan y clasifican para aislar la parte orgánica del resto de los residuos no biodegradables. El material biodegradable puede ser procesado a través del compostaje o digestión anaerobia.

#### - Compostaje

Es un proceso de degradación biológica en donde los microorganismos transforman los compuestos orgánicos mediante reacciones metabólicas, en donde se separan los electrones de los compuestos y se oxidan las estructuras de carbono a dióxido de carbono y agua. El compostaje puede darse en condiciones abiertas o cerradas, con o sin aireación forzada. Dependiendo de la técnica, existen tres tecnologías principales: hileras, reactores y en túneles.

#### - Digestión anaerobia

Es un mecanismo de degradación de biomasa por el cual las moléculas complejas son descompuestas en sus componentes energéticos individuales por la acción de microorganismos en ausencia del oxígeno. El producto gaseoso de la fermentación se denomina biogás, y consiste en una mezcla de metano y dióxido de carbono que pueden destinarse a aplicaciones energéticas.

### **1.3.4 Incineración**

Se refiere al proceso de la combustión completa de la materia orgánica y se realiza en hornos. Las principales fases para la incineración de residuos son:

#### - Secado del residuo

Eliminación de la humedad de los residuos, consiste en la evaporación de los residuos a partir de los 100 grados centígrados por acción del calor de radiación proveniente del horno.

#### - Gasificación

Destilación de hidrocarburos volátiles.

#### - Combustión

La combustión comienza cuando el residuo alcanza la temperatura de ignición del carbono, a unos 750 grados centígrados aproximadamente. La combustión da lugar a la generación de energía en forma de calor y gases de combustión.

- Postcombustión

Los gases de la combustión deben permanecer a temperaturas superiores a los 850 grados centígrados para evitar la emisión de sustancias contaminantes.

- Generación de vapor y producción de energía eléctrica

El flujo de gases de combustión cargado de energía calorífica se puede utilizar para la generación de energía eléctrica a través del movimiento de una o varias turbinas de vapor.

#### **1.4 Jerarquía de los RSU**

La jerarquía de los residuos se estableció por primera vez en la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, con el primer objetivo de reducir al mínimo los efectos negativos de la generación de los residuos para la salud humana y del medio ambiente. Las principales organizaciones o dependencias que han establecido los lineamientos y términos de esta jerarquía son el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA), El Plan de Acción de Residuos y Recursos (WRAP), ambos de Reino Unido, y la Dirección General del Medio Ambiente (DG-Env), que es el departamento responsable de políticas sobre el medio ambiente en la Unión Europea.

La jerarquía de residuos establece un orden de prioridad de lo que es una mejor opción para el medio ambiente en materia de residuos. La jerarquía comprende: reducción, reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética y vertedero. Se representa en un triángulo invertido como se muestra en la figura 10.

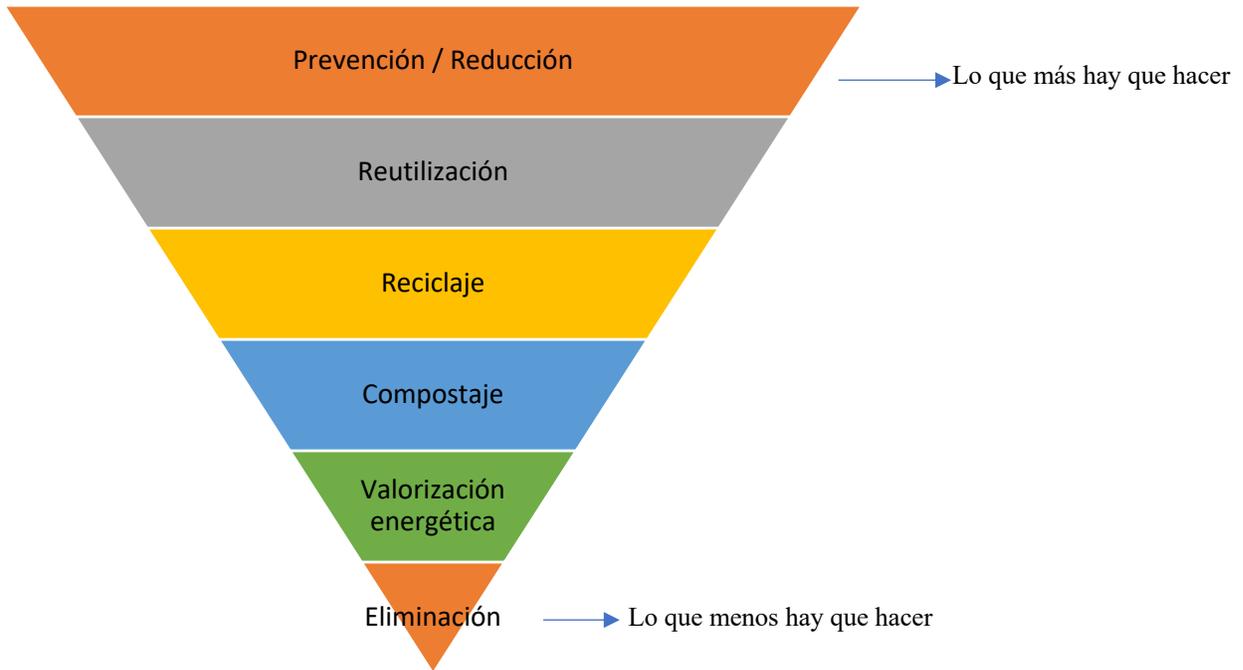


Figura 10 - Jerarquía de residuos (Gharfalkar, et al., 2015)

La jerarquía de residuos se basa en las 3Rs (reducir, reusar y reciclar) que es parte importante en una economía circular (Geissdoerfer, et al., 2017). Sin embargo hay algunos autores como Potting, et al., (2017) que proponen un esquema de 9Rs (rechazar, reducir, reusar, reparar, restaurar, re-manufacturar, reutilizar, reciclar y recuperar).

La prevención se refiere al conjunto de medidas adoptadas desde la fase de creación, diseño, producción, distribución y consumo de una sustancia, material o producto, para reducir la cantidad de residuo y los impactos negativos al medio ambiente. La reutilización se refiere a cualquier acción en donde los productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos. El reciclado se refiere a toda acción de valorización en donde los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias. El compostaje se refiere a la transformación del material orgánico. La valorización se refiere a cualquier acción cuyo resultado principal sea que el

residuo sirva a una finalidad útil al sustituir otros materiales. La eliminación se refiere a la acción de desechar el residuo generando un impacto negativo al medio ambiente.

## **1.5 Gestión de RSU**

La gestión de RSU ha existido por siglos, impulsada por una filosofía económica y un crecimiento exponencial mediante el consumo. La rapidez y complejidad de la manufactura de productos de consumo ha llevado a altos niveles insostenibles de residuos. En este punto es urgente la necesidad de replantear la manera en que los residuos son manejados (A. Silva, 2017).

La generación de basura, transportación, tratamiento y disposición son los principales procesos de un sistema de gestión de RSU, por lo que la reducción de basura, reúso, reciclado, recuperación de materiales, transformación a energía, depósitos y compostaje son procesos ideales de un sistema de gestión. El conocimiento de la ciudadanía sobre los residuos también es esencial para un óptimo sistema integrado de RSU (Özbay, 2015).

Existen diversas definiciones que abarcan lo que es un sistema de gestión de RSU. Para la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), son los desechos municipales recolectados y tratados por los municipios. Abarca los desechos de casas, comercios, oficinas, instituciones, PyMEs, parques y jardines, basura de la calle, contenedores y mercados (los residuos de redes de alcantarillado, construcción y demoliciones están excluidos). Para la Organización Panamericana de la Salud (PAHO), son desechos sólidos o semi-sólidos generados por la población que incluye los hogares y comercios, así como aquellos originados por industrias de pequeña escala, instituciones como hospitales y clínicas, calles y mercados. Para el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), son desechos que incluyen comida, parques y jardines, papel, madera, telas, pañales desechables, cauchos, plásticos, metales, vidrio, entre otros (Hoornweg, et al., 2012).

Para la presente investigación, en términos generales la gestión de RSU se refiere al proceso que se lleva a partir de la generación de residuos, su recolección, traslado y disposición final, que está a cargo el municipio y que involucra a la comunidad, organizaciones y al sector privado.

La gestión de RSU es un problema multidimensional. Existen factores que intervienen y resultan necesarios para que el sistema general funcione, como ambientales, socioculturales, legales, institucionales y económicos. Además, requiere de capital humano capacitado, equipo apropiado, infraestructura, operación y mantenimiento adecuado que, en conjunto con el apoyo presupuestal del gobierno, el interés de líderes en problemas de gestión de residuos y la participación de los ciudadanos, formen parte esencial de un sistema sustentable moderno (Guerrero, 2013). Por esta razón, para cualquier cambio sustancial en un sistema de gestión de RSU se requiere de la cooperación entre gobierno, sector privado y ciudadanos, así como tener sistemas de control y evaluación del impacto real (Asase, 2009)

Existen dos aspectos que juegan un papel importante, el primero en salud pública y protección al medio ambiente, el segundo en solucionar la falta de recursos a futuro, a través de materiales o energía renovable. Es necesaria una gestión que ofrezca soluciones con una visión a corto, mediano y largo plazo. La gestión de RSU convencional se enfoca principalmente a la recolección, tratamiento (composta e incineración) y disposición (rellenos sanitarios). Son pocos los intentos por incluir aspectos como reducción desde el origen, recuperación de recursos y reciclado, sin embargo, el valor de los residuos no se puede alcanzar mientras la separación no sea efectiva (Modak, et al., 2011).

Existen diversos problemas con relación a la gestión de los RSU, entre los principales se encuentran: 1) la falta de participación ciudadana genera que no exista un compromiso con el medio ambiente (Kirkman, 2017; Weber, 2017); 2) los tiraderos de residuos ilegales y sistemas inadecuados de recolección (Yi Liu, et al., 2018); 3) la falta de infraestructura tecnológica o su uso inadecuado (Sallwey, 2017); 4) la falta de programas educativos en materia ambiental y de RSU (Klaus-rainer, et al., 2012; Yi Liu, 2018; Lupo, et al., 2018); 5) falta de financiamiento (Nelles, et al., 2016); 6) la falta de políticas públicas con relación al medio ambiente (Elsaid, et

al., 2015); 7) la falta de separación de RSU (European Parliament and Council, 2008; Gharfalkar, 2015); y 8) la falta de integración de organizaciones, gobierno y comunidad (Certomà, et al., 2015).

### **2.5.1 Participación ciudadana**

De acuerdo con Hart (1993) la participación es la capacidad para expresar decisiones que sean reconocidas por el entorno social y que afectan a la vida propia o de la comunidad en que uno vive (Estrada, M. V.; Madrid-Malo, E.; Gil, 2000). La participación de los ciudadanos es sustancial porque modera y controla el poder de los políticos y porque la sociedad se hace escuchar en la toma de decisiones. Existen diversas formas de participación, como: social, comunitaria, política y ciudadana. Concretamente la participación ciudadana es aquella donde la sociedad posee una injerencia directa con el Estado y una visión más amplia de lo público. La cooperación de los ciudadanos en la prestación de servicios o en la elaboración de políticas públicas, son formas de participación ciudadana (Rodríguez, 2015).

Brown et al. (2016) señala que existen diversos factores que pueden influir en la participación ciudadana, además del dinero. El primero se refiere a la percepción, en donde indica que la participación en programas ambientales está ligada al concepto de un beneficio personal, especialmente si es económico, por lo que sugiere establecer acciones que promuevan un enfoque de costo-ahorro-beneficio. El segundo se refiere a la importancia de la confianza, por lo que establecer un sistema de pago inicial, podría generar incertidumbre y desconfianza. El tercero señala la importancia de factores cognitivos en el proceso de toma de decisiones, cuanto más se involucra a la ciudadanía, mayor compromiso de participación tendrá. Finalmente identifica que existen barreras en cada contexto que impiden que se desarrolle la participación ciudadana, principalmente la poca prioridad de los problemas ambientales y las responsabilidades diarias que hacen que el tiempo sea limitado para comprometerse (Brown, 2016).

Otros factores clave que intervienen en la participación ciudadana son la falta de conocimiento público, también llamada “barrera de la información”, la cual señala que es difícil participar en algún programa si no se conoce la información completa del mismo. Las formas de implementar una educación efectiva a la población dependen de varios factores sociales y económicos, así como del comportamiento que se tiene al mirar televisión, navegar por Internet o leer. Además debe ser específica y dirigida en tiempo y forma, considerando también creencias, motivaciones y actitud hacia políticas y programas (Ma, 2016).

En diversas ciudades existe la participación ciudadana a través del sector informal. Integrando las definiciones de Scheinberg et al. (2010), Ahsan et al., (2012), Yedla (2012) y Tukahirwa et al. (2013), el sector informal se puede definir como los individuos u organizaciones involucrados con el sector del reciclaje y gestión de residuos en actividades que no son patrocinadas, financiadas, reconocidas, organizadas por autoridades formales. Incluye recolectores en las calles, compradores de residuos, industria del reciclaje a pequeña y gran escala, organizaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales. Actualmente la participación del sector informal ha sido reconocida. Se estima que el 2% de la población en Asia y Latinoamérica depende de los ingresos que obtienen por la recolección y venta de los residuos para subsistir (Gutberlet, 2013). Según Chaerul et al. (2014), Linzner y Salhofer (2014), Sasaki y Araki (2014), mencionado por (Ma, 2016) los efectos del sector informal tienen dos aristas. Por una parte, pueden reducir el costo de un sistema de gestión de RSU al reducir la cantidad recolectada, son un complemento principalmente en sistemas ineficientes y proveen de oportunidades de trabajo para la subsistencia de los grupos o individuos marginados y vulnerables. Por otra parte, pueden representar un riesgo al medio ambiente por utilizar métodos inadecuados con el tratamiento de residuos, como podría ser la quema de llantas o tener un almacenamiento peligroso, y no menos importante, riesgos en su salud.

En cuanto a actitud y comportamiento de la ciudadanía, Ma (2016) encuentra que las variables más determinantes en la participación ciudadana en materia de RSU son género, edad, ingreso, educación, vivienda y tamaño de la familia. En cuanto al género se encuentra que ambos contribuyen de manera diferente, las mujeres tienden a participar más en reciclaje o reducción

de basura, mientras que los hombres tienden a participar más en pagos. En cuanto a la edad se observan distintos comportamientos dependiendo del contexto en donde se encuentran, en algunos casos la gente de más edad tiende a reciclar, mientras que en otros casos son los jóvenes. En cuanto al ingreso del hogar, existe una correlación positiva para pagar y recolectar. En cuanto a la educación, se considera como una variable que afecta de manera positiva en participar en la recolección. En cuanto a la vivienda, las unidades habitacionales separadas tienden a tener una mayor participación. Finalmente, en cuanto al tamaño de la familia, la pequeña tiende a estar más comprometida. Aunado a estas variables, se recomienda considerar factores psicológicos como lo son los valores, creencias y actitudes (Ma, 2016).

Para lograr una eficiencia operacional en la gestión de RSU se requiere y depende de la participación de los ciudadanos en conjunto con autoridades locales. Por ejemplo, la implementación de un esquema de precio-unitario basado en el principio de “el que contamina paga” (polluter pays principle), el cual consiste en el que contamine debe pagar por el daño causado, ofrece ventajas como: equidad, reducción de residuos, flexibilidad y rapidez de implementación (Chamizo-González, et al., 2018); o el principio de “la jerarquía de residuos” (waste hierarchy principle), que ha dado como resultado un impacto positivo en los habitantes, logrando reducir la generación de basura y el incremento de material reciclado, generando un mayor compromiso de la sociedad con relación a problemas ambientales y sociales (Gharfalkar, 2015; Weber, 2017).

Existen algunas políticas públicas que pueden afectar la participación ciudadana, éstas son las prohibiciones, estándares de control, participación obligatoria, horarios y especificación de productos (Ma, 2016).

Otro aspecto importante que requiere de la participación ciudadana es llevar a cabo procesos de evaluación ambiental. La tabla 2 muestra diversas técnicas de participación pública para evaluaciones ambientales (Rowe y Frewer (2005); Diduck et al. (2015); Sinclair y Diduck (2016); International Association for Public Participation (2014)).

Tabla 2 - Técnicas de participación pública

Técnica	Descripción
Información pública pasiva	Anuncios, conferencias en noticias, materiales impresos, sitios web, periódico, reportes técnicos, comunicados de prensa, televisión, sitios web.
Información pública activa	Informes, paneles de expertos, línea informática, simuladores de juegos, oficinas en campo, ferias comunitarias, viajes de campos, asistencia técnica.
Información pública para grupos pequeños	Reuniones informales, entrevistas, encuestas en persona.
Información pública para grupos grandes	Audiencias públicas, hojas de respuesta, correo, teléfono y encuestas por internet.
Resolución de problemas en grupos pequeños	Comité consultivo, jurado ciudadano, mediación y negociación, facilidades comunitarias, paneles, consensos, juego de roles, fuerza de tareas.
Resolución de problemas en grupos grandes	Talleres, sitios web y chats, votación interactiva, compartir círculos, conferencias de búsqueda futura.

Nota. Recuperado de Sinclair, et al., (2017)

Según un estudio realizado en la ciudad de México por Madero, et al. (2016), la participación ciudadana es el elemento esencial para que programas ambientales sean exitosos. Identifica que los factores que impiden una participación multilateral en megaciudades son principalmente:

1. La diversidad de la población y sus amplias diferencias socioeconómicas
2. Los bajos niveles de educación entre la sociedad
3. La complejidad en problemas ambientales que afectan a la ciudad
4. La inequidad entre los grupos interesados
5. La falta de costumbre en participar en prácticas democráticas, más allá de periodos electorales

Proveer de información a los ciudadanos en los procesos puede resultar útil para la evaluación, aprendizaje y adaptación. Además la información permite establecer diversos canales de comunicación que facilitan la participación (Sinclair, 2017).

### 1.5.2 Recolección

La recolección de residuos es un componente integral de la gestión de RSU que incide sobre la salud pública y en el reciclaje. Es un sistema formado por contenedores interdependientes y

vehículos. Contribuye alrededor del 40% del costo total del sistema de gestión de RSU, debido a las altas emisiones y consumo de combustible (Jaunich, et al., 2016; Radetić, et al., 2016; Rodrigues, et al., 2016). Si se considera una recolección separada de reciclables, el costo total puede aumentar hasta un 70% (Boskovic, et al., 2016). Además, los costos de recolección también están influenciados por diversos factores como tamaño y densidad de la población, características del área (distancia, altitud, vialidades), cantidad y calidad de lo recolectado, por esta razón es conveniente contar con indicadores que permitan la evaluación constante del servicio (Bertanza, et al., 2018).

En cuanto a contenedores, existen diversos sistemas de recolección de RSU. Su uso depende del contexto en donde se implemente. La tabla 3 presenta una recopilación de las categorías de tipos de sistemas de recolección.

Tabla 3 - Sistemas de recolección de RSU

<b>Tipo de Servicio</b>	<b>Descripción</b>
Puerta a Puerta ( <i>door-to-door</i> )	Son contenedores como botes, cestos, sacos o bolsas colocados a fuera de la casa, son recolectados y regresados vacíos.
Exponer-Retraer ( <i>Setout-setback</i> )	Son contenedores expuestos en un área asignada y se regresan vacíos por el personal de recolección.
Recolección por el patio trasero ( <i>Backyard carry</i> )	El personal de recolección puede acceder a la propiedad para recoger el contenedor y devolverlo vacío.
Recolección Justo-a-Tiempo ( <i>Just-in-Time collection</i> )	Los ciudadanos sacan su basura al tiempo en que el vehículo de recolección llega a un punto específico y hace sonar una campana.
Sistema de entrega ( <i>Dropoff system, bring system</i> )	Se proveen contenedores de diferentes tamaños y formas donde los residentes son los encargados de llevar los reciclables.
Multi-contenedor ( <i>Multi.container</i> )	Se localizan contenedores para residuos orgánicos y no reciclables sobre la calle, a una distancia no mayor a los 50 metros; los contenedores para reciclables como vidrio, papel y empaques se localizan a una distancia no mayor a los trescientos metros de cada residencia.
Contenedores de colonia ( <i>Neighborhood containers</i> )	Cada familia es responsable de llevar sus residuos a un contenedor común.
Zona de contenedores ( <i>Zone containers</i> )	Son grandes contenedores ubicados en puntos estratégicos que pueden servir a una o más colonias.

<b>Tipo de Servicio</b>	<b>Descripción</b>
Puntos verdes ( <i>Green points</i> )	Son puntos de recolección de materiales específicos como: desechos electrónicos, baterías, textiles, etc.
Centros de canje ( <i>Buyback centers</i> )	Establecimientos en donde se puede llevar material a cambio de dinero.

Nota. Recuperado de Rodrigues, (2016).

Dependiendo del tipo de servicio que se implemente, se puede generar un impacto positivo en la cantidad de material para reciclaje y la participación ciudadana.

En cuanto a los vehículos existe una clasificación de 4 tipos:

- 1) Vehículo de marco, que tiene las funciones de abrir y cerrar
- 2) Vehículo de marco mecánico, abre, cierra y compacta
- 3) Vehículo con levantamiento mecánico, ensambla contenedores de forma automática o semiautomática
- 4) Vehículo de ubicación de carga, la carga se realiza por la parte trasera

Algunos vehículos combinan mecanismos o cuentan con algunas funciones específicas. Es importante señalar que la recolección manual ocurre cuando los contenedores no están diseñados para el tipo de vehículo o no cuentan con ruedas que permitan su fácil arrastre. Así, dependiendo de la infraestructura que se tenga, el método de recolección puede ser manual, semiautomático, asistido o completamente automatizado (Rodrigues, 2016).

Actualmente existen diversos sistemas de pago por el servicio de recolección de RSU, a continuación se describen los más usados en el mundo (Chamizo-Gonzalez, et al., 2016):

- El sistema de fondos no designado: se refiere al sistema de fondos general de una ciudad. No está destinado específicamente a la recolección de los RSU, sino a propósitos generales. Este sistema no genera incentivos a los ciudadanos en preocuparse por problemáticas ambientales.

- El sistema de tarifa fija o plana: se refiere a un sistema de pago de tarifa fija para todas las viviendas con el mismo monto. Es considerado el sistema más fácil de aplicar, ya que se calcula o estima el costo global del servicio y se divide entre el número de hogares que pagan impuestos. Este sistema no genera compromiso en las viviendas por la reducción de residuos.

- El sistema de tarifa variable: se refiere a un sistema de pago basado en la cantidad y peso que se genera de RSU, es conocido en inglés como *Pay-As-You-Throw (PAYT)*. Se puede medir por metros cúbicos, número de bolsas o botes. Si principio básico consiste en que quien más RSU genere, más tendrá que pagar. Este sistema incentiva a las viviendas a generar menos residuos. Sin embargo, existe evidencia que indica que su aplicación no siempre cubre el total de los costos de recolección.

- El sistema de tarifa variable que no depende de la generación de residuos: se refiere a un sistema de pago basado en otros aspectos ajenos a la generación de residuos, como el tamaño de la propiedad o la cantidad de consumo de agua, por mencionar algunos ejemplos.

Cabe señalar que los sistemas de pago por el servicio de recolección de RSU son una pieza clave de la legislación de cada municipio. Por esto es común ver que en un mismo país se pueden tener varios sistemas.

En ciudades que han tenido una rápida urbanización, aunado con una insuficiente estructura gubernamental y de recursos, ya sean técnicos o financieros, los sistemas de recolección no están cubiertos en su totalidad. Sumando diversos factores, han surgido recolectores informales como un modo para subsistir (Dias, 2016), trabajando en condiciones de pobreza y riesgos para su salud.

En México, los recolectores de residuos son popularmente llamados “pepenadores”, término que, según la Real Academia Española, proviene del Náhuatl *pepena*, que significa escoger o recoger, así que la connotación hace referencia a recoger del suelo. Entonces, la actividad que realizan los recolectores es buscar residuos reciclables o con materiales recuperables y venderlos

a pequeños comercios, usualmente intermediarios, de la industria del reciclado. Es una labor que suelen hacer diariamente, porque tienen como limitante que sólo recolectan lo que pueden cargar o transportar en una carretilla o triciclo de carga (Guibrunet, et al., 2017).

Los recolectores de residuos contribuyen favorablemente al sistema de recolección de RSU, contribuyen al medio ambiente y economía. Principalmente en países en vías de desarrollo, son los principales separadores de residuos. Por esta razón, se han establecido estrategias y políticas públicas que incorporen a los recolectores al sistema de gestión de RSU, dándoles un reconocimiento justo por su labor y mejorando sus condiciones de vida. Así, se han creado cooperativas, asociaciones, uniones o organizaciones comunitarias que permitan tener una mejor organización y control (Dias, 2016).

El flujo general de los reciclajes a través de los recolectores está representado por la figura 11, donde los recolectores reúnen residuos de casas, comercios, contenedores o tiraderos para venderlos a pequeños compradores. Los compradores de residuos obtienen material reciclado adicionalmente de instituciones o pequeños grupos. Los pequeños distribuidores ordenan, almacenan y revenden a los grandes distribuidores, quienes también almacenan, procesan y revenden material para reciclar a las unidades de reciclaje, que representa a la industria que se encarga de convertir materiales en productos finales (Masood, et al., 2013; Sandhu, et al., 2017).

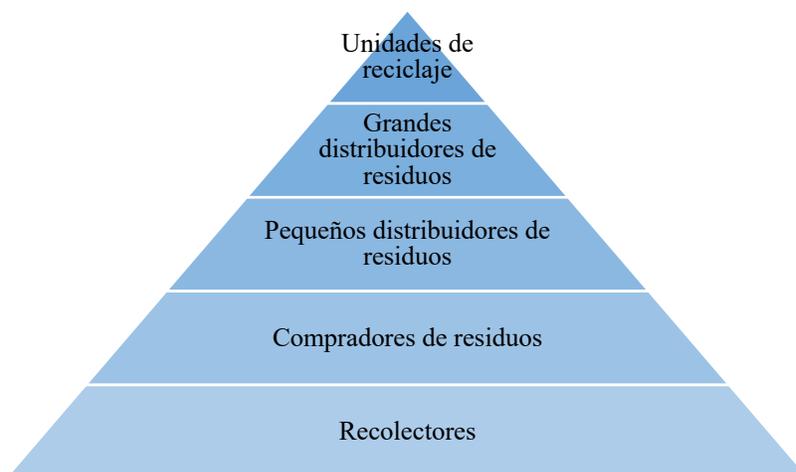


Figura 11 - Pirámide del sector informal de residuos. Recuperado de Sandhu, (2017), basado en Masood, (2013).

Es importante señalar que el principal reto de la recolección es minimizar el impacto ambiental que se genera por el consumo de combustible, por lo que mejorar el sistema de rutas, disminuir el número de kilómetros recorridos, optimizar los tiempos de carga y descarga son tan sólo algunos de los retos a los que se enfrentan los sistemas de gestión de RSU (Ibáñez-Forés, Bovea, et al., 2018).

### **1.5.3 Infraestructura**

La infraestructura es parte esencial de cualquier sistema de gestión de RSU, sin embargo, ésta puede resultar muy costosa y en ocasiones insuficiente. Actualmente existe una vinculación directa entre tecnología e infraestructura, por lo que los municipios deben establecer estrategias que se adecuen a su contexto para el manejo eficiente de los RSU (Bees, et al., 2017).

En algunos países la infraestructura ha jugado un papel clave para su sistema de gestión de RSU y también ha sido una barrera para otros, por aspectos como: la falta de puntos de recolección, irregularidades, vehículos inadecuados, acceso limitado a contenedores, alternativas de disposición final e instalaciones inadecuadas se separación de residuos, por mencionar los principales (Yukalang, et al., 2017a).

Una de las etapas específicas de la gestión de RSU corresponde al tratamiento, particularmente las categorías o tecnologías para el procesamiento de los residuos. La figura 12 presenta las tecnologías básicas para el procesamiento y tratamiento de residuos (Aleluia, et al., 2017): conversión térmica, tratamiento biológico, recuperación de materiales, reciclaje y tratamientos híbridos.

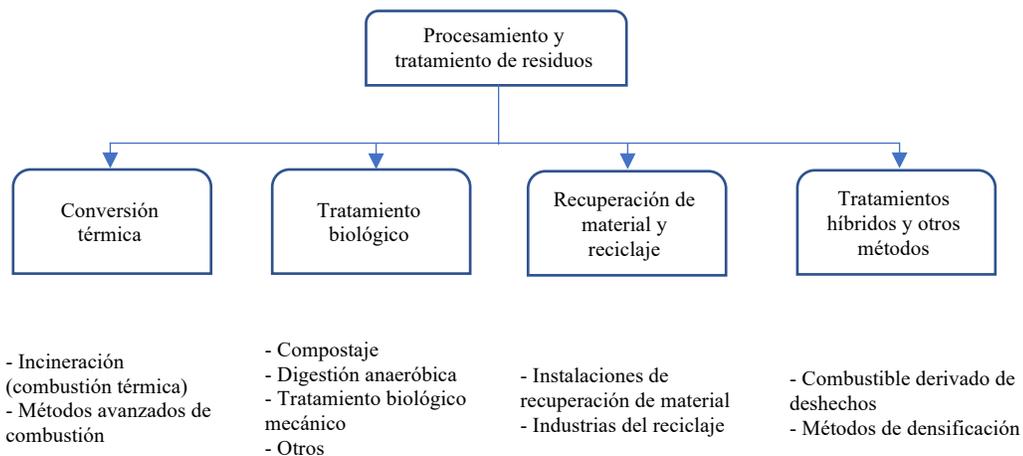


Figura 12 - Tecnologías para el procesamiento de los residuos (Aleluia, 2017)

Los sistemas de gestión de RSU tradicionalmente son provistos por los municipios, es decir, el sector público, pero no siempre se logran resultados aceptables, por lo que se sugiere establecer alianzas con el sector privado para fortalecer aspectos de operación e infraestructura, en donde se comparten riesgos, costos y beneficios (Arbulú, et al., 2016).

De acuerdo con la investigación realizada por Yukalang et al. (2017) en un distrito de Tailandia, el problema número uno citado por los ciudadanos es la falta de puntos de recolección, señalando la dificultad que se presenta al encontrar ubicaciones para depositar los residuos, o no están situados con fácil acceso, o los puntos no están acondicionados. En cuanto a la irregularidad de la recolección, los ciudadanos se refieren a la falta de una bitácora de recolección que especifique zona y tipo de residuos, y que cumpla en tiempo y forma, de lo contrario se puede convertir en un problema de salud tener los residuos (principalmente orgánicos) por un período de tiempo largo. En cuanto a los vehículos de recolección, el mayor problema es que no se cuenta con el número suficiente y los existentes suelen estar en condiciones no óptimas. Esto en principio genera que el vehículo se llene antes de terminar su ruta. Por su parte, el acceso inadecuado a los contenedores se refiere a los intentos por promover la cultura de separar los residuos desde el hogar, pero al momento de depositarlos, éstos se mezclan en un mismo contenedor, además, el número de contenedores suele ser insuficiente,

por lo que la distancia que se recorre hasta los depósitos de residuos resulta costosa y genera mayor contaminación por los gases emitidos.

#### **1.5.4 Programas educativos**

Entre los principales factores que influyen en un sistema de gestión de RSU están la densidad de la población, su actividad turística, actividades económicas, el nivel económico y educativo. Particularmente la educación es un factor que se encuentra presente en casi todas las disciplinas relacionadas al crecimiento de un país. Con relación al medio ambiente, se tiene evidencia de la relación que existe entre estudios universitarios y programas educativos en materia de gestión de residuos; cuanto mayor es el nivel de educación, mayor eficiencia en la gestión de RSU (Díaz-Villavicencio, et al., 2017).

La década que comprende entre el año 2005 y 2014 fue denominada por Naciones Unidas como la década de la educación para el desarrollo sustentable, con grandes expectativas para contribuir en los ciudadanos para enfrentar los retos del presente y futuro. Al término de la década, la UNESCO emitió un reporte en donde señala que la educación para el desarrollo sustentable está funcionando de manera gradual (Dlouhá, et al., 2017).

Una de las problemáticas a las que se enfrentan los sistemas de gestión de RSU es que cuentan con una publicidad insuficiente, falta de conocimiento en separación de residuos, poca coordinación entre los diferentes actores y una infraestructura limitada. Ante esto, diversas investigaciones señalan que las universidades tienen un papel clave para lograr que la comunidad contribuya con la separación de RSU, primero porque las universidades generalmente tienen su propio sistema de gestión de RSU, el cual incluye a la comunidad estudiantil, tiene identificadas a todas las partes involucradas, sus responsabilidades y generalmente suelen mantener campañas publicitarias de forma permanente.

En segundo lugar, la comunidad estudiantil suele generar residuos similares a los que genera un vecindario o comunidad, por ejemplo, los residuos de comida y los reciclables, que usualmente se generan en salones, oficinas, bibliotecas y laboratorios. Estos factores hacen que el sistema empleado en un campus universitario sea aplicable a escala para una comunidad mayor.

En tercer lugar, los estudiantes se vuelven precursores en la separación de residuos desde el origen, esto se atribuye al nivel de educación con que cuentan y la facilidad que tienen en entender y adoptar los nuevos procesos de sustentabilidad ambiental. Así, un campus universitario puede contribuir significativamente a la sociedad en temas de sustentabilidad, a través de sus estudiantes, quienes de manera directa o indirecta pueden influenciar en sus padres y a futuras generaciones (H. Zhang, et al., 2017).

En prospectiva hacia el futuro se tiene identificado como macro tendencia que las universidades se podrían convertir en los principales conductores hacia un mundo sustentable, implementando herramientas y estrategias hacia problemas de residuos y contaminación, energía renovable y agricultura sustentable (Kılıkış, et al., 2017). Esto es posible lograrlo cuando las instituciones educativas y la comunidad trabajan de manera colaborativa, en donde los estudiantes adquieren experiencias del mundo real en diversas situaciones (Hoveskog, et al., 2018). Sin embargo, existen barreras que impiden la incorporación de prácticas sustentables como la resistencia al cambio, falta de apoyo por parte de los directivos o la falta de recursos financieros.

Para contextualizar, en México sólo el 17% de los jóvenes entre 25 y 64 años ha cursado la educación superior en el 2016, lo que lo sitúa en la posición más baja entre los países de la OCDE, 20 puntos porcentuales por debajo del promedio (37%). Aunado a esto, el gasto en instituciones educativas es bajo. En 2014 México gastó 3.7 dólares por estudiante en instituciones educativas de primaria a educación superior, cifra que se sitúa por debajo del promedio de la OCDE (10.7 dólares) y por debajo de países como Brasil, Argentina y Chile. De manera contradictoria, a pesar del bajo gasto por estudiante, el gasto en instituciones educativas representa una proporción comparativamente alta tanto del PIB como del gasto público total. En el 2014, el gasto total en instituciones educativas de primaria a educación superior fue de

5.4% del PIB. El gasto en educación representó el 17% del gasto público total, tan solo por debajo de Nueva Zelanda quien ocupa la primera posición (OCDE, 2017).

Díaz-Villavicencio et al. (2017) señalan que la educación juega un papel clave para la gestión de RSU, así que las cifras de México en materia de educación conducen a entender la relación entre el bajo porcentaje de egresados en educación superior y los bajos índices en reciclaje y separación de residuos.

### **1.5.5 Financiamiento e inversión**

El financiamiento y la inversión están estrechamente relacionados entre sí. El financiamiento para proyectos relacionados a la gestión de RSU depende principalmente de políticas gubernamentales y regulaciones del medio ambiente. Actualmente, en países desarrollados se enfoca en proyectos para la recuperación de energía y está en función de la disponibilidad de recursos naturales, madurez tecnológica y viabilidad financiera.

Existen tres tipos de financiamiento que pueden ser usados para proyectos de recuperación de energía, la deuda, el fondo de equidad y los subsidios. El tipo deuda puede ser adquirido a través de préstamos bancarios o la emisión de bonos. El fondo de equidad es aportado por todas las partes involucradas, incluyendo capital de riesgo, fondos privados y capital público compartido. Este fondo depende principalmente de la etapa de desarrollo en que se encuentre un proyecto, la tasa de retorno de la inversión y el grado de riesgo que exista. Finalmente, los subsidios son comúnmente otorgados por el gobierno (Lam, et al., 2018).

Existe una interrelación directa entre el financiamiento con políticas públicas y programas emitidos por el gobierno, lo que permite el desarrollo de diversas etapas que benefician el desarrollo de proyectos. Lam (2018) presenta un modelo situando al gobierno como iniciador a través de políticas públicas y programas. Por ejemplo, la reducción de emisiones de carbón genera la necesidad de impulsar mecanismos que den solución al calentamiento de la atmósfera. En países desarrollados, una primera etapa corresponde a la investigación y desarrollo, que

busca impulsar la creación de nuevas tecnologías. Al ser una etapa inicial y de futuro incierto, la inversión es menor, y las herramientas financieras que dan soporte son los subsidios, préstamos y capital de riesgo. La siguiente etapa corresponde a la demostración en el mercado y comercialización. Es la etapa en donde la tecnología desarrollada ha quedado respaldada por las partes involucradas. Las inversiones aumentan al existir mayor certeza y existen incentivos a través de garantías y préstamos seguros. La tercera etapa corresponde a una penetración en el mercado, con un apoyo mayor en inversión. La función de las herramientas financieras es regular a través de financiamiento de proyectos, bonos verdes y préstamos corporativos.

La figura 13 muestra un modelo de la relación entre las partes involucradas, desarrollo de proyectos de recuperación de energía y herramientas de financiamiento.

<b>Partes involucradas</b>	<b>Gobierno</b>		
	<b>Políticas y programas</b>		
<b>Acciones</b>	<b>Apoyo directo</b>	<b>Incentivos</b>	<b>Regulación</b>
<b>Herramientas de Financiamiento</b>	Subsidios	Garantías	Financiamiento de proyectos
	Préstamos	Préstamos seguros	Préstamos corporativos
	Capital de riesgo		Bonos verdes
<b>Contribución relativa</b>	Inversiones		
	↑	↑	↑
<b>Partes involucradas</b>	<b>Negocios y comunidad financiera</b>		
<b>Etapas de desarrollo</b>	Investigación y desarrollo	Demostración en el mercado / comercialización	Penetración en el mercado / difusión
<b>Motivación</b>	Impulso a la tecnología		Impulso al mercado

Figura 13 - Modelo de las relaciones entre partes involucradas, desarrollo de proyectos de recuperación de energía y herramientas financieras (Lam, 2018) .

Todas las partes involucradas tienen intereses particulares. Al gobierno local le puede interesar el desarrollo de una economía local, ser pionero en nuevas prácticas ambientales y estar acorde a la normativa nacional. Al sector privado su principal interés son las ganancias e incrementar el valor de sus bienes; para instituciones financieras los intereses en préstamos y bonos.

Finalmente, los ciudadanos tienen como principal interés mejorar su calidad de vida. A pesar de tener intereses distintos, cada parte tiene la obligación de hacer su aportación (Zhan, et al., 2018).

Investigaciones científicas con relación a RSU se enfocan principalmente en reciclaje, producción de biogás, rellenos sanitarios y otros procesos de disposición de residuos. Para encontrar soluciones viables ante diversas problemáticas, se tienen que considerar aspectos técnicos, económicos, ambientales, sociales, políticos, financieros, etc. En la tabla 4 se muestran algunas investigaciones encontradas con relación a la gestión de RSU y su viabilidad financiera considerando costos y beneficios económicos resultado de la recuperación de materiales y energía.

Tabla 4 - Relación de investigaciones de inversiones con viabilidad financiera

<b>Autor</b>	<b>Investigación de inversiones viables</b>
Costi (2014)	Programa integral de incineración, disposición, tratamiento y reciclaje.
Rubio-Romero (2013)	Generación de biogás a través de los RSU
Santibañez-Aguilar (2015)	Modelo matemático para la planeación óptima de la cadena de suministro de RSU
Mirin (2010)	Viabilidad financiera de gas generado en relleno sanitario.
Kamperis (2013)	Combinación de modelos de evaluación del ciclo de vida, análisis de costo beneficio y toma de decisiones maximiza las fortalezas
Bartolacci (2017)	Separación de tasas de reciclaje
Marinkocic (2010); Hiete (2011); Ripa (2017)	Transportación de RSU
Jara-Samaniego (2018)	Composta como estrategia sustentable para la gestión de RSU

Nota. Recuperado de Bartolacci, et al., (2018); Jara-Samaniego, et al., (2017).

Actualmente existen iniciativas de “financiamiento verde” en respuesta del cambio climático y los problemas que se generan. El Banco de China y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente han desarrollado mecanismos que promueven proyectos sustentables a través de la reducción de costos en financiamientos y aumentando la disponibilidad de fondeo. Aunado a esto, una serie de reformas se han llevado a cabo para el desarrollo de un sistema de

financiamiento verde, por ejemplo: bonos de mercado verdes emitidos por instituciones financieras o por el sector privado. En los proyectos se encuentran identificadas seis categorías: ahorro de energía, prevención y control de contaminación, conservación de recursos y reciclaje, transportación limpia, energías limpias, protección ecológica y adaptación al cambio climático (Ng, 2018).

Actualmente existen iniciativas que buscan disminuir la acumulación de capital en unos cuantos, estableciendo una relación circular entre emprendedores e inversionistas, buscando un equilibrio entre el financiamiento en investigación y necesidades sociales, promoviendo el fondeo voluntario, conocido también por su término anglosajón como *crowdfunding* (Lagoarde-Segot, 2018).

### **1.5.6 Políticas públicas**

Las políticas son declaraciones de intenciones que se pueden encontrar en organizaciones, incluyendo compañías, asociaciones y gobiernos. Las políticas públicas corresponden particularmente a los gobiernos y constan de un proceso formado por 5 partes (Johansson, et al., 2018):

- Establecimiento de agenda: cuando se ha identificado y entendido un problema que requiere de una atención.
- Formulación de política: la formulación y diseño de un plan a la medida que puede abordar el problema.
- Toma de decisiones: el gobierno adopta el plan y le otorga legitimidad.
- Implementación: el plan es ejecutado en la práctica.
- Evaluación: se evalúa la capacidad del plan para ver si el resultado fue logrado, debe responder a la pregunta ¿la política funcionó o fracasó?

El mayor reto en políticas públicas es tener completamente identificado el problema, de tal manera que la formulación y diseño del plan tenga objetivos claros que sean medibles, puesto que la implementación puede variar de un municipio a otro, pero busca que se logren los resultados

Las políticas públicas con relación al medio ambiente emergieron en la década de los setenta, con el paso de los años y el incremento de residuos en los últimos años se han centrado principalmente en la prevención y la reducción de residuos. Las políticas públicas ambientales son todas aquellas acciones que el gobierno aplica para el cuidado del medio ambiente (Martínez Rodríguez, 2010).

Silva, et al., (2016) señala sobre la importancia de usar palabras clave y etiquetas para comunicar políticas públicas de manera efectiva, asociándolas con medios de comunicación, organizaciones e instituciones académicas. También sugiere incrementar la repetición, visualización y enlaces a estas palabras, de tal manera que, contribuyan a la identificación general del problema buscando soluciones a la política ambiental en cuestión. Yao, et al., (2018) por su parte indica que las palabras clave más usadas entre 2012 y 2016 con relación a políticas ambientales fueron (de mayor a menor): reducción de emisiones, ahorro de energía, tecnología, investigación y desarrollo, recursos renovables, economía circular, producción limpia, innovación, reciclaje, reúso, protección ambiental, re-manufactura, separación, residuos sólidos, residuos de baterías, incentivos financieros, inversión y financiamiento, ecología, residuos eléctricos y electrónicos.

Algunas de las variables que pueden afectar las políticas públicas con relación al medio ambiente y la energía son confianza en los políticos, preocupación por el cambio climático, disposición de pagar por energía, la no participación en actividades sociales y el rechazo al gobierno (Nakamura, 2017).

Es importante que las políticas públicas en gestión de RSU puedan ser medibles y evaluadas, con el fin de determinar el desempeño que han tenido. Los puntos principales que se deben

evaluar son el marco legal, los incentivos y barreras y, las estrategias de implementación (Spoann, et al., 2018).

Para esto se debe dar respuesta a preguntas como: ¿Las políticas y el marco legal son suficientes? ¿El plan estratégico refleja las políticas? ¿Cómo las autoridades locales hacen cumplir las políticas? ¿A qué obstáculos impiden llevar a cabo el plan?

Para contribuir al desarrollo de políticas públicas, el Centro Internacional para el Desarrollo Sustentable de Energía, Agua y Sistemas Ambientales (SDEWES), mide el desempeño de las ciudades a través de métricas relacionadas con energía, agua y sistemas ambientales (García-Álvarez, et al., 2018). Se basa en 7 dimensiones, 25 indicadores y 25 sub-indicadores. La dimensión 7 corresponde a políticas de Innovación, investigación y desarrollo y sustentabilidad (Kilkiş, 2017). Sus indicadores principales son:

- Políticas de innovación e investigación y desarrollo: gasto del PIB destinado a la investigación y desarrollo
- Patentes nacionales en tecnologías limpias
- Universidades públicas y privadas
- Conocimiento de sustentabilidad
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: objetivos de reducción hacia el 2020, 2030, 2040 y 2050.

Los cambios en políticas públicas se apoyan en el establecimiento de legislaciones y acuerdos, los cuales se pueden declarar en el ámbito internacional, nacional o local. La presente investigación no pretende hacer un análisis de cada una de los acuerdos y legislaciones que se han creado, pero se hace mención de las más significativas y de mayor impacto en las últimas décadas (García-Álvarez, 2018). La tabla 5 muestra una relación de la legislación y los objetivos que persigue con relación a los RSU.

Tabla 5 - Relación de legislación y objetivos ambientales

Síntesis de objetivos	Legislación / Acuerdo	País / Región	Terminación
Reciclaje y reúso	Directiva 2008/98/EC	Europa	2020
Eco innovación	Plan de acción de eco innovación	Europa	2020
Gestión eficiente de RSU	Agenda 21	Mundial	2030
Gestión eficiente de RSU	Acto de conservación y recuperación de recursos	Estados Unidos	Vigente
Proteger de los contaminantes orgánicos persistentes	Convenio de Estocolmo	Mundial	Vigente
Protección al medio ambiente	Acto de protección ambiental UK	Reino Unido	Vigente
Ciudades sostenibles	Agenda para el desarrollo sostenible	Mundial	2030

Nota. Recuperado de García-Álvarez, (2018)

En materia de políticas públicas y legislación, es importante mirar la experiencia de países que han implementado políticas exitosas con relación a los RSU, lo cual se analiza en el capítulo 3.

### 1.5.7 Separación

La separación de residuos corresponde a la actividad de seleccionar y almacenar los diferentes residuos para facilitar su posterior manejo y aprovechamiento. Los RSU se consideran una fuente útil de materiales reciclables, tales como papel, metal, plástico y vidrio, de tal manera que la separación de estos materiales es una etapa clave para una gestión efectiva de RSU (Gundupalli, et al., 2017). Algunos factores que intervienen para que se de la separación de residuos son: tamaño de la familia, nivel de educación e ingreso mensual, comités comunitarios, género, tarifa por peso o volumen, campañas y recolectores informales (Guerrero, 2013).

Existen dos tipos de infraestructura para la separación de RSU. El primero corresponde a la separación de residuos desde el hogar y se requiere de contenedores de plástico que son colocados en la banqueta, con identificadores del tipo de material. Por ejemplo papel, plástico y vidrio. El segundo se refiere al conjunto de grandes contenedores, que se encuentran comúnmente localizados en lugares públicos y de fácil acceso, ahí son llevados los residuos ya previamente separados en casa (Struk, 2017).

Según la Revisión Global de Gestión de Residuos Sólidos, los residuos se pueden clasificar según en dónde se originan: casas, instituciones, comercios y el municipio. La tabla 6 muestra a detalle los tipos de residuos según clasificación.

Tabla 6 - Tipología de residuos

<b>Fuente</b>	<b>Generadores</b>	<b>Tipos de residuos</b>
Residencial	Casas, departamentos, multifamiliares.	Desperdicios de comida, papel, cartón, plástico, telas, piel, jardinería, madera, vidrio, metales, cenizas, residuos especiales (aceite, llantas, baterías, electrónicos)
Comercial e institucional	Tiendas, hoteles, restaurantes, mercados, oficinas, escuelas, aeropuertos.	Desperdicios de comida, papel, cartón, plástico, telas, jardinería, madera, vidrio, metales, residuos especiales (aceite, llantas, baterías, electrónicos)
Municipio	Calles, parques, playas y áreas públicas en general.	Residuos en general

Nota. Recuperado de What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management (Hoorweg, 2012).

En años recientes han surgido diversos programas con la iniciativa de cero residuos (*Zero-Waste*) donde la separación de residuos desde el hogar ha sido una pieza clave (J. Padilla, et al., 2018).

### 1.5.8 Integración

Un sistema de gestión de RSU integrado se refiere al enfoque estratégico del plan, tomando en cuenta todos los aspectos que se involucran: generación, recolección, transferencia, tratamiento, recuperación y disposición de forma integrada, con un énfasis en maximizar el uso de los recursos de manera eficiente (United Nations Environment Programme, 2009).

Usualmente, los problemas a los que se enfrenta un sistema de gestión integrado de RSU van más allá que el dinero o tecnología. Tienen que ver con la actitud o compromiso de los

ciudadanos, al personal que labora, sector privado y recolectores, aunado a factores sociales, institucionales, legales y políticos.

Algunas de las razones por las que puede ser necesario un sistema de gestión integrado de RSU son:

- El aumento de la población en las ciudades incrementa la cantidad de residuos generados
- El cambio en patrones de consumo, la composición de basura se ha convertido en más variada y cambiante
- La industrialización y crecimiento económico genera más cantidad de residuos
- La complejidad, costos y coordinación de una gestión de residuos, requiere involucrar a muchos actores que se involucren en el proceso
- Los gobiernos buscan mirar a los residuos como una oportunidad de negocio, generando un impacto mínimo para el medio ambiente

Existen 4 principios en un sistema de gestión integrado de RSU, estos son:

1. Equidad: que todos los ciudadanos tienen derecho a un sistema de gestión de RSU por razones de salud pública.
2. Efectividad: que el modelo de gestión que se aplique sea para la eliminación de todos los RSU.
3. Eficiencia: la gestión de RSU debe realizarse maximizando los beneficios, minimizando los costos y optimizando los recursos.
4. Sustentabilidad: el sistema de gestión de RSU debe ser apropiado para el contexto local, tomando en cuenta los factores técnicos, ambientales, sociales, económicos, financieros, institucionales y políticos.

Klundert y Anshütz (2001) propusieron un modelo para un sistema de gestión integrado de RSU que se muestra en la figura 14. Si bien no es el único modelo desarrollado, este incluye los elementos mencionados en la presente investigación.

La propuesta del modelo es generar una red entre las partes involucradas, los elementos del sistema de RSU y los aspectos, de tal manera que de manera conjunta se logre la sustentabilidad.

Es importante señalar que hay varios elementos que pueden intervenir en la eficiencia de un sistema de gestión de RSU y que podrían afectar sus resultados: el tamaño de los municipios, número de habitantes, si las compañías de recolección son públicas o privadas, el tipo de tratamiento a los residuos sólidos, la cobertura y la frecuencia de recolección(Struk, 2014).

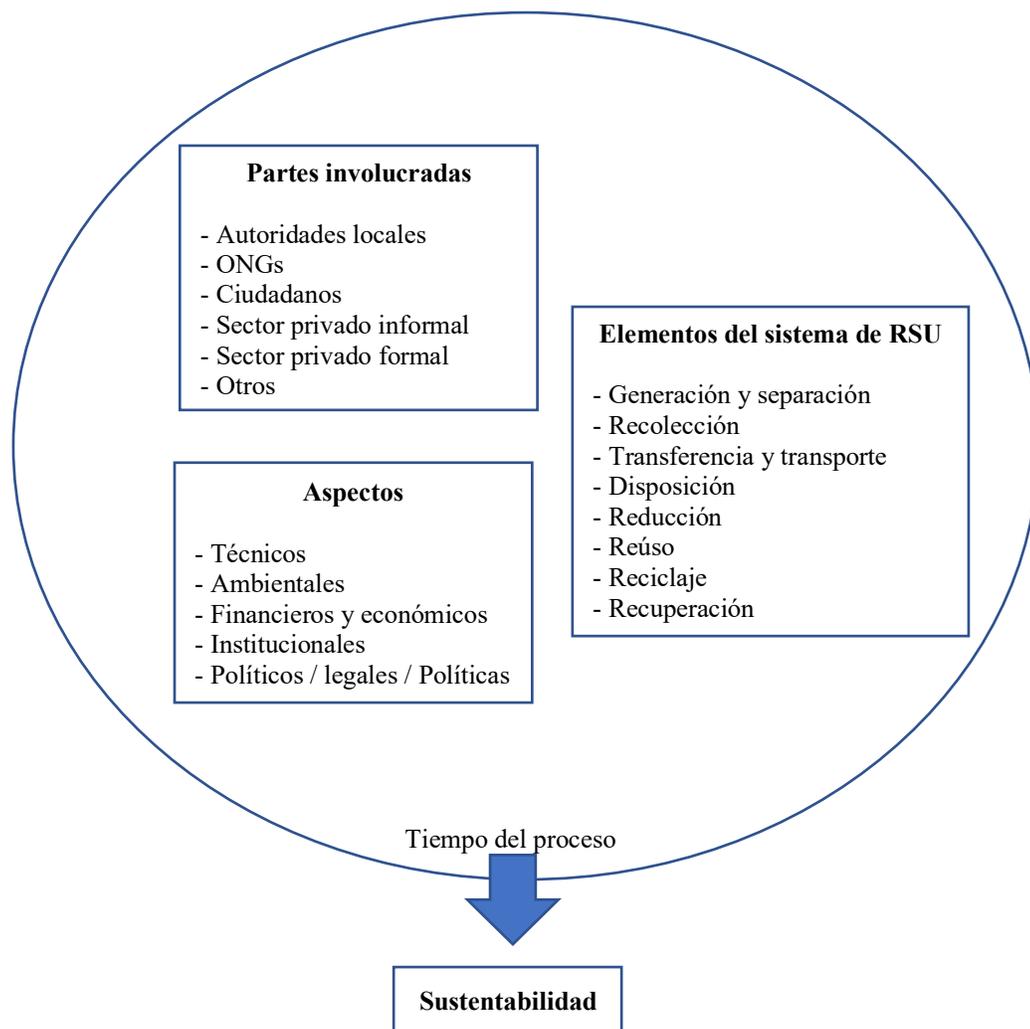


Figura 14 - Modelo de un sistema de gestión de RSU integrado (Klundert, et al., 2001)

## 1.6 Legislación de RSU

Se tiene evidencia de que en el antiguo imperio Romano existió un impuesto sobre los residuos, mismo que se ocupaba para pagar por el mantenimiento que hacían los esclavos y criminales (Chamizo-Gonzalez, 2016). Con el paso del tiempo han surgido estándares ambientales para la protección y cuidado del medio ambiente, reduciendo el impacto negativo. De manera paralela, cada país ha establecido su propia legislación con relación al medio ambiente siguiendo sus propios principios, puesto que tienen características diferentes en términos de su régimen político, industrias y geografía. Por ejemplo, un país con alta densidad de población y poco espacio de tierra, tendrá mayores beneficios en la reducción de vertederos y podría inclinarse por la incineración.

La tabla 7 muestra una síntesis de algunas regulaciones e instrumentos legales en materia de gestión de RSU que han sido significativos en diferentes países

Tabla 7 - Regulaciones e instrumentos legales

País	Instrumento legal	Regulaciones
<b>Países Bajos</b>	Acto de Protección del Suelo (1987, revisado en 2008)	Descarga de sustancias líquidas al suelo
<b>Dinamarca</b>	Acto de Protección al Medio Ambiente (1974, consolidado en 2010)	Reportes ambientales Estándares de calidad ambiental para descargas de contaminantes en ríos, lagos y océanos
<b>Alemania</b>	Ley Básica	Requerimientos de calidad para mediciones ambientales Prevención y disposición federal de residuos
<b>Estados Unidos</b>	Acto de conservación y recuperación de recursos (1976)	Conservación del medio ambiente Guías para el desarrollo e implementación de planes de gestión de RSU Criterios y restricciones para la implementación de vertederos de RSU

País	Instrumento legal	Regulaciones
<b>Taiwán</b>	Acto de disposición de residuos (2013)	Limpieza, tratamiento y reciclado de residuos
<b>Japón</b>	Ley de gestión de residuos y limpieza pública (1970)	Estándares en la transferencia de RSU Estándares técnicos de RSU Instalaciones de RSU Estándares en instalaciones de reciclado
<b>Corea del Sur</b>	Acto de control de residuos (2007)	Sistema de reducción de residuos Sistema para la importación y exportación de residuos
<b>China</b>	Ley para la prevención y control de la contaminación ambiental generada por los RSU	Estándares para el control de contaminación en vertederos e incineración de RSU

Nota. Recuperado de A. Liu, et al., (2015)

Naciones Unidas (UN) ha planteado una Agenda para el Desarrollo Sostenible al año 2030, la cual fue adoptada por los líderes mundiales el 25 de septiembre de 2015, y establece un ambicioso plan de acción para la gente, el planeta y la prosperidad para todos, con el objetivo fundamental de conseguir un desarrollo incluyente. En su núcleo esta Agenda considera a 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS– que a su vez incluyen a 169 metas específicas, siendo estos 17 objetivos los siguientes: (1) erradicar la pobreza; (2) hambre cero; (3) salud y bienestar; (4) educación de calidad; (5) igualdad de género; (6) agua limpia y saneamiento; (7) energía asequible y no contaminante; (8) trabajo decente y crecimiento económico; (9) industria, innovación e infraestructura; (10) reducción de la desigualdad económica; (11) ciudades y comunidades sostenibles; (12) producción y consumo responsable; (13) acción por el clima; (14) vida submarina; (15) vida de ecosistemas terrestres; (16) paz, justicia e instituciones sólidas; (17) alianzas para lograr los objetivos (Malcón Cervera, C., et al., 2017)

La meta 11 con relación a ciudades y comunidades sostenibles dice: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (actualización de marzo de 2016). El objetivo específico 11.6 señala que para el año 2030, se debe reducir el impacto ambiental per cápita, con especial atención a la calidad del aire y a la gestión de desechos (UN, 2014).

La conferencia en Medio Ambiente y Desarrollo, llamada Agenda 21 se llevó a cabo en 1992, abordó problemas urgentes de la época y se planteó como objetivo preparar al mundo para los retos del siglo XXI, dando la mayor responsabilidad a los gobiernos, a través de, planes y estrategias nacionales, políticas públicas y procesos. El capítulo 4 se refiere al cambio en patrones de consumo, donde señala la importancia de desarrollar políticas nacionales y estrategias que generen cambios en el consumo no sostenible, que optimicen el uso de los recursos y minimicen la generación de residuos. Para ello propone desarrollar políticas locales en el marco de cambiar patrones de consumo y producción sostenible, al mismo tiempo, la sociedad necesita desarrollar alguna forma efectiva de reducir el monto de residuos que genera. Esto sólo se puede lograr si gobierno, industria y comunidad trabajan juntos (UNCED, 1992).

La Unión Europea a través de su Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2020, señala en su objetivo prioritario número dos convertir a la Unión en una economía eficiente en el uso de los recursos, ecológica y competitiva, así mismo, plantea acciones de establecer un acuerdo de política climática, disminución del impacto ambiental del consumo y una preocupación por transformar los residuos en recursos. Además, pronostica que el mercado de las eco-industrias duplicará su tamaño en los próximos 10 años (Comisión Europe, et al., 2013).

La Directiva 2008/98/EV del Parlamento Europeo (referida como WFD2008), estableció un marco legislativo para el manejo de residuos en las comunidades, donde se definen conceptos clave como residuos, recuperación y disposición para establecer planes de gestión de residuos, además, establece la obligación de encargarse de los residuos de tal forma que no genere un impacto negativo al medio ambiente o a la salud. Así, el primer objetivo de cualquier política de residuos debe ser minimizar los efectos negativos de la generación y gestión de residuos (European Parliament and Council, 2008).

La legislación en México se rige por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual señala que es competencia de las autoridades la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. Para dar soporte a la legislación está el Programa Nacional de

Medio Ambiente y Recursos Naturales, el cual se ha planteado como objetivo *“Lograr el manejo integral de los residuos mediante la aplicación de los instrumentos, acciones y estrategias establecidas en el marco legal vigente; y generar la información estadística para determinar las acciones necesarias para lograr la gestión eficiente en el manejo integral adecuado de los residuos generados en el país”*. Para contribuir con el objetivo planteado, se elaboró y publicó un Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (SEMARNAT, 2018).

Para dar soporte a la Constitución Política está la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), a su vez la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en donde se establecen reglas entre los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, asignando facultades específicas. El reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR) regula aspectos cuya aplicación es para los municipios.

De manera paralela se encuentra la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que básicamente establece reglas, especificaciones, atributos, métodos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método. De ahí establece diversas regulaciones denominadas Norma Oficial Mexicana (NOM), en donde en materia de residuos sólidos se tienen identificadas 22 normas vigentes. La figura 15 muestra un diagrama de la legislación nacional en materia de residuos sólidos.

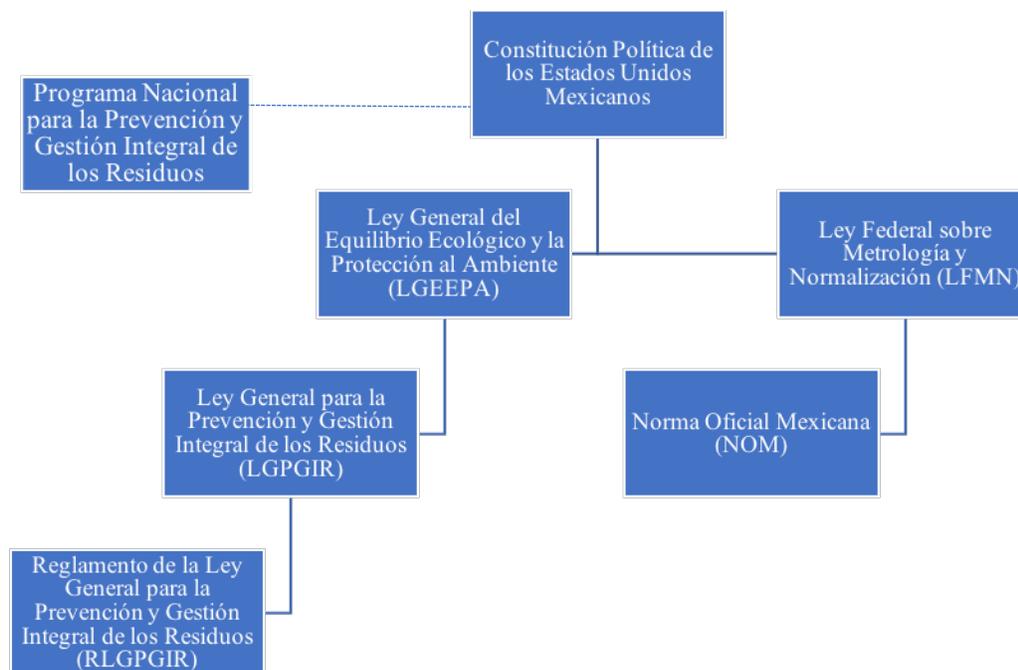


Figura 15 - Legislación nacional en materia de RS.

## 1.7 Estrategias

Existen diversas definiciones y conceptos de estrategia que tienen relación con planeación estratégica, administración, gestión, evaluación, diagnóstico, entre otros. Tradicionalmente en la literatura, se encuentran estos conceptos asociados con el sector privado, organizaciones y empresas (Contreras-Sierra, 2013). El origen de la palabra estrategia es de origen militar, pero lo podemos encontrar en procesos y cambios organizacionales, generación de valor, movilización de recursos, por mencionar algunos. También, da respuesta a las interrogantes sobre qué se necesita hacer y porqué (Evered, 1983).

Bryson (1995) señala que la estrategia es un patrón, Porter (1980) que es una posición; Nutt y Backoff (1992) como una pauta de acción. Mintzberg, et al. (1998) identifican 10 escuelas de la formulación estratégica y hacen tres clasificaciones: prescriptivas (diseño, planeación y posición) que señalan cómo deben ser formuladas; descriptivas (empresarial, cognoscitiva, de

aprendizaje, de poder, cultural y del ambiente) que señalan cómo llevar a cabo la estrategia; finalmente, la última escuela (configuración) que combina a las anteriores (Arellano, 2012). En el sector privado Porter (1996) señala de manera general que estrategia son aquellas actividades que nos hace únicos y diferentes a los demás competidores, basado en las necesidades de los clientes. Esto genera una ventaja competitiva que se basa en el valor de los productos y servicios.

En el sector público lo que se busca es generar un “valor público”, el cual está asociado con bienes públicos, equidad, inclusión, marco legal, entre otros. Lo que para el sector privado son las ventas, en el sector público es un valor percibido que busca un bien a la sociedad (Wauters, 2017).

Según Talbot (2011) el valor público consiste en equilibrar el interés personal, el interés público y el interés procesal. El interés personal se refiere a la calidad y eficiencia en los servicios para el ciudadano. El interés público se refiere a la legitimidad de las acciones que logran resultados sociales y mejoran el bienestar de los ciudadanos. Finalmente, el interés procesal se refiere a la equidad, imparcialidad y el debido proceso en la forma en que las personas participan en la toma de decisiones públicas.

Por tanto, las estrategias para el contexto del sector público son las acciones globales articuladas que se desarrollan para alcanzar los objetivos estratégicos y que movilizan recursos humanos, materiales y económicos, así como diversos medios. Los planes de acción son el conjunto de las acciones que se realizarán, los recursos que se movilizarán, las metas que se proponen, los indicadores que cuantificarán el desempeño y la definición de responsabilidades.

Derivado de lo anterior, Arellano (2012) señala que la estrategia nace a partir de la misión y el diagnóstico y su integración con los objetivos. La figura 16 muestra las partes que conforman la construcción de la estrategia. La misión es una imagen ideal, es un fin. Un objetivo es el lugar, el espacio o la situación a la que se quiere llegar para lograr un determinado fin.

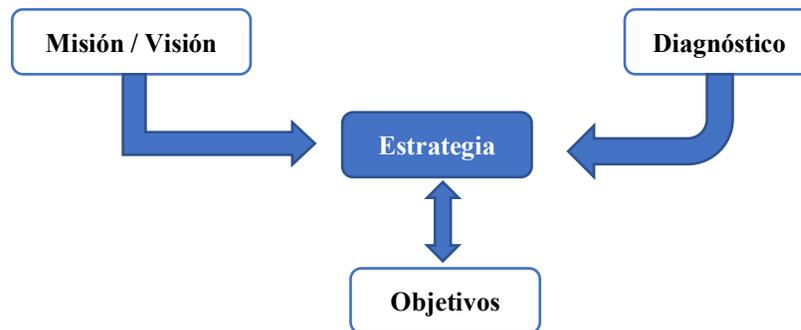


Figura 16 - Partes para la construcción de la estrategia (Arellano, 2012).

El diagnóstico del entorno en el sector público busca identificar los factores externos que son esenciales para el desarrollo de la organización pública, que representan tanto oportunidades como amenazas (Álamo Vera, et al., 2007). El análisis PEST, cuyo acrónimo se debe a las fuerzas Políticas, Económicas, Sociales y Tecnológicas del entorno, es una herramienta de la planeación estratégica que sirve para definir el contexto identificando las fuerzas del macro ambiente (Song, et al., 2017).

Las principales zonas de influencia en una organización pública, según Martin Castilla (2005) son, la zona de influencia interna de la organización; la zona de influencia de la sociedad y su entorno; la zona de influencia de los órganos de control de la actividad de la administración; la zona de influencia de otros organismos, administraciones internacionales, administración federal, estatal y local; órganos consultivos; y proveedores.

### 1.7.1 Estrategias en el sector público

Existen diversas técnicas para la generación de estrategias en el sector público, tales como la tipología de estrategias de Rubín (1988), las estrategias para el contexto de Nutt y Backoff (1995), la tipología de estrategias de Wechsler y Backoff (1988), la matriz escenario-estrategia del Boston Consulting Group (1966) elaborada por Smith (1988), la matriz económica-política

de empresas públicas de Enrique Cabrero (1986), la decisión estratégica de la empresa pública de El-Namaki (1984), entre otras (Arellano, 2012).

Para la presente investigación se empleará la tipología de estrategias para el sector público propuesta por Rubin (1988), debido a que predomina el contexto externo. La figura 17 muestra el diagrama de la tipología de estrategias para el sector público dividido en cuatro cuadrantes en función del contexto y de un horizonte temporal.

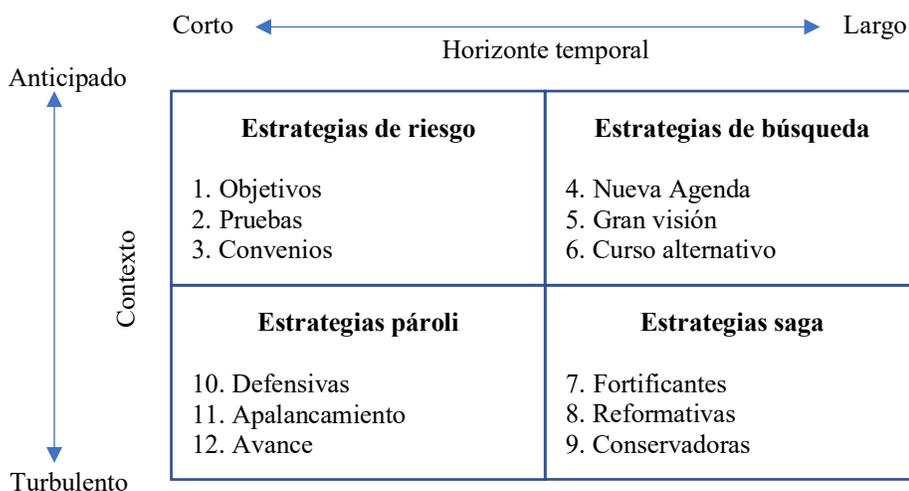


Figura 17 - Tipología de estrategias para el sector público (Rubin, 1988)

En el primer cuadrante están las estrategias de riesgo, que tienen la característica de enfrentar problemas que surgen en un contexto anticipado y en un horizonte de tiempo corto. Tiene tres tipos de estrategias, las “objetivos” se dan cuando los recursos de la organización y los financieros se juntan en una iniciativa particular, ya sea resolver un problema emergente o capturar una oportunidad latente. Las estrategias “pruebas” se presentan cuando ante una problemática se intenta solucionar con pruebas o experimentos en periodos cortos; pueden ser vistas como soluciones temporales. Las estrategias “convenios” son las que involucran arreglos de corto plazo entre organizaciones del sector público o privado.

En el segundo cuadrante encontramos las estrategias de búsqueda, que tienen un horizonte de largo plazo, una visión de un futuro nuevo y diferente. Tiene tres tipos de estrategias, la “nueva agenda” se da con la creación de metas y objetivos a largo plazo. Las estrategias “gran visión” involucran una imagen deseada a futuro. Las estrategias de “curso alternativo” se dan en situaciones de crisis o conflictos.

En el tercer cuadrante están las estrategias saga, que tienen la característica de ser de largo plazo y restablecen un conjunto de valores, objetivos y principios que se han perdido o están por perderse por cambios en el contexto. Tiene tres tipos de estrategias, la “fortificante” buscan recuperar posiciones perdidas a través del diseño de nuevas políticas. Las “reformativas” se centran en la modificación de reglamentos o políticas gubernamentales. Las “conservadoras” tienen como objetivo preservar un conjunto de valores, principios u otros recursos que sean amenazados por el contexto.

En el cuarto cuadrante están las estrategias pároli, que se caracterizan por los esfuerzos para mantenerse en una posición preferente aun con riesgos. Tiene tres tipos de estrategias, las “defensivas” que son aquellas que se invierten en el corto plazo para contrarrestar riesgos, por ejemplo, una posible incertidumbre presupuestaria. Las de “apalancamiento” son cuando se utiliza una determinada situación para favorecer a la organización. Las de “avance” se dan cuando se aprovecha una oportunidad o situación inesperada y se reducen riesgos.

La estrategia la formamos a partir de un diagnóstico, objetivos, misión y visión. Estos elementos los encontramos dentro del marco legal que rige al municipio de Puebla en el Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021. La figura 18 muestra la propuesta de creación de estrategias para la gestión de RSU que se proponen para el municipio de Puebla. La base está representada por los cuatro elementos clave en la construcción de una estrategia para el sector público (diagnóstico, misión, visión y objetivos), representan los cuatro pilares, la ausencia de alguno desestabilizaría cualquier estrategia. La creación de cada una de las estrategias se plantea desde una perspectiva mundial con el análisis de algunos programas exitosos de gestión de RSU en el mundo (capítulo 3), hasta un contexto local analizando el sistema de gestión de RSU en el municipio de Puebla

(capítulo 4), reforzado con un estudio metodológico del comportamiento hacia el reciclaje (capítulo 5).

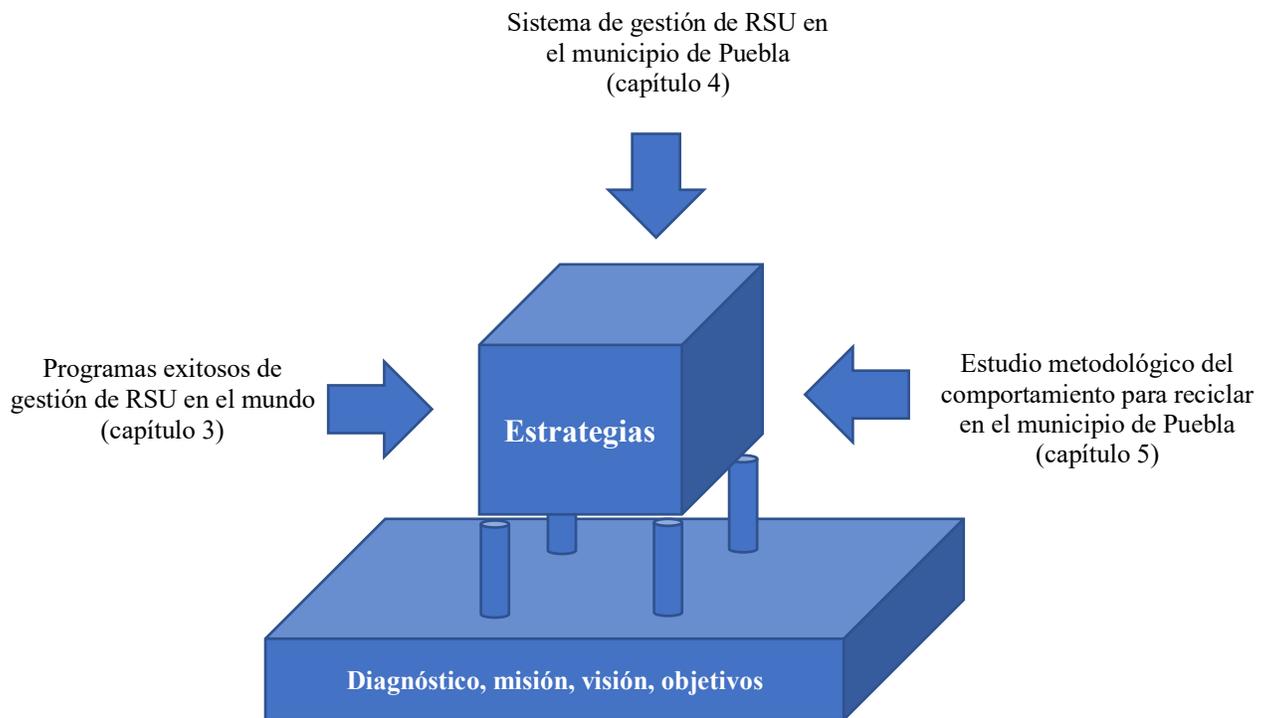


Figura 18 - Propuesta de creación de estrategias para la gestión de RSU del municipio de Puebla

En este capítulo se abordaron aspectos teóricos de los residuos, su clasificación, composición, tratamiento y jerarquía. Después se definió la gestión de RSU organizada y estructurada a partir de las principales problemáticas desde una perspectiva global, seguida de los aspectos legislativos internacionales, nacionales y locales en materia de residuos; esta será la estructura de análisis de los siguientes capítulos. Finalmente, se establece un enfoque de estrategias en el sector público. En el capítulo 2, se analizarán las estrategias y acciones implementadas en diversas ciudades y países del mundo, considerando contextos distintos y cuyos resultados han tenido un impacto positivo.

## **CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS EN PLANES Y PROGRAMAS DE GESTIÓN DE RSU EN EL MUNDO**

En este capítulo se analizan principales estrategias implementadas en distintas ciudades y países del mundo. Retomado del capítulo 1, los principales problemas con relación a la gestión de los RSU son: 1) la falta de participación ciudadana genera que no exista un compromiso con el medio ambiente, 2) los tiraderos de residuos ilegales y sistemas inadecuados de recolección, 3) la falta de infraestructura tecnológica o su uso inadecuado, 4) la falta de programas educativos en materia ambiental y de RSU, 5) falta de financiamiento, 6) la falta de políticas públicas con relación al medio ambiente, 7) la falta de separación de RSU y 8) la falta de integración de organizaciones, gobierno y comunidad.

Los casos analizados han sido documentados en reportes y artículos científicos principalmente. Es importante señalar que no implica que las acciones que se han implementado en materia de gestión de RSU, sean únicas o se hayan inventado en la ciudad o país de estudio.

### **2.1 Estrategias y acciones en diferentes ciudades o países**

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA) en su último informe destacan algunos casos de éxito de gestión sostenible de los RSUs (Wilson & Velis, 2015). Adicionalmente, con base en datos estadísticos de generación y tratamiento de residuos municipales emitidos por la OECD, se incluyen algunos casos de países que ocupan los primeros lugares en recuperación de materiales (reciclado y compostaje) para su revisión y análisis.

#### **2.1.1 Participación ciudadana**

En esta sección se describen algunas experiencias de participación ciudadana con ejemplos de diferentes niveles de tecnificación y costos.

### **Beitou, Taiwán**

La interacción entre el gobierno y la ciudadanía ha demostrado que puede generar soluciones a desafíos ambientales, además, el empoderamiento de los ciudadanos ha fortalecido a movimientos ambientales a nivel local, involucrando a gente de diversas áreas de especialidad, permitiendo compartir recursos y conocimiento. En Beitou, los ciudadanos identificaron que los incineradores de RSU estaban contaminando áreas dedicadas a la siembra, causando grandes pérdidas económicas para los agricultores locales, lo que llevó a que la comunidad se organizara y formara un grupo de voluntariado ambiental (QLEVG, por sus siglas en inglés) para dar solución al problema de contaminación del suelo. Así, el grupo pasó de la confrontación a la colaboración con el gobierno, pasando de una estrategia enfocada a la incineración, a un plan de gestión de RSU cuyo enfoque es en la reducción desde el origen, promoviendo la separación y el reciclaje (Wong, 2017).

### **Malmö, Suecia**

En los últimos años tuvo un aumento significativo de inmigrantes, según el censo del 2011 uno de cada 10 ciudadanos proviene del medio oriente o norte de África, siendo el lenguaje uno de los principales impedimentos para la participación social para la planeación sustentable. Así, el gobierno implementó acciones de impartir clases de idioma gratuitas para todos los inmigrantes, para educar en temas sustentables y medio ambiente, dando prioridad a la gestión de RSU que promueve el reciclaje, inversión en la transformación de residuos en energía y la creación de biogás para el transporte público (Anderson, 2014).

### **Portugal**

Durante los últimos 15 años el sistema de recolección de residuos de envases ha sido a través de contenedores ubicados en diversos puntos, en donde los ciudadanos los depositan según sea el tipo (papel, envases ligeros y vidrio). Sin embargo, la tasa de reciclaje se encuentra aun baja, considerando que el objetivo para el año 2020 según el Plan Estratégico de Residuos Urbanos (PERSU 2020, en portugués). Martinho et al. (2017), realizaron un estudio en dos municipios en donde demuestran que, incorporando más de un sistema de recolección, la tasa de participación ciudadana aumenta. Los sistemas que mezclaron fue el tradicional de contenedores

para material de reciclado y la incorporación de un sistema de separación desde los hogares, por bolsas que identificaran el tipo de material y que son recolectadas en la banqueta. La tasa de reciclaje se calcula por el número de familias que participan por lo menos una vez al mes entre el número total de familias (Martinho, et al., 2017).

### **China**

Ha existido una resistencia a la construcción de instalaciones que conviertan los residuos en energía, a través de la incineración y otras técnicas. Los principales factores han sido: la percepción del riesgo, el desequilibrio entre equidad y justicia, el bajo beneficio económico, poca confianza pública, baja competitividad y finalmente, ante bajos niveles de educación o cercanía a las instalaciones ha generado un mayor rechazo (Achillas et al.,2011). Pese a que no se encontró evidencia de haber implementado alguna estrategia o plan de acción, se encontró evidencia empírica que señala que al momento de generar una percepción positiva de los factores mencionados, se puede tener un compromiso de la comunidad efectivo que confíe en sus gobiernos municipales y autoridades del medio ambiente (Yong Liu, et al., 2018).

### **Inglaterra**

De acuerdo con el plan de gestión de residuos, las comunidades se deben beneficiar por tener infraestructura de residuos y estar involucradas desde una etapa inicial en la planeación de dichas instalaciones. Sin embargo, existen algunos cuestionamientos como: a quiénes se debe involucrar, a qué nivel y cómo se pueden involucrar. Para dar respuesta a estos cuestionamientos, Garnett et al. (2017) indica que la participación ciudadana en etapas de planeación depende del contexto donde se desarrolla y propone que tiene que ser *'fit-for-purpose'*, término anglosajón que se refiere a algo apropiado para una situación o propósito en particular. Con relación al contexto, los factores que intervienen son: tecnología, cultura, valores e historia de la población, urgencia de la toma de decisiones, experiencia y recursos disponibles de la población.

En la tabla 8 se muestra un resumen de las estrategias implementadas o evidencias empíricas que se han realizado en las ciudades o países antes mencionados.

Tabla 8 - Estrategias de participación ciudadana

Lugar	Problemática a atender	Estrategia	Autor
<i>Beitou, Taiwán.</i>	Contaminación causada por los incineradores de RSU	Colaboración entre gobierno y grupos locales ambientales.	Wong, (2017)
<i>Malmö, Suecia.</i>	Aumento de inmigrantes	Clases del idioma sueco y educación en temas sustentables y medio ambiente.	Anderson, (2014)
<i>Portugal</i>	Necesidad de incrementar la tasa de reciclaje en envases.	Incorporación de sistemas de recolección mixto.	Rodrigues, (2016)
<i>China</i>	Oposición de comunidades para la construcción de instalaciones <i>waste-to-energy</i>	No implementada. Se sugiere generar una percepción positiva de diversos factores.	Yong Liu, (2018)
<i>Inglaterra</i>	A quiénes se debe involucrar desde la etapa inicial de la planeación en materia de RSU	No implementada. Evidencia empírica con relación al contexto y el propósito ( <i>fit-to-purpose</i> )	Garnett, et al., (2017)

### 2.1.2 Recolección

#### Esporles, Mallorca, España

Se implementó un sistema de recolección de RSU con el servicio de Puerta-a-Puerta y con un sistema de cobro formado por dos partes: una fija de 90 euros anuales, igual para todas las viviendas urbanas, y un euro por cada bolsa de material no apto para reciclar (polvo, excrementos animales, restos de vajillas, utensilios rotos, máquinas de afeitar, etc.). Con este sistema se tiene calculado que el euro paga la bolsa, el transporte y la incineración. La clasificación de residuos está separada por su tipo, que puede ser orgánica, envases, vidrio y papel-cartón; y se encuentra claramente identificado el calendario semanal de la recolección con horarios y especificaciones. Los resultados muestran entre 2005 y 2014 que la recolección selectiva aumentó del 12.5% al 76.1%, y una disminución de residuos no reciclables del 87.5% al 23.9% (Ajuntament D'Esporles, 2015; Weber, 2017).

### **Suecia**

El tratamiento de sus RSU es cerca del 100%, de los cuales el 35% de material para reciclar, 16% tratamiento biológico, 48% energía recuperada y el 0.7% en relleno sanitario; le llaman la revolución del reciclaje sueco, su principal estrategia es la regla de tener estaciones de reciclaje (contenedores) a una distancia no mayor de 300 metros desde cualquier área residencial (Avfall Sverige, 2017; Fredén, 2018).

### **Daca, Bangladés**

En el 2005 generaba más de 13 mil toneladas de RSU diariamente, de los cuales el 67% correspondía a residuos orgánicos y con un sistema de recolección que tenía una eficiencia del 50%. Esta situación provocaba tener calles y drenaje con basura. Ante esta situación se crea una organización comunitaria llamada WasteConcern, la cual implementó el servicio de Puerta-a-Puerta en donde los residuos orgánicos son llevados a otra organización comunitaria dedicada a la composta, en donde son transformados en fertilizantes. Así, usando tecnología de bajo costo se ha logrado incrementar la recolección de residuos, el compostaje y la comercialización de fertilizantes (Matter, et al., 2015; “Waste Concern Models | Waste Concern,” 2016).

### **Bogotá, Colombia**

Se generan 7500 toneladas de RSU diariamente, su sistema de recolección estaba a cargo del sector privado, pero resultaba insuficiente. A partir del 2012, se creó la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, tomando el control del 63% de la limpieza de la ciudad. Se creó un plan para la inclusión formal de los recolectores callejeros de basura en el sistema de recolección y reciclado, así con un registro de recicladores se identificaron áreas de operación para establecer mapas y áreas de oportunidad, ofreciendo vehículos motorizados que mejoraran la recolección. Además, el municipio estableció una red de 25 bodegas para recibir el material. La mayor innovación fue la introducción de un pago bimensual a los recolectores, los cuales se comprometían a llevar materiales a las bodegas para su reciclado, cumpliendo con montos establecidos; el pago está sujeto al cumplimiento de la meta, estar registrado y tener una cuenta bancaria. Con este sistema, se mejoraron las rutas de recolección y se establecieron fondos para mejorar la seguridad y salud de los recolectores, dando acceso a equipo especializado como:

guantes, máscaras, botas, tarjetas de identificación, etc., y entrenamiento para el uso del equipo (Wilson, 2015).

### **Bo, Sierra Leona**

Con el aumento poblacional provocado por compañías mineras y agroindustriales, el ayuntamiento perdió la capacidad de llevar un sistema de gestión de RSU. Para dar solución recibió apoyo de fundaciones, se creó un proyecto político de gestión de residuos e involucro a empresas locales que estuvieran interesadas en participar. Se creó un plan estratégico que tomara en cuenta los RSU como un problema integral, incorporando visiones de corto, mediano y largo plazo, involucrando a investigadores locales, consultores, empresas y expertos de los países bajos. Concretamente para el tema de recolección, se seleccionó a 10 grupos de jóvenes de la comunidad, se les dio entrenamiento en administración y finanzas, operación de triciclos motorizados y mantenimiento, para que apoyaran con el sistema de recolección.

En la tabla 9 se muestra un resumen de las estrategias implementadas o evidencias empíricas que se han realizado en las ciudades o países antes mencionados.

Tabla 9 - Estrategias de recolección

<b>Lugar</b>	<b>Problemática a atender</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Autor</b>
<i>Esportes, Mallorca, España</i>	Alto índice de RSU no reciclados.	Implementación de sistema de cobro: una tarifa fija y una variable en función de la generación de RSU.	Weber, (2017)
<i>Suecia</i>	Ser la mejor ciudad del mundo en desarrollo sustentable.	Cercanía de contenedores de reciclaje desde cualquier punto a una distancia no mayor de 300 metros.	Fredén, (2018)
<i>Daca, Bangladés</i>	Ineficiencia en el sistema de recolección.	Organización comunitaria para la recolección y trata de la composta.	Matter, (2015)
<i>Bogotá, Colombia</i>	Generación de más de 7500 toneladas de RSU diariamente.	Inclusión formal de recolectores callejeros.	Wilson, (2015)

<b>Lugar</b>	<b>Problemática a atender</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Autor</b>
<b><i>Bo, Sierra Leona</i></b>	Ineficiencia en el sistema de recolección.	Capacitación a jóvenes y entrega de equipo de recolección.	Wilson, (2015)

### **2.1.3 Infraestructura**

#### **San Francisco, CA. Estados Unidos**

El gobierno tiene un rol clave en el plan estratégico, ya que es el responsable de la implementación y el desarrollo de políticas ambientales que apoyen la inversión en infraestructura de última tecnología para tratar residuos y reciclar (A. Silva, 2017). Los resultados muestran que el reciclaje y compostaje ha logrado la tasa más alta de cualquier ciudad en los Estados Unidos, alcanzando el 80% (SF Environment, 2018).

#### **Singapur**

En un país con alta densidad poblacional y un territorio limitado, la Agencia Nacional del Medio Ambiente (NEA, por sus siglas en inglés) es la encargada de planear, desarrollar y administrar el sistema de gestión de RSU, una de sus responsabilidades es mantener una adecuada infraestructura (Wilson, 2015). Actualmente cuenta con 4 plantas de recuperación de energía (*waste-to-energy*), lo que ha permitido una reducción de volumen de residuos al 90%. Además, estableció un parque de reciclaje en un área dentro del relleno sanitario y contribuye con el 25% del total de residuos reciclados (NEA, 2018).

#### **Daca, Bangladés**

A través de la organización comunitaria local llamada *Waste Concern*, se organizó bajo el sistema de puerta-a-puerta en hogares y mercados para la recolección de residuos orgánicos, los cuales son llevados a unas instalaciones para transformarlo en fertilizante (Wilson, 2015). El

sistema se ha replicado en diversas áreas incluidos los barrios de ingresos bajos, y puede ser implementado en pequeña, mediana o gran escala, con relación a las toneladas generadas diariamente. Así, con tecnología de bajo costo que puede financiar el gobierno de Bangladés, se puede lograr: la recolección de residuos, el compostaje y la comercialización de la composta. De esta manera, Bangladés atacó dos problemas con una política, logrando reducir problemas de salud y ambientales ocasionados por los residuos no recolectados y mejorar el suelo fértil a través de la composta convertida en fertilizante (“Waste Concern Models | Waste Concern,” 2016).

En la tabla 10 se muestra un resumen de las estrategias implementadas o evidencias empíricas que se han realizado en las ciudades o países antes mencionados.

Tabla 10 - Estrategias de infraestructura

<b>Lugar</b>	<b>Problemática a atender</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Autor</b>
<i>San Francisco, CA, EEUU</i>	Incrementar el porcentaje de reciclaje y composta.	Inversión en infraestructura de última tecnología.	SF Environment, (2018)
<i>Singapur</i>	Alta densidad poblacional y territorio limitado.	Inversión en plantas de recuperación de energía.	Government of Singapore, (2018)
<i>Daca, Bangladés</i>	Ineficiencia en el sistema de recolección.	Organización comunitaria para la recolección y trata de la composta.	“Waste Concern Models   Waste Concern,” (2016)

#### **2.1.4 Programas educativos**

##### **Bogotá, Colombia**

Se encontró que incrementando el nivel de educación, reduciendo los niveles de pobreza, promoviendo políticas para adquirir vivienda propia y facilitando el uso de Internet para la población más vulnerable, puede mejorar la actitud de la sociedad que apoyo el programa de Cero Residuos a través del reciclado (J. Padilla, 2018). Según el Sistema Único de Información, los resultados indican que la tasa de reciclaje en Colombia ha tenido un incremento del 53%

entre el año 2010 y 2016, siendo en este último año 97.905 toneladas de material recuperado, donde el 57% fue papel y cartón, 27% metales, 8% plástico, 7% vidrio y el 1% madera y textiles (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2017).

### **San Francisco, CA. Estados Unidos**

El gobierno tiene un rol clave en el plan estratégico, ya que es el responsable de la implementación y el desarrollo de políticas ambientales que lo apoyen. Además, se cuenta ya con la existencia de una cultura del reciclado, lo que habilita que exista apertura al compromiso ambiental, programas educativos y disposición para hacer cambios de comportamiento social; esto en combinación con una infraestructura para tratar residuos y reciclar (A. Silva, 2017). Los resultados muestran que el reciclaje y compostaje, en combinación con otros elementos, ha logrado la tasa más alta de cualquier ciudad en los Estados Unidos, alcanzando el 80% (SF Environment, 2018).

### **Malmö, Suecia**

La compañía de vivienda municipal junto con dos socios, crearon un programa piloto en apartamentos de áreas residenciales el cual fue evaluado por la Universidad de Lund. El proyecto consistió en recolectar residuos de alimentos en bolsas separadas, así se facilitaría el procesamiento biológico para la producción de biogás, a través de la compañía Sysav. Una de las principales barreras para los residentes era que las cocinas son de tamaño pequeño y el espacio para tener contenedores es muy limitado, por lo que estudiantes de la universidad diseñaron una bolsa que va en el interior del lavatrastos. El proyecto concluyó con la instalación de ganchos metálicos para sostener la bolsa para los residuos de comida que fueron instalados en 1500 apartamentos (Household Participation in Waste Management, 2013).

### **Cochabamba, Bolivia**

Una ciudad que genera 500 toneladas al día de residuos sólidos de hogares, hasta hace unos años contaba con un sistema de gestión de residuos donde no se separaba y tampoco contaba con una cobertura total para la población. El único recurso de recuperación de los materiales era a través de recolectores callejeros informales, quienes realizan dicha actividad como último recurso para

sobrevivir. Ante esta situación, el gobierno recibió apoyo de Swisscontact, una organización sin fines de lucro que asesora en problemas de residuos, turismo sustentable e iniciativas de pequeñas y medianas empresas relacionadas con el medio ambiente. Así se creó el proyecto de Eco-vecindarios, que llevó a la creación del programa de auto empleo de eco-recolectores, dirigido al sistema informal que ya operaba. Esto llevó a realizar cambios legislativos en donde por ley se debía realizar la separación de residuos domésticos o del hogar (Wilson, 2015).

Actualmente el proyecto es apoyado por autoridades locales y las PyMEs, y se enfoca en separar y reciclar desechos electrónicos y aceite de cocina. Se ha extendido a ciudades como La Paz y Santa Cruz. Además, el proyecto apoya modelos de negocio respetuosos con el medio ambiente y entre sus objetivos 2017-2018 está que 9 empresas privadas de gestión de residuos y reciclado reciban formación en gestión y tratamiento de residuos.

Las actividades principales del proyecto son: campañas de información para la población y negocios, apoyo a los municipios en la implantación de sistemas especiales de gestión de residuos y aguas residuales, promoción de servicios de empresas de reciclaje e impulso de ideas innovadoras.

Los resultados han sido positivos e integrales en buenas prácticas con el manejo de los residuos sólidos domésticos y la reducción de aguas residuales. Un factor clave ha sido la participación del gobierno, empresas y los hogares, en combinación con una asesoría especializada, llevando a cabo mediciones muy puntuales de los logros obtenidos (“Proyectos Bolivia - Swisscontact - Bolivia,” 2018). Los resultados indican que en Cochabamba se recuperan aproximadamente 20 toneladas por día de residuos sólidos orgánicos, lo que equivale al 8% y se estima que por cada tonelada procesada se obtiene 250 kg de composta, en un tiempo de producción y cosecha de 120 a 180 días. Además, Cochabamba tiene un potencial de residuos sólidos aprovechables del 54%, con respecto a todo el país (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2011).

En la tabla 11 se muestra un resumen de las estrategias implementadas o evidencias empíricas que se han realizado en las ciudades o países antes mencionados

Tabla 11 - Estrategias de programas educativos

<b>Lugar</b>	<b>Problemática a atender</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Autor</b>
<i>Bogotá, Colombia</i>	Incrementar la tasa de reciclaje	Incrementar el nivel de educación y facilitar el uso de Internet para la población más vulnerable	J. Padilla, (2018)
<i>San Francisco, CA., EE.UU.</i>	Incrementar la tasa de reciclaje y composta	Programas educativos que apoyen la implementación de políticas ambientales	“SF Environment Strategic Plan,” (2018)
<i>Malmö, Suecia</i>	Aumentar la recolección de residuos de alimentos para facilitar el procesamiento biológico para la generación de biogás	Integración en un objetivo común entre gobierno, sector privado y universidad, promoviendo la innovación	Household Participation in Waste Management, (2013)
<i>Cochabamba, Bolivia</i>	Formalizar la separación de residuos	Inclusión del sector informal a los llamados eco-vecindarios	Wilson, Rodic, et al., (2015)

### 2.1.5 Financiamiento e inversión

#### San Francisco, CA. Estados Unidos

El departamento del Medio Ambiente de San Francisco, en su plan estratégico señala como estrategia clave acelerar la innovación y el involucramiento de la comunidad a través de programas de financiamiento. Una de sus iniciativas es el financiamiento de paneles solares en residencias, con la posibilidad de obtener hasta \$5800 dólares por actualizar el sistema de energía en el hogar. El procedimiento incluye una evaluación que muestra el ahorro real de energía y sugiere el plan que mejor conviene. Esta iniciativa es operada por la iniciativa Energy Upgrade California (“Get Inspired to Save Energy | Energy Upgrade California®,” 2018; “SF Environment Strategic Plan,” 2018).

## **Bo, Sierra Leona**

En su plan de gestión de RSU realizado en el año 2014, para incrementar los niveles de separación de basura y desarrollar actividades piloto de reciclado, se creó una competencia de ideas llamada Waste-To-Wealth (“de la basura a la riqueza”), donde se presentaron las propuestas y un comité eligió las 6 mejores para ser financiadas como proyectos de emprendedores. Las operaciones financiadas fueron las bolsas de mano sin plástico, ollas de aluminio, producción de fertilizante orgánico, sandalias hechas de caucho y estufas ahorradoras hechas con chatarra metálica. Actualmente son PyMEs que operan de manera eficiente. Finalmente, para la recolección de basura se seleccionó a 10 grupos de jóvenes de la comunidad, se les dio entrenamiento en administración de empresas, sistemas de administración y finanzas, operación de triciclos motorizados y mantenimiento, gestión de residuos y recolección por una tarifa acordada. Con este esquema los recolectores pueden tener otras fuentes de ingresos a través de los materiales que tienen valor en el mercado, como vidrio, plástico, llantas, metales y latas de aluminio, ya que son separadas por este grupo de jóvenes y vendidas a pequeñas empresas locales.

Entre los principales retos a los que se enfrentaron en las tres etapas fueron: 1) la falta de información que se tenía en el ayuntamiento, 2) en el concurso de emprendedores fue notorio que el nivel bajo de conocimiento de los ganadores en relación a desarrollo de negocios y administración, mercadeo y técnicas para crear demanda en mercados locales con un poder de compra bajo, 3) los residentes no estaban acostumbrados a pagar por el servicio de recolección, así que se modificaron las leyes locales para asegurar en largo plazo el éxito del plan. La lección que se aprendió en Bo es que las soluciones sustentables de deben construir de manera local e involucrando a toda la comunidad (Wilson, 2015).

## **Alemania**

Su sistema de gestión de RSU se basa en un sistema jerárquico de 5 niveles que involucra la prevención, reuso, reciclado, recuperación de energía y disposición final, poniendo mayor énfasis en la disminución de residuos (prevención) y maximizar el reciclaje. Los residuos se recolectan por separado de acuerdo a la clasificación o se llevan directamente a contenedores

destinados para este propósito, que incluye papel, vidrio, plástico y residuos orgánicos (Umweltbundesamt, 2018).

El sistema de gestión de RSU es totalmente financiado por cuotas, no hay subsidios, y el que produce o manufactura debe pagar por el tratamiento o disposición final de los productos una vez que han sido consumidos. Por esta razón existen muchas empresas involucradas (Nelles, 2016).

En la tabla 12 se muestra un resumen de las estrategias implementadas o evidencias empíricas que se han realizado en las ciudades o países antes mencionados.

Tabla 12 - Estrategias de financiamiento

<b>Lugar</b>	<b>Propósito a alcanzar</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Autor</b>
<i>San Francisco, CA., EE.UU.</i>	Incrementar el uso de energías limpias en hogares	Financiamiento en paneles solares	“Get Inspired to Save Energy   Energy Upgrade California®”; “SF Environment Strategic Plan,” (2018)
<i>Bo, Sierra Leona</i>	Incrementar los niveles de separación de basura y el desarrollo de actividades piloto de reciclado	Competencia de ideas: Waste-to-Wealth	Wilson, (2015)
<i>Alemania</i>	Prevención de RSU y maximizar el reciclaje	Financiamiento por cuotas, no hay subsidios	Nelles, (2016)

### 2.1.6 Políticas públicas

En todos los documentos consultados, se encontró evidencia de que diversos países han creado planes y programas que dan soporte a legislaciones y acuerdos. La relevancia no radica en el país o ciudad que lo ha implementado, sino en los resultados positivos que han tenido. Por esta razón, en la tabla 13 se muestran los programas más relevantes y las políticas que se implementaron en la última década.

Tabla 13 - Relación de programas de RSU y políticas

Programa	Políticas
Disminución de residuos Chung, (2010)	Tarifa a la bolsa de plástico Promoción de separación de residuos domésticos
Cero residuos ( <i>Zero Waste</i> ) A. Silva, (2016)	Tarifas por residuos Pago por cantidad ( <i>Pay-as-you-throw</i> ) Tasa e impuestos por tirar al relleno sanitario Mejoramiento de recolección y separación Productos integrados
Gestión de materiales sustentables A. Silva, (2016)	Responsabilidad extendida del productor Directiva de ecodiseños para productos que usan energía Impuesto a los recursos materiales Incremento a los impuestos de bienes
Reciclaje C. L. da Silva, (2018)	Programas educativos: - Basura que no es basura ( <i>Waste that is not Waste</i> ) - Cambio verde ( <i>Green Exchange</i> )
Ciudad inteligente ( <i>SmartCity</i> ) Macke, et al., (2018)	Diversidad de vivienda Transporte público Uso de productos locales Justicia y equidad Emprendimiento de nuevas empresas que protejan el medio ambiente Participación ciudadana y consulta Estrategias de comunicación y educación Promoción de iniciativas de ecodiseños
Hacia el horizonte 2020 Expósito, et al., (2018)	Consumo de materiales y productos reciclados Inversión continua en puntos limpios Aprendizaje tecnológico, innovación y desarrollo Coordinación entre municipios y regiones Fuentes alternativas de fondeo

### 2.1.7 Separación

En todos los documentos consultados en materia de gestión de RSU, se encuentra que la separación de residuos es parte de la estrategia de cada ciudad o país. A continuación, se presentan los casos más significativos por tener una mayor tasa de reciclaje hasta el 2016 (OECD.Stat, 2018b), se incluye la iconografía utilizada, de la figura 19 a la figura 22.

Clasificación	Iconografía
Envases de plástico	
Envases de papel	
Envases de metal	
Envases de vidrio	
Periódicos	

Figura 19 - Iconografía de RSU en Suiza.  
 Recuperado de “Home | Lund University,” (2018.)

<b>Clasificación</b>	<b>Contenedores</b>
Reciclados	
Composta	
Relleno sanitario	

Figura 20 - Contenedores de RSU en San Francisco, EEUU.  
 Recuperado de “San Francisco Recycles | What goes where,” (2018)

<b>Clasificación</b>	<b>Iconografía</b>
Residuos	
Plástico Cartón Metal	

Figura 21 - Iconografía de RSU en Bélgica.  
 Recuperado de “Sorting & Recycling | Fost Plus,” (2018)

Clasificación	Iconografía
Papel	
Envases	
Vidrio	
Composta	
Residuos	

*Figura 22 - Iconografía de RSU en Ljubljana, Eslovenia*  
 Recuperado de “Separating and collecting waste | Snaga,” (2018)

En Bélgica destaca el proyecto llamado “Inicia tu proyecto de separación”, en donde la organización Fostplus provee materiales e información ya sea para la escuela o para alguna organización con el objetivo de promover más la participación ciudadana en materia de separación de residuos.

### **2.1.8 Integración**

#### **Trentino, Italia**

Se está desarrollando un sistema integrado de gestión de RSU tomando en cuenta la economía circular con respecto a la recuperación de materiales y energía. Para ello ha planteado políticas estratégicas que le permitan lograr los siguientes objetivos:

- Disminuir los montos de RSU, tomando en cuenta que la población se va incrementando
- Definir las ganancias específicas de la recolección de residuos separados

El tipo de cobro se basa en el principio de que el que contamina paga (*the polluter pays*), y está estructurado en dos partes: una que cubre los costos fijos y la otra cubre los costos variables tomando en cuenta el monto de residuos no separados. Como resultado, la separación de residuos se incrementó del 21% al 80% entre el año 2002 al 2018 (Rada, et al., 2018).

#### **Flandes, Bélgica**

La Agencia de Residuos Públicos de Flandes (OVAM) ha colocado a Bélgica como uno de los países más sobresalientes en materia de gestión de residuos. Desde 1995 el gobierno desarrolló un plan “multi-anual”, donde primeramente erradicó los programas anteriores, en favor de una nueva política en materia de residuos, que pudiera integrar holísticamente hacia una visión estratégica ambiental de la región.

LA OVAM (2016) tiene 6 objetivos: reducir la generación de residuos, reusar y reciclar materiales, procesar materiales de residuo en condiciones amigables con el ambiente, iniciar una transición hacia una economía circular, reparar suelos contaminados y prevenir la contaminación de nuevos suelos. Para esto se creó una Administración de Transición, que pasó de un modelo tradicional de tres niveles (gobierno, vivienda y empresas de residuos) a un modelo multinivel y una estructura gubernamental de múltiples actores, donde a pesar de que la OVAM se encuentra al centro del modelo. La nueva estructura incorpora investigaciones y procesos colaborativos que incluyen institutos de conocimiento, industrias, consultores expertos, ONGs del sector y comunidad en general. Los resultados muestran que Flandes ha

logrado la tasa del 89.1% en reciclaje más el 2.9% en recuperación de energía, lo que da un total del 92% (Fostplus, 2017).

### **Corea del Sur**

Basándose en el principio de circulación de recursos, el cual señala que no se debe exceder la capacidad natural del ecosistema para renovar los recursos, establece la utilización de recursos dentro de los límites sostenibles, apoyándose de las 3Rs (reducir, reusar y reciclar) (Kamikawaji, 2006). Se estableció la política de circulación de recursos en donde los recursos y energía recirculen en actividades económicas el mayor tiempo posible, incluso incrementando su valor. El cambio de paradigma se centra en cinco categorías: motivación, objetivo, estrategia de implementación, tareas y concepto central. Concretamente la estrategia de implementación va de un esquema de reducir, reciclar y tratamiento a una producción y consumo eficiente, reciclado de materiales, producción de energía y tratamiento avanzado. El concepto central pasa de ser el residuo a la circulación del recurso (Ministry of Environment, 2018)

### **Ámsterdan, Países Bajos**

Desde el 2014 en los hogares la basura es separada en cuatro categorías: 1) Orgánica, 2) Papel, 3) Plásticos, metal y envases de bebidas, 4) Todo lo demás. Los ciudadanos son quienes llevan la basura a los contenedores. Además, existe un impuesto de reciclaje. Cada vez que se compra algún producto nuevo, automáticamente se le carga este impuesto. La justificación que se le da es que podría sustituir a un producto viejo que terminará en la basura, o simplemente porque es cuestión de tiempo en que este termine de igual manera (Dutch Waste Management Association, 2018).

Actualmente opera el programa denominado De Residuos a Recursos (Waste to Resource) que plantea 8 objetivos para lograr una economía circular (producción sustentable, uso sustentable y reciclaje) (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014). La tasa actual de reciclado es del 79%, gracias a la cooperación de municipios, productores, comercializadores, gobierno, y definitivamente la participación ciudadana es el conductor principal para alcanzar el reto (Hague, et al., 2014).

## 2.2 Cifras y datos actuales de RSU en el mundo

Considerando los casos analizados de sistemas de gestión de RSU, sus estrategias y acciones, esta sección presenta un comparativo entre países de la generación de residuos y tasa de reciclaje; en función de los resultados que dan a conocer la OECD, el Banco Mundial y otras organizaciones.

Para medir los resultados de la gestión de RSU se requiere estandarizar datos e información. Para ello se utilizan los indicadores, que son herramientas para ayudar a evaluar y mejorar desde diferentes perspectivas, para diagnosticar, medir el desempeño y logro de metas, establecer valores, comparar diferentes sistemas de gestión de RSU, analizar su evolución, predecir cambios o dar soporte a la toma de decisiones.

Turcott, et al., (2018) señala que los indicadores se componen por atributos y componentes. Proponen los siguientes respectivamente:

- Aspectos técnicos: incluye entradas, salidas, cobertura, instalaciones y equipo
- Salud pública
- Social: incluye políticas y legislación, todas las partes involucradas
- Ambiental: incluye el uso de los recursos y contaminación
- Económicos: incluye ingresos y egresos

Y los componentes a evaluar:

- Generación
- Prevención
- Barrido de calles
- Recolección
- Estaciones de transferencia
- Recuperación y tratamiento

- Disposición final

El componente que más se evalúa es la recuperación y tratamiento, le sigue disposición final y recolección.

Considerando lo anterior, la figura 23 muestra las cifras de la generación de RSU, por país durante el 2016 con relación al número de habitantes.

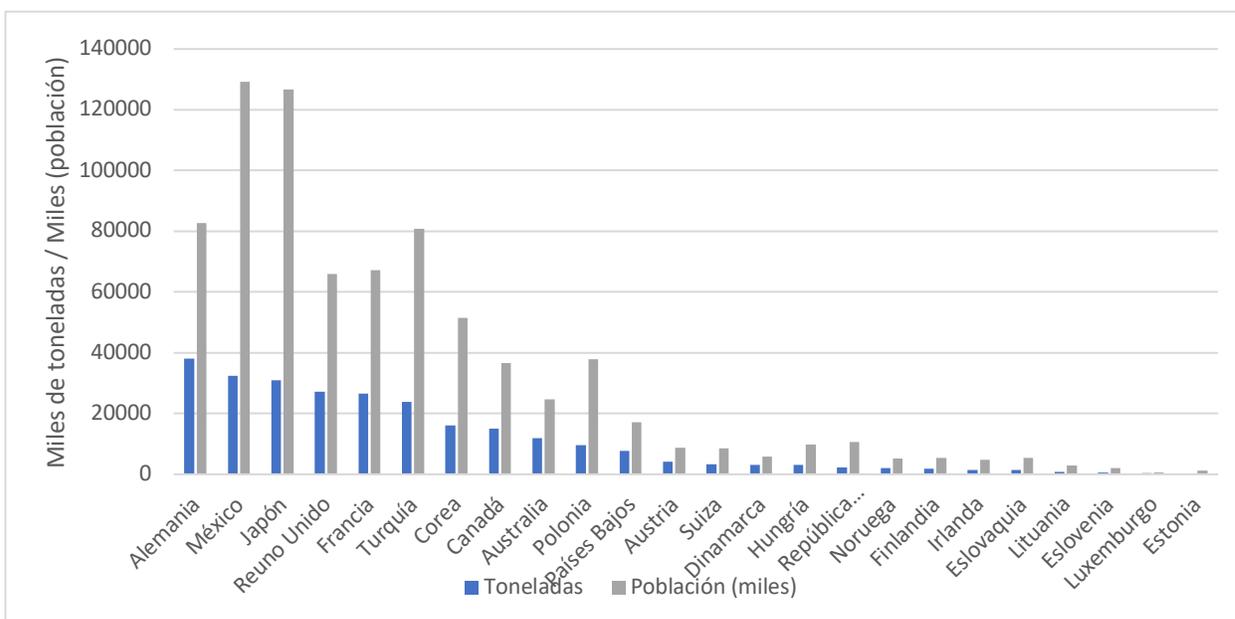


Figura 23 - Generación de RSU por país miembros de la OCDE  
Recuperado del Banco Mundial (2017); OECD (2018)

En donde se puede identificar que la generación de RSU en la mayoría de los casos proporcional a su número de habitantes. Sin embargo, no todos los países tienen la misma proporción. Por ejemplo, Alemania y Turquía presentan una población similar, pero la generación de residuos varía alrededor de las 5 mil toneladas. En el caso de México, se sitúa en el segundo lugar como generador de residuos, considerando que es el país con mayor población con más de 120 millones de habitantes. La importancia de estos datos puede permitir el planteamiento de estrategias en función a la reducción de RSU.

Para contrastar los resultados obtenidos de los sistemas de gestión de RSU implementados en cada país, se realizó un agrupamiento por continentes y resto del mundo. De la figura 24 a la figura 27, se muestra la tasa de reciclaje que tiene cada uno. En la figura 24 podemos identificar que el país con mayor tasa de reciclaje es Alemania, lo cual está directamente relacionado al ser el país que más RSU genera. Los países que más impactan son Eslovenia, Austria, Bélgica y Países Bajos, siendo que la generación de RSU es relativamente baja y su tasa de reciclaje ocupan las primeras cinco posiciones.

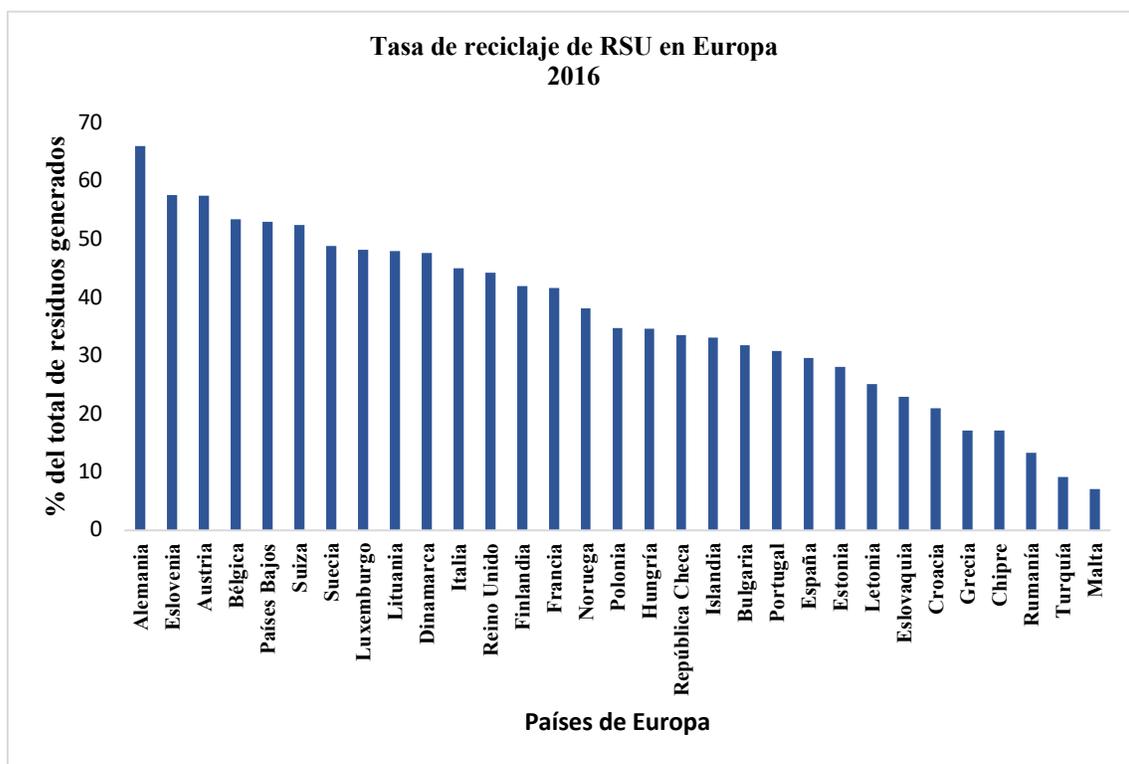
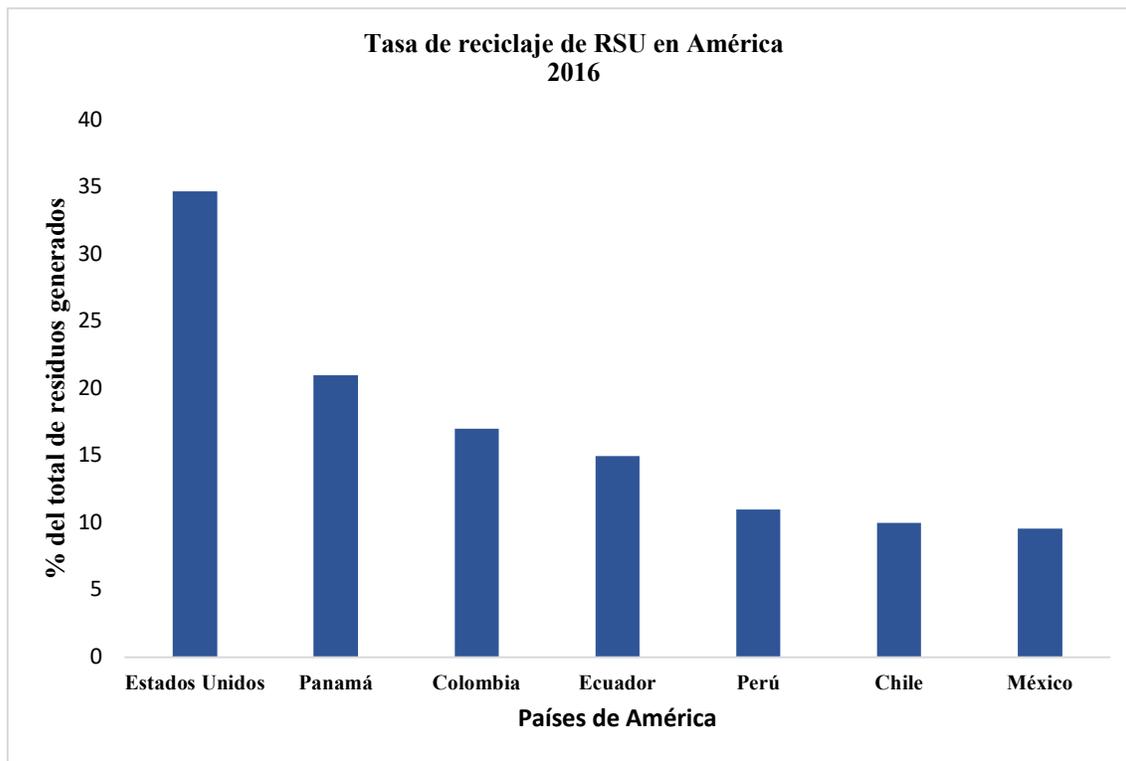


Figura 24 - Tasa de reciclaje en Europa 2016  
Recuperado con datos de la OECD(2018)

Para el caso del continente americano no se tiene evidencia de la generación de RSU de todos los países. Los datos obtenidos fueron de la OECD y sólo buscan hacer un contraste entre algunos países. Resalta que México es el segundo país con mayor número de habitantes y ocupa el último lugar en tasa de reciclaje. Estados Unidos ocupa el primer lugar con más de 300 millones de habitantes.



*Figura 25 - Tasa de reciclaje en América en 2016*  
 Recuperado con datos de OECD.Stat, (2018b), “Reciclaje en América Latina y el Caribe,” (2016).

El caso del continente asiático resulta interesante, se podría asociar que el país con mayor número de habitantes fuera el que mayor tasa de reciclaje tiene, pero no es así. Corea del Sur tiene más de 50 millones y Taiwán tiene más de 23 millones de habitantes y una tasa de reciclaje cercana al 60%. Una cifra tremendamente menor a los más de 1300 millones de habitantes que tiene China, con su de reciclaje cercana al 50%.

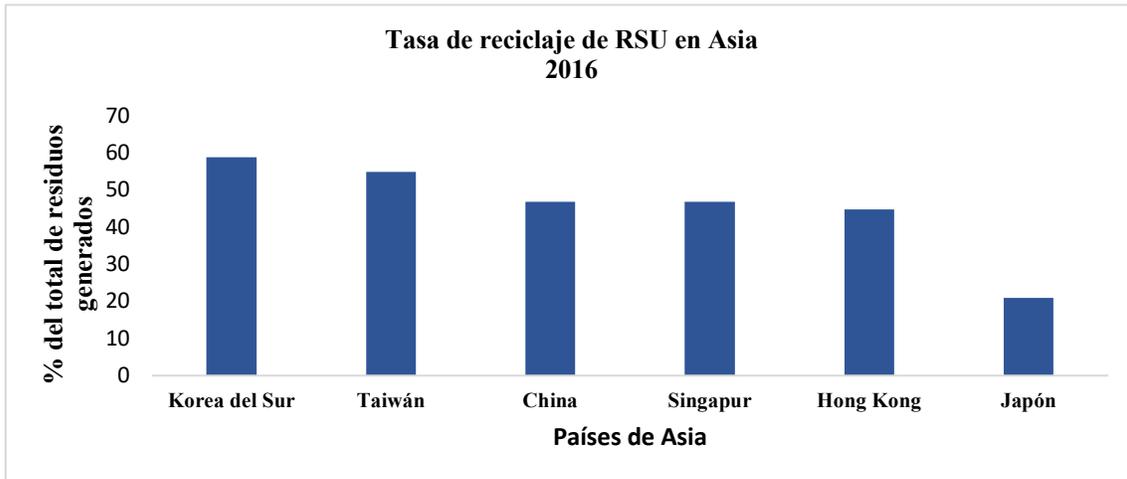


Figura 26 - Tasa de reciclaje en Asia en 2016  
 Recuperado con datos de “Sound Material-Cycle Society [MOE],” (2017).

Finalmente, para contrastar Nueva Zelanda con sus casi 5 millones de habitantes logra tener una tasa de reciclaje cercana al 60%. Mientras que los Emiratos Árabes Unidos con casi el doble de habitantes, tiene tan sólo un 30% de tasa de reciclaje.

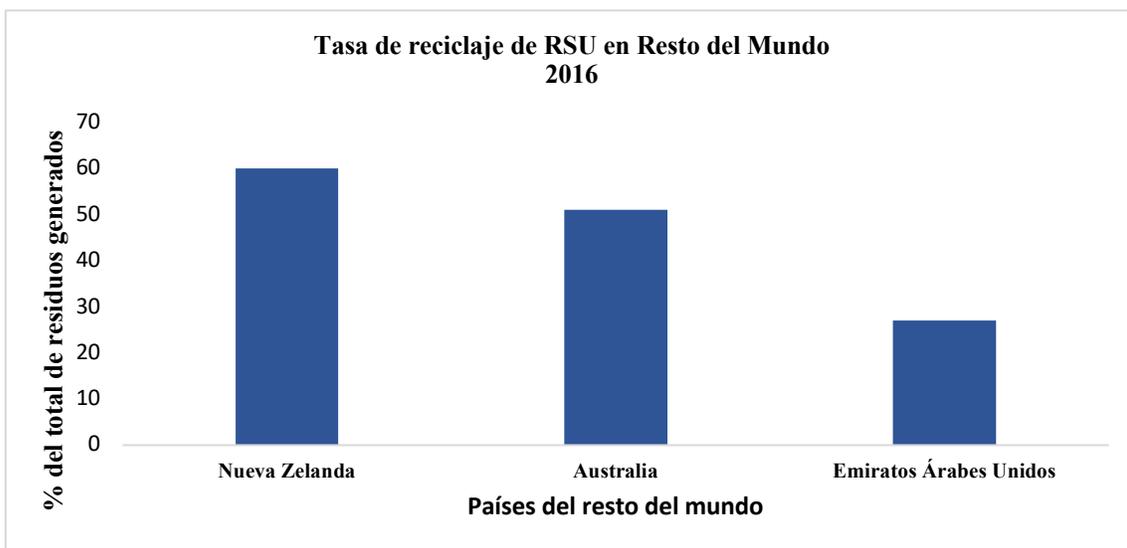


Figura 27 - Tasa de reciclaje en el Resto del Mundo en 2016  
 Recuperado con datos de WCMS, (2017).

Los datos fueron verificados con más de una fuente (Halkos, et al., 2018), para dar mayor certeza, sin embargo, de otros países no se encontró información de fuente fidedigna.

Pese a que el número de habitantes es un factor importante en la generación de RSU, no es determinante en la tasa de reciclaje. Las estrategias, su medición e implementación son factores clave para una mejor gestión de RSU.

En este capítulo se analizaron algunos casos de éxito en gestión de RSU en algunas ciudades y países del mundo. Se identificó la problemática a resolver de cada ciudad, los planes, acciones y/o estrategias que se implementaron y los resultados que obtuvieron. Se identificó que los aspectos más recurrentes son la reducción de RSU y el incremento en la tasa de reciclaje, por esta razón se analizaron algunos países dividido por continentes, con el propósito de contextualizar desde una perspectiva global. El capítulo 3 presenta un diagnóstico del sistema de gestión de RSU en el municipio de Puebla, iniciando con indicadores internacionales y nacionales, identificando la situación actual a partir de las principales problemáticas y culminando con un análisis PEST.

### CAPÍTULO 3. EL CASO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA EN GESTIÓN DE RSU

Para abordar el caso del municipio de Puebla en gestión de RSU, resulta pertinente ubicarla en un contexto internacional, haciendo un comparativo con la generación de RSU, nivel de ingresos y de educación. Después, dentro del entorno nacional se analizan los indicadores de bienestar considerando las variables que más influyen en la gestión de RSU. Finalmente, a nivel municipal se presenta información general que incluye aspectos demográficos, ubicación geográfica, densidad de la población, clima, etc., aspectos económicos y sociales que tienen un impacto significativo en la gestión de RSU. Para esquematizar esta información, se presenta un análisis de los elementos que conforman un sistema de gestión de RSU. La figura 28 muestra gráficamente los aspectos que se analizarán en el presente capítulo.

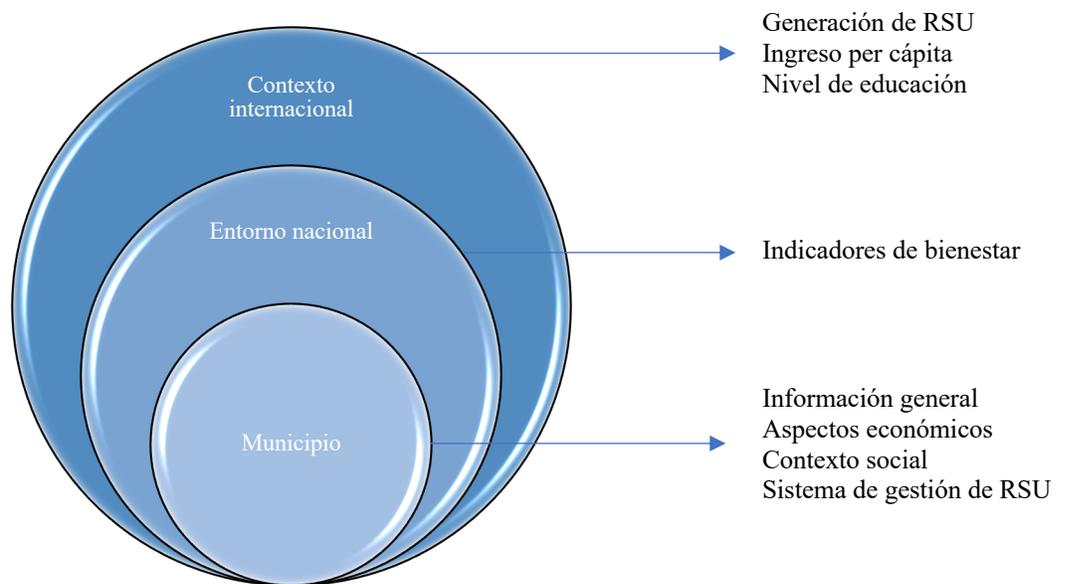


Figura 28 - Análisis del capítulo

### 3.1 Puebla en el contexto internacional

El aumento en la población y su expansión hacia áreas urbanas son algunos de los factores que impactan en la gestión de RSU (Coban, et al., 2018; Ibáñez-Forés, Coutinho-Nóbrega, et al., 2018; F. Li, et al., 2017; Yukalang, et al., 2017b). Según un estudio realizado en México por Benítez et al., (2008), existe una correlación media del número de habitantes y la cantidad de residuos que generan. Benítez et al., (2008) señalan que el ingreso per cápita influye en la generación de RSU. El ingreso per cápita es un indicador macroeconómico que mide la relación que existe entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el número de habitantes. En este sentido existe evidencia que muestra que los países que tienen mejores valores muestran un mayor nivel de bienestar y una mejor eficiencia en su sistema de gestión de RSU (Expósito, 2018). Con respecto al nivel educación de cada país, el nivel obtenido en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (*PISA*, por sus siglas en inglés) en su último reporte emitido en 2015. *PISA* tiene el objetivo evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación media superior han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber (OECD, 2018).

Tomando como referencia las ciudades y países analizados en el capítulo 3, la figura 3.2 muestra la población estimada, ingreso per cápita, puntuación de la prueba *PISA* y su relación en la generación de RSU diaria por cada habitante.

En la tabla 14 se ubica al municipio de Puebla con una población por debajo del promedio de las ciudades, regiones o países consultados, ocupando la posición 11 de 18. Sin embargo, en la generación diaria de RSU por habitante es considerablemente alto, situándola en la tercera posición con 1.01 kilogramos, cifra que contrasta con la ciudad de Flandes que es la que menos produce y tan solo genera 0.409 kilogramos, considerando su población aproximada de 6.5 millones.

Tabla 14 - Población, ingreso per cápita y generación de RSU aproximada de diversas ciudades, regiones y países

Ciudad/Región	País	Población	GDP per cápita (usd)	Puntuación	Generación de RSU por habitante /día/ Kg	Posición / Generación diaria
	Alemania	82,790,000 (2017)	44,469.91	508.0	.633 (Eurostat, 2019)	7
	Inglaterra	54,790,000 (2015)	39,720.44	499.7	.412 (Eurostat, 2019)	16
	Corea del Sur	51,470,000 (2017)	29,742.84	519.0	1.04 (Lee, et al., 2011)	2
	Portugal	10,310,000	21,136.30	497.0	.487 (Eurostat, 2019)	12
Daca	Bangladés	8,906,000 (2011)	1,516.51	n/p	.560 (WasteConcern, 2014)	8
Bogotá	Colombia	8,081,000 (2017)	6,408.92	410.3	.410 (DANE, 2017)	17
Flandes	Bélgica	6,516,000 (2017)	43,323.81	502.7	.409 (Eurostat, 2019)	18
	Singapur	5,612,000 (2017)	57,714.30	551.7	.860 (Government of Singapore, 2016)	5
	Dinamarca	5,770,000 (2017)	56,307.51	504.3	.781 (Eurostat, 2019)	6
Cochabamba	Bolivia	1,758,000 (2012)	3,393.96	n/p	.530 (MMAyA, 2011)	9
<b>Puebla</b>	<b>México</b>	<b>1,576,000 (2010)</b>	<b>8,910.33</b>	<b>411.7</b>	<b>1.01 (OOSL, 2017)</b>	<b>3</b>
Trentino	Italia	1,056,000 (2014)	31,952.98	485.3	.489 (Eurostat, 2019)	11
San Francisco	Estados Unidos	884,636 (2017)	59,531.66	487.7	2.222 (State of California, 2019)	1
Ámsterdan	Países Bajos	821,752 (2015)	48,223.16	508.0	.513 (Eurostat, 2019)	10
Malmö	Suecia	312,012 (2017)	53,442.01	495.7	.452 (Eurostat, 2019)	14
Beitou	Taiwán	257,400 (2016)	8,826.99	523.7	.942 (Allen, 2012)	4

Ciudad/Región	País	Población	GDP per cápita (usd)	Puntuación	Generación de RSU por habitante /día/ Kg	Posición / Generación diaria
Bo	Sierra	175,000	499.53	n/p	.450	15
	Leona	(2015)			(Alhaji, et al., 2010)	
Esporles	España	4,959 (2016)	28,156.82	491.7	.462 (Eurostat, 2019)	13

Nota. Recuperado a partir de las referencias citadas, World Bank Group (2017) y OECD, (2018). Países que no participan (n/p).

El promedio de los países de su ingreso per cápita es de 30,182 y México con la posición número 13 se sitúa muy por debajo del promedio con 8,910. Esta situación contrasta con los datos de Puebla que tiene un ingreso per cápita relativamente bajo y la generación de RSU se puede considerar alta.

Varela-Candamio, Novo-Corti, y García-Álvarez, (2018) señalan que la educación es una herramienta poderosa para generar un comportamiento en pro del medio ambiente entre los ciudadanos. México se sitúa en la penúltima posición de la tabla de los países analizados y en la tabla general donde se encuentran 70 países participantes, está situado en la posición número 57, forma parte de los 25 países que se encuentran por debajo de la media.

### 3.2 Puebla en el contexto económico nacional

Modak et al., (2011) señala que, a mayor nivel de bienestar, mejores serán las condiciones para la ciudad en la gestión de RSU. Por medio de 35 indicadores desarrollados por la OCDE, en el marco de la iniciativa “*Para Una Vida Mejor*”, se mide el bienestar y el progreso. Los indicadores están agrupados en 12 dimensiones, accesibilidad a servicios, comunidad, educación, balance vida-trabajo, ingresos, medio ambiente, compromiso cívico y gobernanza, salud, satisfacción con la vida, seguridad, empleo y vivienda. Tomando en consideración las variables que más influyen en la gestión de RSU (Ma, 2016), la tabla 15 presenta un conjunto

de indicadores de bienestar para el estado de Puebla con respecto a los demás estados de la República Mexicana.

De los indicadores que muestra la tabla 15, ocho se encuentran entre la posición 24 y 31, esto quiere decir que ocupan las últimas posiciones con respecto a los estados de la República Mexicana y que se encuentra por debajo del promedio nacional. El indicador número 7 (el coeficiente Gini), mide la desigualdad económica de una sociedad y muestra que un valor que tiende a 1, refleja mayor desigualdad en la distribución del ingreso. El estado de Puebla se encuentra en la primera posición a nivel nacional con mayor desigualdad. Los indicadores 9 y 10 corresponden a pobreza y pobreza extrema respectivamente, donde el estado de Puebla está entre las primeras posiciones. Con respecto a la percepción de la inseguridad, se sitúa como el cuarto estado más inseguro. La tasa de condiciones críticas de ocupación (punto 14) se refiere a 3 condiciones: 1) al porcentaje de la población que trabaja menos de 35 horas a la semana por razones de mercado, 2) al que trabaja más de 35 horas semanales con ingresos inferiores al salario mínimo o, 3) al que trabaja más de 48 horas con ingresos de dos salarios mínimos, en donde el estado de Puebla ocupa la tercera posición. Finalmente, la tasa de informalidad laboral corresponde al sector informal, trabajadores del servicio doméstico, trabajadores ocupados por cuenta propia y trabajadores cuyos servicios carecen de la protección de la seguridad social, en donde el estado ocupa la quinta posición.

Tabla 15 - Indicadores de bienestar para el estado de Puebla

No.	Nombre del indicador	Valor	Posición nacional
1	Viviendas con acceso a servicios básicos (porcentaje)	84.2 (2016)	27
2	Hogares con acceso a banda ancha (porcentaje)	23.84 (2014)	28
3	Calidad de la red social de soporte (relaciones sociales) (porcentaje)	74.1 (2014)	29
4	Nivel de educación (porcentaje)	35.5 (2015)	25
5	Satisfacción con tiempo para ocio (promedio)	7.3 (2014)	31
6	Población ocupada trabajando más de 48 horas (porcentaje)	29.5 (2016)	14
7	Gini del ingreso disponible de los hogares per cápita (coef. entre 0 y 1)	.572 (2014)	1

No.	Nombre del indicador	Valor	Posición nacional
8.	Ingreso equivalente disponible en los hogares (dólares en un año)	4741 (2014)	30
9	Porcentaje de la población en situación de pobreza (porcentaje)	59.4 (2016)	5
10	Porcentaje de la población en pobreza extrema (porcentaje)	9.0 (2016)	7
11	Participación cívica y política (porcentaje)	3.5 (2016)	28
12	Salud autorreportada (promedio)	8.1 (2014)	24
13	Percepción de la inseguridad (porcentaje)	57.5 (2018)	4
14	Tasa de condiciones críticas de ocupación (porcentaje)	21.1 (2017)	3
15	Tasa de informalidad laboral (porcentaje)	73.45 (2017)	5

Nota. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/bienestar/?ag=21>

La presente investigación no pretende hacer una medición de los niveles de bienestar en México, sin embargo, resulta conveniente mostrar únicamente la situación del estado de Puebla, como parte de un análisis de factores que pueden influir en el sistema de gestión de RSU del municipio.

### 3.3 El municipio de Puebla

#### 3.3.1 Información general

El municipio de Puebla se localiza en el centro oeste del estado de Puebla y se muestra en la figura 29, limita al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con los municipios poblanos de Santo Domingo Huehuetlán y Teopantlán, al oriente con Amozoc, Cuautinchán y Tzicatlacoyan, al poniente con Cuautlancingo, San Andrés Cholula, San Pedro Cholula y Ocoyucan. Concretamente está conurbado con los municipios de San Andrés y San Pedro Cholula, Santa Clara Ocoyucan, San Lorenzo Almecatla San Francisco Torimehuacán, Santa María Coronado, San Juan Cuautlancingo, Santiago Momoxpan y San Felipe Hueyotlipan, algunas localidades pertenecen son juntas auxiliares de los municipios mencionados.

Se encuentra a una distancia aproximada de 130 kilómetros de la ciudad de México (Gobierno del Estado de Puebla, 2017). Tiene una población estimada de 1.57 millones de habitantes, de los cuales el 47% es población masculina y el 53% es femenina. El 95% corresponde a población urbana. Se estima que la densidad de la población es de 2905 personas por kilómetro cuadrado (CEIGEP, 2017). El clima es templado subhúmedo principalmente, con una temperatura media anual de 17 grados centígrados. Su altura es de 2,149 metros sobre el nivel del mar.

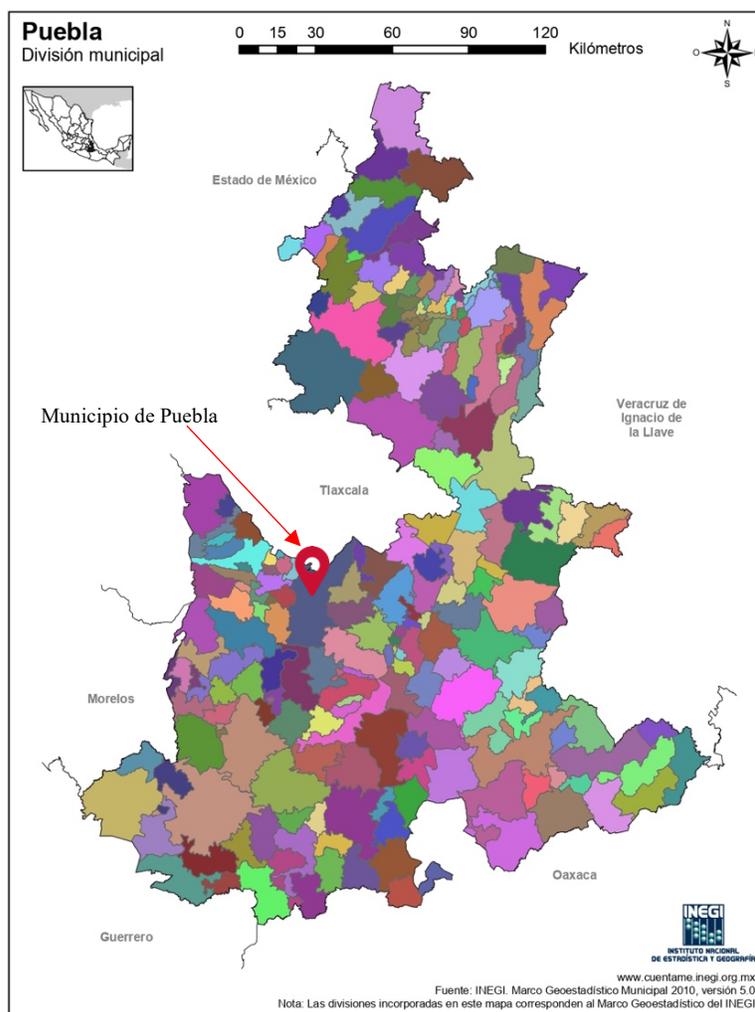


Figura 29 - Mapa del Estado de Puebla  
Imagen obtenida de INEGI

Retomando a Varela-Candamio, Novo-Corti, y García-Álvarez (2018) con relación a la importancia de la educación y a Ma y Hipel (2016) con las variables de influencia social, se estima que en el municipio de Puebla el 78% de la población se encuentra afiliada a servicios de salud, 32 mil personas son analfabetas y el grado promedio de escolaridad es de 11 años. En cuanto a los indicadores sociales, el grado de rezago social se considera muy alto y el desarrollo humano muy bajo. La población que se encuentra en situación de pobreza corresponde al 59%, es decir cerca de los 926 mil habitantes. Con respecto a la cobertura de servicios básicos en vivienda, se tiene el registro de que existen 430, 542 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 96% disponen de agua entubada, 98% de drenaje y el 99% de electricidad.

### **3.3.2 Economía de Puebla**

Para hablar de la economía del municipio de Puebla, necesariamente se requiere hablar del Estado en su totalidad. La actividad económica del estado de Puebla se desarrolla en un total 20 sectores, de acuerdo con al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, 2017). Destacan 8 sectores más importantes, los cuales conforman el 81% de la actividad económica: industrias manufactureras, comercios, servicios inmobiliarios, construcción, servicios educativos, transportes, agropecuario y forestal, actividades de gobierno (INEGI, 2016). El estado de Puebla aporta el 3.4% del Producto Interno Bruto (PIB), ocupando la décima posición con el respecto al total nacional.

Con respecto a la participación por actividad económica en Puebla, las actividades primarias representan el 4%, las secundarias el 35% y las terciarias el 60%. De acuerdo con datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en Puebla existen 305,169 empresas y ocupa la cuarta posición a nivel nacional, de las cuales sólo 67, 806 se encuentran en el municipio de Puebla, es decir el 22%. El 99% de las empresas son micro, pequeñas y medianas (MiPyMEs).

### 3.3.3 Contexto social del municipio de Puebla

Anderson, (2014), Brown, et al., (2016), Coban, et al., (2018), Haring, et al., (2019), Nakamura, (2017), Oribe-Garcia, et al., (2015), Sorkun, (2018), entre otros, señalan cómo el contexto social de una ciudad o país tiene un impacto significativo en la gestión de RSU. La figura 3.7 presenta información objetiva sobre la situación de la política social y la medición de la pobreza en el municipio de Puebla. La información fue obtenida del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo social (CONEVAL).

Tabla 16 - Medición de la pobreza en el municipio de Puebla (2015)

<b>Indicador</b>	<b>Personas</b>	<b>Porcentaje</b>
Pobreza	699,016	41%
Pobreza extrema	64,586	4%
Pobreza moderada	634,431	37%
Vulnerables por carencia social	452,246	26%
Vulnerables por ingreso	179,976	10%
No pobres y no vulnerables	388,590	23%
Rezago educativo	201,865	12%
Carencia por acceso a los servicios de salud	344,678	20%
Carencia por acceso a la seguridad social	910,261	53%
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	107,730	6%
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	138,188	8%
Carencia por acceso a la alimentación	423,194	25%
Población con al menos una carencia social	1,151,262	67%
Población con tres o más carencias sociales	242,438	14%
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	878,992	51%
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	240,775	14%

Nota. Obtenido de CONEVAL (2015).

De los datos mostrados en la tabla 16, resaltan algunas cifras alarmantes con relación a seguridad y carencias sociales. La presente investigación no busca realizar un comparativo o análisis de pobreza, sólo pretende mostrar una realidad de los elementos que influyen de manera directa o indirecta con la gestión de RSU.

La gestión de RSU tiene una dependencia significativa con los niveles de pobreza, Carranza (2012) señala que las crisis económicas, la debilidad presupuestal y los altos índices de pobreza pueden influenciar en una débil conciencia sanitaria y escasa participación ciudadana,

generando gran resistencia para superar los malos hábitos como arrojar basura en la calle y espacios públicos. Conocer los indicadores de pobreza resulta necesario para la implementación de estrategias en medio ambiente.

### **3.4 Organismo Operador del Servicio de Limpia**

Dentro de la estructura orgánica del H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, está el Organismo Operador del Servicio de Limpia (OOSL), que se encarga de brindar el servicio de limpia del municipio. Tiene por objetivo “*mantener la ciudad limpia, prestando los servicios de calidad en el manejo de los RSU*”. La actividad principal que desempeña es la cobertura del servicio de limpia y disposición final de los residuos sólidos.

Las principales funciones con relación a los RSU son:

- La creación de programas municipales para la prevención, gestión y manejo integral de los RSU
- Establecer programas graduales y mecanismos para la separación de residuos
- Diseñar y operar el programa municipal para la prevención, valorización, gestión y manejo integral de los RSU
- Establecer las políticas y procedimientos para la prestación del servicio del manejo integral de RSU
- Establecer el tratamiento que se debe dar a los RSU en el ámbito familiar y comercial
- Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos
- Promover convenios y programas con organizaciones públicas, privadas o mixtas para desarrollar en la población una cultura ambiental
- Promover convenios y programas con los medios de comunicación para la difusión, información y promoción de acciones para el mejoramiento del medio ambiente

La misión del OOSL es “*optimizar el manejo de los residuos a través del reúso, reducción y reciclaje con sentido social, promoviendo la calidad de vida en armonía con el medio ambiente*”. La visión del OOSL es “*Posicionar al municipio como líder en la gestión de residuos sólidos urbanos, con el mínimo impacto ambiental para heredar un mejor entorno a las generaciones futuras*” (Puebla Capital, 2018).

EL OOSL cada año entrega un “Informe de Labores” el cual es aprobado y avalado por autoridades municipales. La tabla 17 muestra un resumen de los últimos 4 informes que comprenden del período de 2014 a 2017, con relación a los RSU.

Tabla 17 - Resumen de los Informes de Labores del OOSL

<b>Concepto</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Generación de RSU (toneladas/día)	1600	Más de 1600	Más de 1600	Más de 1600
Recolección de RSU que ingresa al relleno sanitario (toneladas/año)	No disponible	561851	532958	526962
Barrido manual en calles (km lineales/año)	232280	251458	237714	185590
Barrido mecánico (km lineales/año)	41493	63303	66574	52156
Educación ambiental	Cursos de capacitación a empleados del OOSL Manual 3Rs Inteligente	499 talleres y capacitaciones	420 talleres y capacitaciones	423 talleres y capacitaciones
Jornadas de limpieza	1141	1477	1460	2697
Multas e infracciones	No disponible	Particulares 960 Comercio 578 Concesionarios 49	Particulares 239 Comercio 758 Concesionarios 127	Particulares 729 Comercio 1705 Concesionarios 92
		Total 1587	Total 1124	Total 2526

Concepto	2014	2015	2016	2017
	072 → 292	072 → 261	072 → 513	072 → 345
	01 800 → 490	01 800 → 473	01 800 → 487	01 800 → 292
Atención ciudadana	Oficios → 538	Oficios → 504	Oficios → 450	Oficios → 245
	Twitter → 59	Twitter → 226	Twitter → 585	Twitter → 1269
	Total: 1379	Total: 1464	Total: 2035	Total: 2153

Nota. Obtenido de los cuatro informes de la Administración 2014-2018 del municipio de Puebla.

De acuerdo con el Presupuesto de Egresos de 2017 del Municipio de Puebla, publicado por el Periódico Oficial del Estado el 30 de diciembre de 2016, el OOSL contó con 312.3 millones de pesos de presupuesto para llevar a cabo sus funciones. Esto representó el 7.6% del total de egresos del municipio. El OOSL se posicionó en la quinta posición con más recursos asignados. Los primeros lugares los encabezan la Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos, la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal, la Secretaría de Administración y la Tesorería Municipal, respectivamente. Para el ejercicio presupuestal 2019 tiene un presupuesto aprobado por 368,791,454.00 pesos, de los cuales 109,825,914.00 corresponden a servicios profesionales, 12,436,706.00 a materiales y suministros, y 246,528,834.00 a servicios generales (Gobierno Municipal H Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2019). Esta información es meramente de carácter académico que puede resultar pertinente para la presente investigación.

### 3.5 Sistema de gestión de RSU en el municipio de Puebla

Como se abordó en el capítulo 2, los aspectos principales en un sistema de gestión de RSU son la participación ciudadana, la recolección, infraestructura, educación, financiamiento, políticas públicas, separación e integración. A continuación, se describe la situación actual del municipio de Puebla con relación a los aspectos mencionados.

#### Participación ciudadana

En la ciudad de Puebla se han realizado capacitaciones y talleres de “educación ambiental” en coordinación con otras dependencias como el Sistema Municipal de Desarrollo Integral de la

Familia (DIF) y la Secretaría de Educación Pública, cuyo propósito ha sido la concientización y sensibilización entre los ciudadanos, así como la promoción de la separación de RSU desde el hogar. Sin embargo, no se cuenta con un sistema que mida el impacto en términos de reducción de RSU o reciclaje.

## **Recolección**

EL OOSL tiene la concesión de la recolección y transporte con dos empresas: Promotora Ambiental del Centro S.A. de C.V. (PASA) y Servicios Urbanos de Puebla S.A. de C.V. (SUPSA). El proceso de disposición final está a cargo de la empresa Rellenos Sanitarios S.A. de C.V. (RESA).

Los métodos de recolección son:

- El de la esquina: con o sin el uso de la campana para dar aviso de la cercanía del camión recolector
- Puerta-a-Puerta
- Parada fija a contenedores

De manera generalizada con base en la cantidad asignada de horas de trabajo por rutas, se estima que el tiempo empleado en actividades que no tienen que ver con la recolección constituye el 46.8%, esto es recorridos, traslados y desplazamientos, mientras que el 53.2% es destinado a llevar a cabo la recolección.

En cuanto al transporte, el servicio se realiza por medio de estaciones de transferencia. En el estado de Puebla se cuenta con una red de 13 estaciones intermunicipales, aunque por causas diversas sólo operan 4. La tecnología y equipamiento de las estaciones de transferencias es un sistema mecanizado que incluye la compactación de los residuos. Sin embargo, el nivel de eficiencia es de apenas un 30%. Esto se debe a factores administrativos y/o políticos detectado en varios casos al cambio de administraciones municipales, que representa uno de los mayores obstáculos para el correcto funcionamiento de la red, ya que requiere del acuerdo de diferentes

autoridades municipales (Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017, 2011).

Se estima que cerca de 400 toneladas de RSU no son recolectados por el OOSL. Un 20% de los RSU termina en tiraderos ilegales, barrancas o ríos.

### **Infraestructura**

La infraestructura del municipio de Puebla está a cargo del Gobierno del Estado, a través de, la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) y se encuentra dividido entre los municipios principales del estado. La zona denominada Angelópolis, está conformada por los municipios de Huejotzingo, Nopalucan, Puebla, San Martín Texmelucan y Tepeaca.

La infraestructura para el manejo de RSU del estado de Puebla cuenta con 24 rellenos sanitarios, 13 estaciones de transferencia y 5 centros de acopio. La región de Angelópolis integra a 33 municipios, cuenta con 4 rellenos sanitarios, una planta clasificadora y 2 camionetas para reciclables, 30 camiones recolectores y una estación de transferencia. Particularmente el municipio de Puebla sólo cuenta con un relleno sanitario.

El flujo de los RSU en el Estado de Puebla se muestra en la figura 30, sin especificar las formas de generación, los métodos de almacenamiento son en los hogares (incluye centros comerciales e instituciones educativas), barrido callejero y en vía pública. Después son recolectados por los camiones recolectores o pueden ser llevados directamente a algún centro de acopio perteneciente a un programa de recolección de RSU reciclables. Una vez recolectados son llevados a su destino final que es el relleno sanitario, el cual es un sitio controlado. El resto de los RSU termina en un tiradero clandestino a cielo abierto. La valorización de los residuos reciclables pertenece al sector privado.

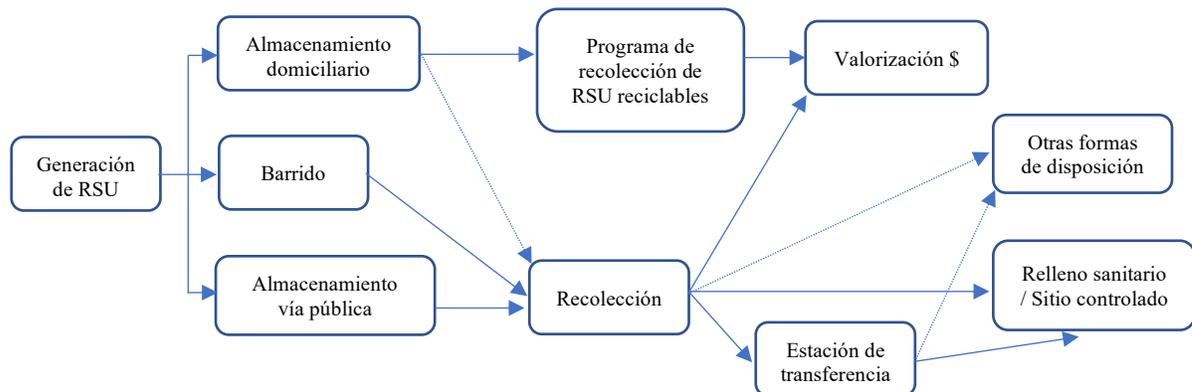


Figura 30 - Flujo de RSU en el Estado de Puebla

Nota. Recuperado del Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017

Actualmente no se cuenta con un estudio de los costos que representa la operación en cada una de las etapas del proceso de gestión de los RSU. Una de las razones que se argumentan es que no se cuenta con elementos suficientes porque se distribuye en dependencias centrales y en los municipios (Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017, 2011).

## Educación

De acuerdo con los resultados emitidos por el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018 en el estado de Puebla, el 20% de la población se encuentra en rezago educativo, ubicando al estado en la posición 25 a nivel nacional. Esto significa que una quinta parte de la población entre 3 y 15 años no asisten a un centro de educación formal y tampoco cuentan con la educación básica obligatoria, o bien personas de 16 años o más que no cuentan con la educación básica obligatoria (SEDESOL, 2018).

El Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017, señala en sus líneas de acción el fortalecimiento en los procesos de educación y sensibilización ambiental, aunque actualmente no forma parte de la currícula en el sistema educativo.

Por su parte el OOSL, difunde su actuación a través de campañas publicitarias, botargas, mensajes en radio, anuncios fijos y campañas de educación sobre el manejo de los RSU visitando escuelas permanentemente. En el programa se cuenta con una definición de líneas estratégicas, en donde se incluye la difusión, educación y capacitación. El Consejo Estatal de Ecología advirtió que, a pesar de la crisis de contaminación y basura que existe en Puebla, aun no existe ningún esfuerzo por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para procurar la educación ambiental y consumo responsable (Valenzuela, 2017). Incluso señalan que es la misma situación a nivel nacional. Aunque existen algunas instituciones educativas que realizan ciertas actividades en separación de residuos, es un esfuerzo imperceptible.

## **Financiamiento**

El Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017 establece entre sus directrices de actuación que debe existir financiamiento que no genere pasivos a largo plazo y que privilegie la separación en la fuente, para fomentar el reciclaje, su reincorporación a cadenas productivas y la recuperación energética de los residuos.

En la tabla 18 se muestran diversas opciones de financiamiento para el mejoramiento de la gestión integral de los residuos en México.

*Tabla 18 - Relación de tipo de financiamiento*

<b>Concepto</b>	<b>Tipo de financiamiento</b>
Prevención y reducción de RSU	Apoyo estatal y recursos privados
Análisis del ciclo de vida	Recursos privados
Manejo integral	Fondo Nacional de Infraestructura, Fondo Metropolitano, Programa Hábitat y tarifas
Aprovechamiento y valorización	Fondo Nacional de Infraestructura, Fondo Metropolitano
Tratamiento	Banca de Desarrollo

<b>Concepto</b>	<b>Tipo de financiamiento</b>
Disposición Final	Fondo Nacional de Infraestructura, Fondo Metropolitano, Programa Hábitat y proyectos de mecanismo de desarrollo limpio
Difusión, educación y capacitación	Recursos estatales
Regulación jurídica	Recursos estatales
Cambio climático y biodiversidad	Proyectos de mecanismo de desarrollo limpio
Participación social	Recursos estatales
Sustentabilidad	Recursos estatales

Nota. Recuperado del Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017.

Los tipos de financiamiento pueden variar de acuerdo con las políticas públicas que determinan las administraciones gubernamentales en función.

### **Políticas públicas**

El municipio de Puebla en materia de gestión de RSU se basa en un amplio marco jurídico. En el ámbito internacional está la declaración de Estocolmo, de Río, el protocolo de Kioto, el Decreto de Promulgación de los Acuerdos Ambiental y Laboral con América del Norte y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En el ámbito nacional la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Planeación y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. En el ámbito estatal la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla, la Ley para la Protección al Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable para el Estado de Puebla, la Ley de Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Puebla y la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla. Dentro del ámbito municipal está la Ley Orgánica Municipal del Estado de Puebla, el Reglamento de Limpia para el Municipio de Puebla y el Código Reglamentario Municipal. En total son 18 aspectos que dan sustento a la gestión de RSU en el municipio de Puebla.

La política estatal se planteó objetivos para frenar el deterioro ambiental y la depredación de los recursos naturales, generar una nueva conciencia ciudadana responsable y la ejecución de estrategias eficaces para impactar los problemas de cada región del Estado de Puebla.

Para dar cumplimiento a los objetivos antes señalados, el municipio de Puebla se planeó agilizar trámites, contar con fuentes de información reales, actualizar el marco jurídico, fortalecer la participación social, apoyar programas ambientales, elaborar proyectos estratégicos, medir el impacto de la administración pública en patrones de consumo fomentando la adopción de medidas ambientales responsables, articular de manera integrada a las instituciones, organismos públicos, privados y sociales, la adopción de fuentes de energía alternativa y tecnologías limpias.

En el municipio de Puebla se encontraron documentados tres programas que han dado soporte a las políticas y legislaciones. El programa de recolección de residuos reciclables que incentiva la recolección, acopio y reciclaje de 7 diferentes tipos de residuos, siendo el más representativo el tereftalato de polietileno (PET), el cartón y el vidrio. El programa se apoyó con vehículos exclusivos para el transporte de residuos reciclables, sin especificar sus características. Las campañas de separación y reciclaje de RSU en el municipio de Puebla, promovieron el servicio de recolección diferenciada mediante los contenedores de material segregado. Y el programa “Al piso No, Recolectores voluntarios”, en el que se incorpora a los recolectores informales al programa de separación de residuos, con el objetivo de ordenar, regularizar y dignificar su labor, además de incrementar el monto del reciclaje en el municipio. También se les otorgó el beneficio de Seguro Popular, cursos de capacitación, despensas, becas y actividades recreativas para sus hijos. Una vez que fueron incorporados al padrón, se les expidió una credencial de identificación y una carta de antecedentes no penales (Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017, 2011).

## **Separación**

En el municipio de Puebla se han llevado campañas aisladas de separación de RSU, la intención ha sido promover la cultura del reciclaje. El programa “Al piso No, Recolectores voluntarios” incorporó a los recolectores informales con el objetivo de separar residuos.

Según el Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017 señala como una debilidad que los contenedores de almacenamiento no siempre son los adecuados. Como amenaza considera que existe una negativa o indiferencia ante la propuesta de separación de residuos en el hogar, por lo que las cantidades de RSU son incosteables para la comercialización del reciclaje. Ante esta situación se creó un subprograma llamado “Separación en la Fuente”, con el objetivo de incrementar la separación de residuos en 3 fracciones: orgánicos, reciclables y otros, para incrementar el aprovechamiento y reducir la cantidad de residuos que terminan en el relleno sanitario. Los actores involucrados son la población en general, municipios, gobierno del Estado y responsables del programa de Recolección de Residuos Reciclables, y el subprograma presenta información de acciones, beneficios y un esquema de capacitación y educación; sin embargo, no se encontró evidencia de su implementación.

## **Integración**

La política ambiental a nivel nacional incluye la prevención y gestión integral que incluye finanzas sanas, para lograr un servicio sustentable; educación ambiental para integrar la participación de la sociedad; y comunicación social para conocer los beneficios de la gestión. De manera teórica, el plan de gestión de RSU para el Municipio de Puebla (IMPLAN, 2010) se basa en los principios de autosuficiencia, desarrollo sustentable, prevención y reducción, aprovechamiento, manejo seguro, comunicación, educación, información, participación social y capacitación.

Sin embargo, no se cuenta con evidencia que indique alguna estrategia o programa que involucre a todas las partes involucradas en el sistema de gestión de RSU.

### 3.6 Diagnóstico del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Puebla

Reuniendo los elementos del presente capítulo, la tabla 19 muestra un resumen de los aspectos más relevantes para la presente investigación del municipio de Puebla con relación a la gestión de RSU, desde una perspectiva internacional hasta el contexto local, señalando la situación y la afectación que se genera.

Aplicando el análisis PEST (Song, 2017) se realizaron 3 entrevistas libres de manera individual y presencial a Ismael Couto Benítez, Director de la Dirección de Medio Ambiente que pertenece a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Sustentabilidad de la administración que comprende el período 2018-2021; Claudia Cruz Olivo, presidenta de la Asociación Al Piso No, Recolectores Voluntarios, A.C.; y Rafael Alejandro Solís Andrade, Secretario Técnico del Organismo Operador del Servicio de Limpia, de la administración 2018-202, así como información documentada del presente capítulo.

Tabla 19 - Aspectos relevantes de la gestión de RSU del municipio de Puebla

Contexto	Situación	Afectación
Internacional	La cantidad de RSU generados diariamente por habitante está por encima de la media analizada	Generalmente a mayor población e ingreso, mayores son los montos de generación de residuos (Hoornweg, 2012).
	El ingreso per cápita está por debajo de la media analizada, situándolo en la posición 13 El nivel de educación muestra un rezago con respecto a la media.	En el caso de la ciudad de Puebla, la población e ingreso son bajos y la generación de residuos es mayor.

Contexto	Situación	Afectación
Nacional	Los índices de bienestar ubican al estado de Puebla por debajo de la media nacional.	Cuando los niveles de bienestar son bajos, se ve reflejado en las condiciones para la ciudad en la gestión de RSU (Modak, 2011).
	Pobreza, seguridad y carencias sociales afectan a más del 40% de la población.	La pobreza empuja a la gente a degradar el medio ambiente y al mismo tiempo son quienes se ven más afectados (Jahan, et al., 2003).
	La participación ciudadana se limita a capacitaciones y talleres que no incluyen a toda la población.	La participación ciudadana se ve afectada por la falta de estrategias en comunicación que proveen información sobre separación y reciclaje (Xiao, 2017).
	Los métodos de recolección son el de la esquina, puerta a puerta y parada fija a contenedores, sin separar residuos dejando un 20% aproximadamente sin recolectar.	La ineficacia en los métodos de recolección puede afectar entre el 60% y 80% del costo total del sistema de gestión de RSU (Tirkolae, et al., 2018).
Municipal	Sólo se cuenta con un relleno sanitario para el municipio de Puebla.	Al relleno sanitario le queda una vida útil de 3 años aproximadamente y no existe superficie que albergue otro (Romero-Levet, 2019)
	Actualmente no existe un plan que incorpore la educación ambiental en instituciones públicas y privadas en México.	La educación en medio ambiente hace que todas las partes involucradas logren participar (Hoveskog, 2018).
	Existen diversos programas que dan soporte a las políticas y legislaciones.	La falta de conocimiento de los programas genera una barrera para la participación y éxito en los programas (Ma, 2016).
	No hay evidencia de implementación de algún programa de separación de RSU en el municipio.	Mientras no se implementen estrategias y programas de separación de RSU, no disminuirá la generación ni se incrementará la tasa de reciclaje (Stoeva, et al., 2017).
	No hay evidencia de implementación de algún programa que involucre a todas las partes involucradas en el sistema de gestión de RSU, sólo algunos programas aislados como el de “Al piso No, Recolectores voluntarios”.	A través de la integración de todas las partes involucradas se puede lograr un sistema eficaz y eficiente hacia una ciudad inteligente (Adapa, 2018).

### 3.6.1 Factores Políticos

Los factores políticos se refieren a los aspectos gubernamentales que influyen en el sistema de gestión de RSU, incluye políticas, incentivos, tratados, organización gubernamental, entre otros. Las tablas 20 y 21 muestran los factores políticos, dividido en oportunidades y amenazas.

Tabla 20 - Factores políticos: Oportunidades (Análisis PEST)

Oportunidades	Descripción
Visión nacional hacia una gestión sustentable: Cero residuos (2019)	<p>Con base a la agenda 2030 se pretende transformar el esquema tradicional del manejo de los residuos hacia un enfoque de economía circular (prevención, minimización, reúso, reciclaje, valorización y disposición final).</p> <p>Cuenta con atención a los tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios.</p> <p>Busca que el Organismo Operador se encargue de bancos de materiales (reciclaje, remanufactura, materias primas recicladas), bancos de alimentos, plantas de composta y generación de energía.</p> <p>Fomenta la creación y adopción de modelos para la gestión de RSU que han funcionado.</p>
Plan Municipal de Desarrollo 2019 - 2021: Ciudad sostenible	<p>Plantea que el municipio de Puebla ser un referente en México con relación a la disposición de RSU.</p> <p>En sus líneas de acción promueve la implementación de programas, campañas y jornadas de educación ambiental.</p> <p>Generar incentivos económicos a las buenas prácticas ambientales.</p>
Apoyo gubernamental	<p>Se tiene una percepción aceptable para apoyar al gobierno en la implementación de leyes para la separación de residuos y el establecimiento de multas.</p>
Conveniencia de los contenedores	<p>Se tiene una percepción aceptable en la instalación de contenedores.</p>
Presupuesto de egresos	<p>De acuerdo con el presupuesto de egresos correspondiente al ejercicio 2015, el OOSL contó con 305 millones de pesos. Para el ejercicio 2019 el presupuesto fue de más de 368 millones de pesos, ocupando la quinta posición con respecto a la distribución del presupuesto por dependencia y organismos descentralizados (Gobierno Municipal H Ayuntamiento del Municipio de Puebla, 2019).</p>

Tabla 21 - Factores políticos: Amenazas (Análisis PEST)

Amenazas	Descripción
Cambio de administración municipal cada 3 años	Los planes y programas suelen ser modificados cada vez que se realiza un cambio de administración municipal, afectando el seguimiento de aquellos que han funcionado como el programa ¡Al Piso No! Recolectores Voluntarios.
Las partidas presupuestales se están reduciendo	Derivado de una política nacional de austeridad, la administración municipal actualmente no prevé que la partida presupuestal en materia ambiental tenga incremento significativo. Situación que puede limitar la implementación de proyectos.
El Plan Estatal de Desarrollo 2019 – 2024	Dentro del eje 4 que involucra el Desarrollo Sostenible y Sustentable, no se presentan programas ni líneas de acción con relación a los RSU.
Legislación en materia de educación sobre RSU	Pese a los intentos por promover campañas de educación ambiental, actualmente no existe alguna ley que establezca la educación ambiental como parte de los programas de educación obligatoria (desde preescolar hasta bachillerato) que integre RSU.
Falta de conocimiento sobre estímulos fiscales del reciclaje	No se encontró evidencia legislativa que indique que existen estímulos fiscales para empresas que se dediquen al reciclaje en el municipio o estado de Puebla.
Falta de claridad en mecanismos de medición de impacto ambiental	No llevar una medición de impacto ambiental en el municipio de Puebla, ha generado que no se tenga un control real del daño que se puede estar generando al medio ambiente.
Incentivos económicos gubernamentales	Se tiene una percepción no aceptable sobre los incentivos económicos que pudiera ofrecer el gobierno.
Claridad de las campañas gubernamentales	Se tiene una percepción no aceptable en las campañas para la separación de residuos.
Costo real de la recolección	Se desconoce el costo real de la recolección el cuál está concesionado a las empresas PASA, SUPSA y RESA.

### 3.6.2 Factores Económicos

Los factores económicos se refieren al entorno macroeconómico que puede afectar en el sistema de gestión de RSU, incluye tasas de empleo, inflación, devaluación, PIB, índices de confianza, decisiones económicas gubernamentales, entre otros. Las tablas 22 y 23 muestran los factores económicos.

Tabla 22 - Factores económicos: Oportunidades (Análisis PEST)

Oportunidades	Descripción
Actividades secundarias	Las actividades secundarias en el estado de Puebla representan el 35% de la actividad económica, lo que abre un nicho importante para actividades de reciclaje. De acuerdo con el Directorio de Centros de Acopio de Materiales
Empresas de reciclaje en Puebla	Provenientes de Residuos en México (SEMARNAT, 2010) existen 46 empresas de reciclaje en el estado de Puebla, de las cuales 16 son de metales, 2 de papel y cartón, 14 de plástico y 14 reciclan varios.
Precios de los reciclables	Se tiene una percepción aceptable sobre el precio que se paga por el material reciclable
Tipos de material para vender	Se tiene una percepción aceptable sobre el conocimiento de los materiales que se pueden vender
Residuos orgánicos	Casi el 50% de los residuos provienen de residuos de comida y jardín

Tabla 23 - Factores económicos: Amenazas (Análisis PEST)

Amenazas	Descripción
Población en situación de pobreza	El porcentaje de la población es del 59.4% según datos del CONEVAL (2016).
Desigualdad económica	Puebla ocupa el primer lugar a nivel nacional con mayor desigualdad económica en la distribución del ingreso.
Llevar material para venta o canje	Se tiene una percepción no aceptable para llevar material reciclable para la venta o canje

### 3.6.3 Factores Sociales

Los factores sociales se refieren a los aspectos culturales, nivel de educación, modas, creencias, estilos de vida, entre otros. Las tablas 24 y 25 muestran los factores sociales.

Tabla 24 - Factores sociales: Oportunidades (Análisis PEST)

Oportunidades	Descripción
Número de escuelas en Puebla	De acuerdo con el Sistema de Información y Gestión Educativa, en Puebla existen 23 958 escuelas, desde educación inicial hasta universidades.
Influencia para separar residuos	Más del 70% de la población cree que la familia, amigos, organizaciones, gobierno e instituciones educativas pueden influir positivamente para separar residuos.
Frecuencia para llevar residuos	Se tiene una percepción aceptable para llevar residuos a los contenedores cercanos.
Botellas de vidrio, metales y latas	Tienen una percepción aceptable para reciclar.

Tabla 25 - Factores sociales: Amenazas (Análisis PEST)

Amenazas	Descripción
Población con carencias sociales	El porcentaje de la población con al menos una carencia social en el municipio de Puebla es del 67%
Ingreso inferior a la línea de bienestar	La población con ingreso inferior a la línea de bienestar es del 51%
Rezago educativo	El 12% de la población en el municipio de Puebla se encuentra con rezago educativo.
Nivel de educación	El estado de Puebla se encuentra en la posición veintésimo quinta de las 32 del país en el nivel de educación.
Participación cívica y política	Puebla cuenta con tan solo el 3.5% de participación cívica y política, ocupando la posición vigésimo octava de 32 a nivel nacional.
Preparación para separar residuos	Se tiene una percepción no aceptable para llevar a cabo una separación de residuos.
Residuos orgánicos, papel o cartón, baterías, equipo electrónico y plástico	Tienen una percepción no aceptable para reciclar.

### 3.6.4 Factores Tecnológicos

Los factores tecnológicos se refieren a la penetración de la tecnología, desarrollo tecnológico, grado de obsolescencia, brecha digital, tendencias, fondos destinados a investigación y desarrollo, entre otros. Las tablas 26 y 27 muestran los factores tecnológicos.

Tabla 26 - Factores tecnológicos: Oportunidades (Análisis PEST)

Oportunidades	Descripción
Conversión de residuos a energía	Producción de energía a partir de RSU. Puede ser conversión térmica, biológica o a través del relleno sanitario con recuperación de gases.
Alternativas al relleno sanitario	La fracción de RSU que pueden ser procesados y tratados en formas alternativas a la disposición final.

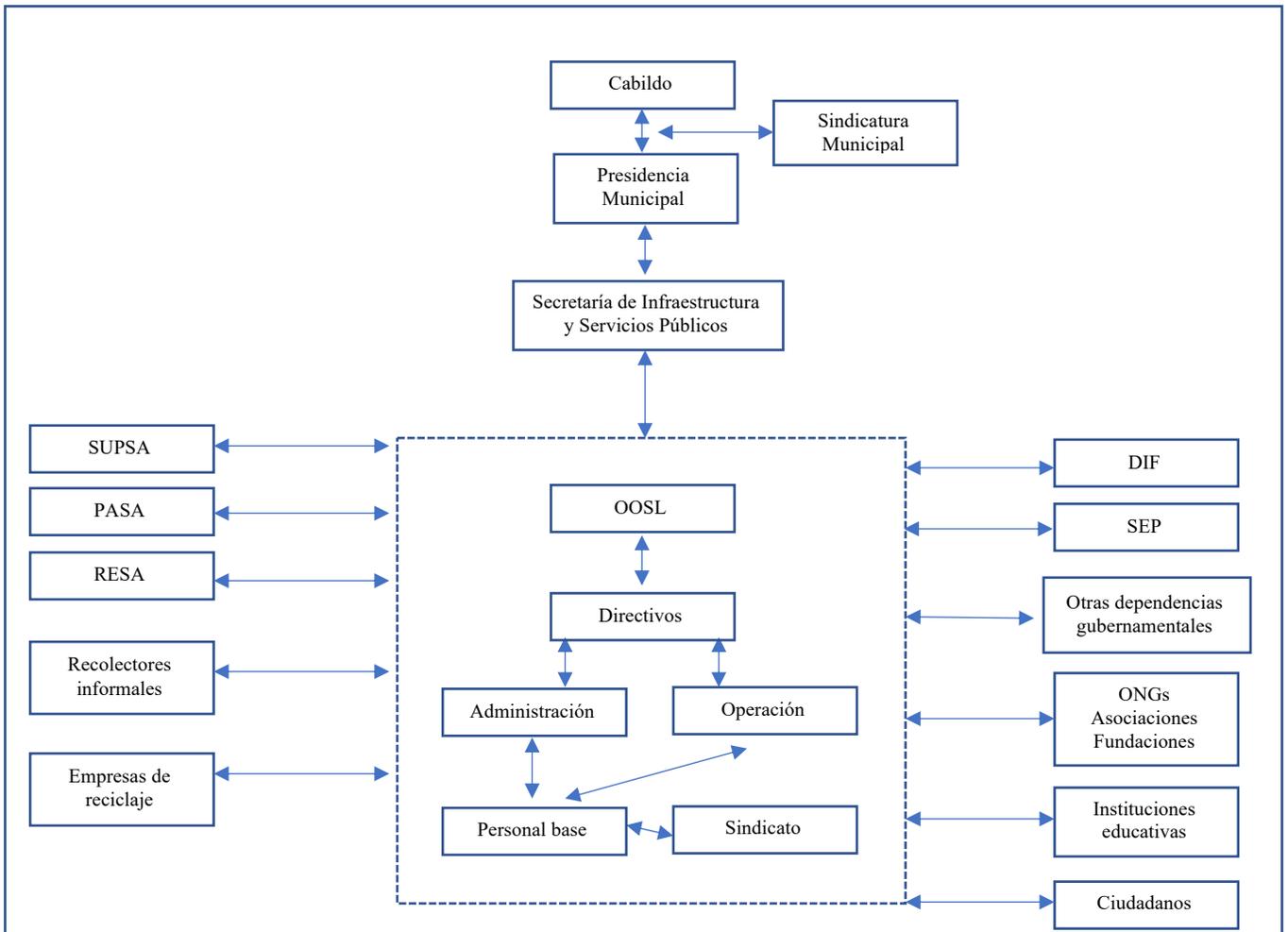
Tabla 27 - Factores tecnológicos: Amenazas (Análisis PEST)

Amenazas	Descripción
Disposición final	Sólo se cuenta con un relleno sanitario que se encuentra concesionado a la empresa RESA. Se estima que le queda una vida útil de 3 años.
Vehículos de recolección	El OOSL cuenta con un número limitado e insuficiente para la recolección de residuos del municipio de Puebla. De los cuales sólo la mitad se encuentra en operación. Además, se estima que sólo hay dos camionetas para reciclables.
Robo o destrucción de infraestructura	El frecuente robo o destrucción a infraestructura como botes, contenedores, sistemas solares, entre otros.

La misión, visión y objetivos que se plantea el OOSL para el municipio de Puebla son:

Misión	Optimizar el manejo de los residuos a través del reúso, reducción y reciclaje con sentido social, promoviendo la calidad de vida en armonía con el medio ambiente
Visión	Posicionar al Municipio como líder en la gestión de residuos sólidos urbanos, con el mínimo impacto ambiental para heredar un mejor entorno a las futuras generaciones
Objetivo general	Coordinar la prestación eficaz y eficiente del servicio público de limpia; manteniendo una adecuada imagen urbana; coadyuvando a la participación ciudadana y promoviendo la metodología de las 3 R's

Adaptando el modelo de relación de grupos de interés en la administración pública de Martín Castilla (2005), la figura 31 muestra la relación de grupos de interés en el OOSL del Municipio de Puebla, que es el organismo encargado de la gestión de RSU en el municipio.



*Figura 31 - Relación de grupos de interés en el OOSLMP*  
 Nota. Elaboración propia adaptado del modelo de Martín Castilla (2005)

Como se muestra en la figura 31, la organización pública central corresponde al Organismo Operador de Servicio de Limpia del Municipio de Puebla el cual fue creado el 27 de marzo de 1990. Tiene la función de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos que la población genera. Por jerarquía organizacional está por debajo de la Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos. Actualmente, está a cargo del Programa 10 del Plan Municipal de Desarrollo 2018 – 2021 del Municipio de Puebla, denominado “Casa limpia y sostenible”. El OOSL cuenta con tres concesiones establecidas con las empresas Servicios

Urbanos de Puebla S.A. de C.V. (SUPSA), Promotora Ambiental S.A. de C.V. (PASA) y Rellenos Sanitarios S.A. de C.V. (RESA). SUPSA y PASA son las empresas que se encargan de la recolección y transportación al sitio de disposición final. RESA es quien opera y mantiene el relleno sanitario de Chiltepeque, que es el lugar de disposición final para el Municipio de Puebla. Las tres empresas tienen como término de vigencia del acto jurídico el 30 de diciembre de 2022. Las empresas PASA y SUPSA cobran al municipio por cada tonelada que se recolecta y traslada al destino final. RESA cobra por cada tonelada que es recibida.

Los recolectores informales de residuos son personas que obtienen ingresos a través de la recolección, separación y venta de materiales y residuos sólidos reciclables, que se encuentran en la vía pública de zonas comerciales, residenciales y de casa en casa. Forman parte de la cadena de recuperación de materiales reciclables y cumplen una función importante en reducción de costos ambientales y salud pública, reducen el costo de transporte e incrementan la vida útil de los rellenos sanitarios. Son personas que se encuentran marginados al no formar parte de la población ocupada formal, no cuentan con seguridad social y las condiciones de vida y trabajo suelen ser precarias. En el municipio de Puebla durante el período 1995 – 2011 la “pepena” fue clasificada como una actividad ilegal. Desde hace varios años existe un “conflicto de interés” entre las empresas SUPSA y PASA con los recolectores informales, debido a que las empresas consideran que les afecta que los recolectores informales disminuyan la cantidad de residuos y el monto de toneladas disminuya, impactando directamente en el cobro que realizan al municipio. Las últimas estimaciones señalan que, para el año 2014 eran aproximadamente 6 mil los recolectores en el municipio de Puebla (Guillermo-Peón, et al., 2018).

De acuerdo con el Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México (SEMARNAT, 2010), en el estado de Puebla existen 46 empresas de reciclaje de RSU, de las cuales 16 son de metales, 2 de papel y cartón, 14 de plástico y 14 reciclan varios materiales. En la administración municipal actual, no se encontró evidencia de la existencia de un directorio actualizado de empresas de reciclaje.

De acuerdo con los informes presentados por el OOSL del municipio de Puebla en coordinación con el Sistema Municipal de Desarrollo e Integración Familiar (SMDIF), se han llevado a cabo jornadas de salud con el objetivo de brindar de manera gratuita acceso a servicios médicos, psicológicos, dentales, nutricionales y oftalmológicos, así como diversos talleres para el grupo más vulnerable del organismo, que son las llamadas ‘naranjitas’. Término acuñado por el color de su uniforme, cuya labor es la del barrido manual de calles, banquetas y parques públicos (OOSLMP, 2018). También se han realizado capacitaciones y talleres con relación a los RSU y el reciclaje en conjunto con el SMDIF.

El OOSL ha gestionado convenios con la Secretaría de Educación Pública (SEP) para que trabajadores se certifiquen en estudios básicos. El programa se ha centrado en personal de barrido manual. De manera directa no hay alguna gestión entre el OOSL y la SEP que involucre alguna acción de educación ambiental.

De manera independiente el gobierno del estado de Puebla cuenta con un servicio de atención ciudadana en educación ambiental, dirigido por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. El objetivo es involucrar a los ciudadanos en la construcción de la sustentabilidad con equilibrio ecológico, se realizan talleres, pláticas, jornadas de limpieza, reforestación, ferias y asesoría de proyectos (Gobierno del Estado de Puebla, 2019).

La relación del OOSL con otras dependencias gubernamentales está relacionada con la cobertura de la limpieza en la ciudad, principalmente con juntas auxiliares. Con asociaciones, fundaciones y ONGs se han establecido esporádicamente vínculos enfocados a la realización de talleres básicos de consumo responsable aplicando las 3R's (recicla, reduce y reutiliza) y separación de residuos. Los talleres se han llevado a cabo en diversas instituciones educativas.

El diagnóstico presentado fue realizado a partir de informes, revisión literaria, testimonios y entrevistas, tomando en cuenta las tres administraciones municipales que transitaron en el periodo 2018 y 2019; dando soporte a la problemática que se presenta en el municipio de Puebla.

Sin embargo, es pertinente señalar que no se tuvo acceso al contexto interno en el sector público que se encarga de la gestión de RSU.

En este capítulo se presentó el caso del municipio de Puebla en gestión de RSU, primero desde un contexto internacional con las ciudades analizadas en el capítulo 2, después con indicadores en el ámbito nacional y estatal. Siguiendo la misma estructura de los capítulos anteriores, se describieron las principales problemáticas que se presentan y se elaboró análisis PEST que dio soporte al diagnóstico del sistema de gestión de RSU. En el siguiente capítulo se presenta un estudio del comportamiento e intención para reciclar en el municipio de Puebla, se identifican los elementos que mejor podrían funcionar y cuáles podrían ser un área de oportunidad, así como las influencias sociales que podrían influir en la separación de residuos.

## CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La metodología que sigue la presente investigación es cuantitativa aplicando el modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés), que utiliza un enfoque confirmatorio del análisis multivalente aplicado a una teoría estructural relacionada con un fenómeno determinado (Byrne, 2013). Se busca conocer los factores que influyen en la participación ciudadana y el compromiso con el medio ambiente en la ciudad de Puebla, para poder proponer estrategias que contribuyan a una gestión de RSU.

Existen dos principales modelos que explican factores psicológicos en el comportamiento con el medio ambiente: el modelo basado en la intención y el modelo basado en normas y valores. Dentro del modelo basado en la intención está la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB, *theory of planned behaviour*), la cual ha sido más usada en temas relacionados con el comportamiento para el reciclaje (Nisbet, et al., 2008). La TPB busca predecir una determinada conducta o intención para comprometerse, considerando factores internos y externos del individuo, en un lugar y tiempo específico (Ajzen, 1991). En este modelo, el comportamiento de un individuo es explicado en función de su intención, la cual está condicionada por tres factores que se encuentran relacionados entre sí: 1) la actitud positiva o negativa frente a una determinada acción (actitud), la aprobación o desaprobación del comportamiento en cuestión por las personas que conforman el entorno (norma subjetiva) y la percepción acerca de la capacidad para influir en el resultado final basado en los recursos tangibles e intangibles requeridos (percepción de control). La figura 32 muestra la representación gráfica de este modelo. La TBP es el modelo más popular en donde se puede explicar la varianza en el desarrollo del reciclaje (Xu, et al., 2017).

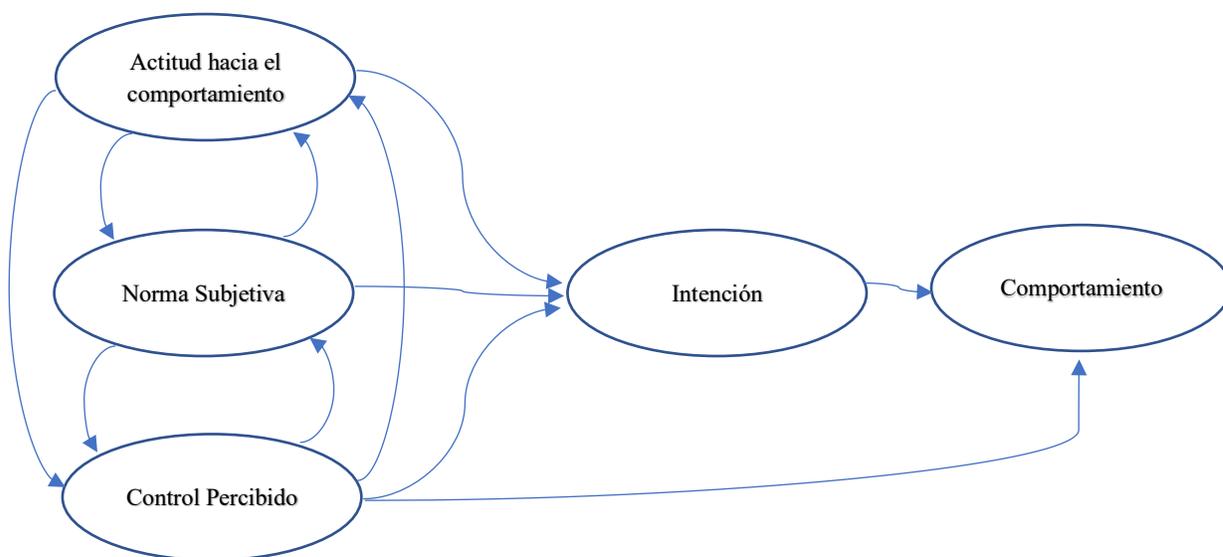


Figura 32 - Representación gráfica del modelo TBP  
 Nota. Recuperado del modelo de Ajzen (1991).

En diversas ciudades y países se han realizado estudios sobre el comportamiento de los ciudadanos, con relación al medio ambiente y particularmente a la reducción y separación de residuos desde el hogar. La tabla 28 presenta una revisión literaria de algunos estudios realizados, los modelos empleados en años recientes relacionados con el medio ambiente y la ciudad o país de aplicación, de manera particular con la separación de residuos y reciclaje.

Tabla 28 - Revisión literaria de modelos empleados en estudios relacionados con el medio ambiente

Modelos	Estudios	Ciudad/País	Fuente
TBP, SEM	Actitud y estímulos gubernamentales para la separación de residuos	Taishan, China	B. Zhang, et al., (2019)
ERB, SEM	Comportamiento responsable con el medio ambiente en el turismo	Monte Yuelu, China	Su, et al., (2019)
SEM, PLS	Comportamiento relacionado a la comida y control de residuos	Terán, Irán	Fami, et al., (2019)

<b>Modelos</b>	<b>Estudios</b>	<b>Ciudad/País</b>	<b>Fuente</b>
TBP, SEM, TRA	Comportamiento para un consumo verde	Reino Unido Portugal	Paço, et al., (2019)
TBP, SEM, NAM	Comportamiento para el ahorro de energía	Estados Unidos	D. Li, et al., (2019)
TA	Comportamiento proambiental: enfoque en desperdicio de alimentos	Reino Unido	Graham-Rowe, et al., (2019)
TBP, SEM	Voluntad para participar en el reciclaje de residuos electrónicos	China	B. Wang, et al., (2019)
TBP, SEM	Comportamiento para participar en el reciclaje de residuos electrónicos	India China	Kumar, (2019)
TPB	Motivaciones para participar en la separación de RSU	Guilin, China	Cai, et al., (2017)
LRM	Motivaciones para participar en la reducción de residuos y el reciclaje	Italia	Gilli, et al., (2018)
TPB	Factores que atraen a comunidades a implementar el reciclaje	Malasia	Tiew, et al., (2019)
TBP	Influencia de los programas de reciclaje en el comportamiento para la separación de residuos	Kalmar, Suecia Plovdiv, Bulgaria	Stoeva, (2017)
TBP	Comportamiento para el reciclaje según el género	Universidad de Turquía	Oztekin, et al., (2017)
SEM	Desarrollo de estrategias para la conservación	México	Santibáñez-Andrade, et al., (2015)
SEM	Comportamiento y aceptación de los ciudadanos para la infraestructura de conversión de residuos a energía	Hangzhou y Ningbo, China	Yong Liu, (2018)
SEM, TBP	Influencias en el comportamiento para la separación de residuos	Hangzhou, China	Xu, (2017)
TBP, SEM, NAM	Influencia de la publicidad para el reciclaje de residuos electrónicos	China	Z. Wang, et al., (2018)
TBP	Comportamiento de los adolescentes para el reciclaje	Vilna, Lituania	Poškus, et al., (2017)

<b>Modelos</b>	<b>Estudios</b>	<b>Ciudad/País</b>	<b>Fuente</b>
TBP, SEM, PLS	Comportamiento para el reciclaje del plástico	Karachi, Pakistán	Khan, et al., (2019)

Notas. TBP (Teoría del Comportamiento Planificado), SEM (Modelo de Ecuaciones Estructurales), NAM (Modelo de aplicación de Normas), PLS (Mínimos Cuadrados Parciales), ERB (Comportamiento Responsable Ambiental), TRA (Teoría de Acciones Razonadas), TA (Teoría de la Autoafirmación), LRM (Modelo de Regresión Logística).

Para la presente investigación se aplicará el modelo de Xu (2017) utilizado para estudiar los aspectos que influyen en el comportamiento para la separación de residuos. Derivado del análisis realizado en el capítulo 4, en donde se muestra que la ciudad de Puebla tiene una tasa de reciclaje considerablemente baja, resulta pertinente realizar este estudio para determinar qué estrategias se podrían sugerir para implementarse en el municipio de Puebla.

El comportamiento para la separación de residuos se puede dividir en cuatro grupos (Hornik, et al., 1995) y Xu (2017) lo describe como incentivos del mercado (IM), incentivos gubernamentales (IG), facilitadores del mercado (FM) y facilitadores gubernamentales (FG). La presente investigación utilizará éstos cuatro grupos como variables independientes.

Los incentivos del mercado se refieren al dinero que se puede recibir de empresas o compradores informales, vendiendo diversos materiales para reciclaje. También pueden ser las recompensas que algunas empresas dan a través de sistemas de puntos o descuentos, que pueden canjear o recibir alguna recompensa. Los incentivos gubernamentales se refieren a las recompensas o multas a los hogares que no cumplen con la disposición oficial o el reglamento. Los facilitadores del mercado son aquellas organizaciones formales e informales de reciclaje que proveen puntos de acopio o servicios de recolección. Los facilitadores gubernamentales se refieren a los apoyos que da el gobierno para la separación de residuos y reciclaje, como campañas, educación y capacitación, infraestructura, entre otros.

Derivado de lo anterior, la presente investigación formula las siguientes hipótesis:

**H1. Los incentivos del mercado tienen una asociación positiva con la intención de reciclar**

**H2. Los incentivos gubernamentales tienen una asociación positiva con la intención de reciclar**

**H3. Los facilitadores del mercado tienen una asociación positiva con la intención de reciclar**

**H4. Los facilitadores gubernamentales tienen una asociación positiva con la intención de reciclar**

Basado en la teoría del comportamiento planificado de Ajzen (1991), la presente investigación empleará como variables dependientes la intención de reciclar (IR) y el comportamiento hacia el reciclaje (CR), derivado de la relación directa que existe entre las dos. De esta manera se formula la siguiente hipótesis:

**H5. La intención de reciclar tiene una asociación positiva con el comportamiento para reciclar**

Por su parte (Cai, 2017; Ma, 2016; Nakamura, 2017) señalan que los factores demográficos y sociales influyen en aspectos relacionados con el medio ambiente. Wan, et al. (2014) encuentra que los factores demográficos influyen con los factores externos y la intención de los ciudadanos para reciclar. Derivado de esto, la presente investigación empleará como variables moderadoras género, edad, ingreso, educación y ocupación. La figura 33 muestra el modelo conceptual.

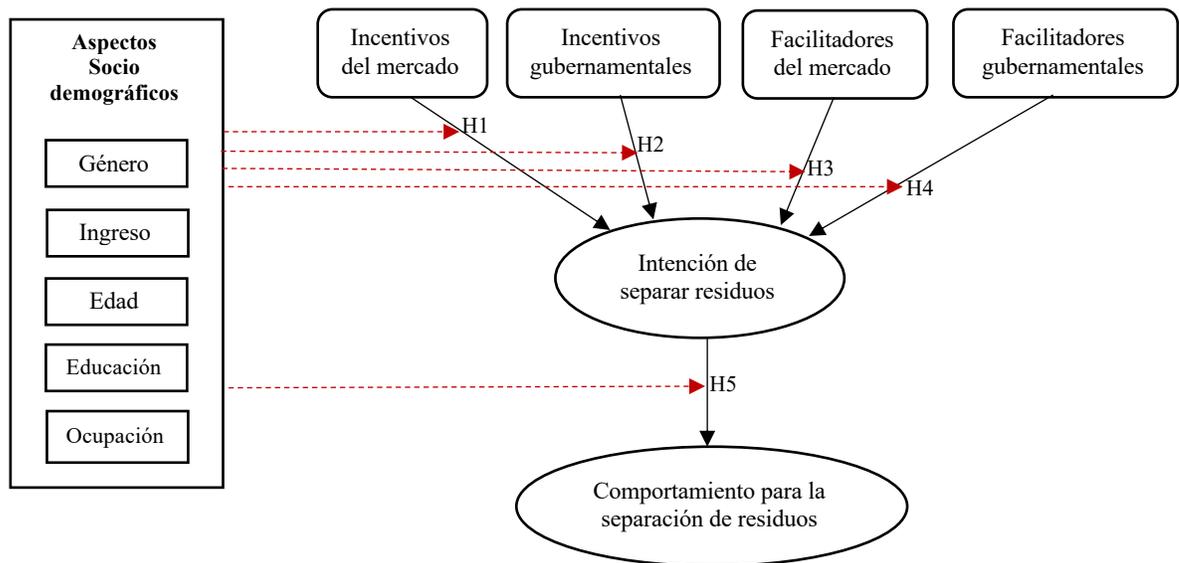


Figura 33 - Modelo conceptual  
 Nota. Recuperado de Xu (2017)

Las variables latentes (no observables) exógenas son:

IM → Incentivos del mercado

FM → Facilitadores del mercado

IG → Incentivos gubernamentales

FG → Facilitadores gubernamentales

Las variables latentes (no observables) endógenas son:

IR → Intención de reciclar

CR → Comportamiento para reciclar

Las variables observables (que se medirán por medio de un instrumento) son:

x1 → Los precios que se pagan por el reciclaje

x2 → Llevar material para venta o canje

- x3 → Tipos de materiales para vender
- x4 → La facilidad para vender materiales reciclables
- x5 → Apoyo al gobierno en establecer multas
- x6 → Apoyo gubernamental para incentivos económicos
- x7 → Apoyo gubernamental para la implementación de leyes para la separación de residuos
- x8 → Claridad de las campañas gubernamentales para la separación de residuos
- x9 → Concientización de separar residuos a partir de las campañas gubernamentales
- x10 → Conveniencia de los contenedores gubernamentales
- x11 → Preparación para llevar a cabo la separación de residuos
- x12 → Frecuencia para llevar a contenedores los residuos
- x13 → Reciclar papel o cartón
- x14 → Reciclar Baterías o equipo electrónico
- x15 → Reciclar residuos orgánicos
- x16 → Reciclar latas
- x17 → Reciclar metales
- x18 → Reciclar plástico
- x19 → Reciclar botellas de vidrio

La representación visual del SEM muestra las relaciones entre las variables por una flecha cuyo sentido es desde la variable causa hacia la variable efecto. En la figura 34 se muestran las variables observables están representadas en rectángulos  $X_n$ . Las variables no observables están representadas en óvalos, siendo 6 variables latentes, de las cuales cuatro son exógenas (IM, FM, IG y FG), es decir, no reciben efecto directo de otra variable. Dos son endógenas (IR y CR) puesto que reciben efecto directo de otras variables. Cada variable latente está medida mediante variables observables que se denominan indicadores, que fueron obtenidas a través de una encuesta.

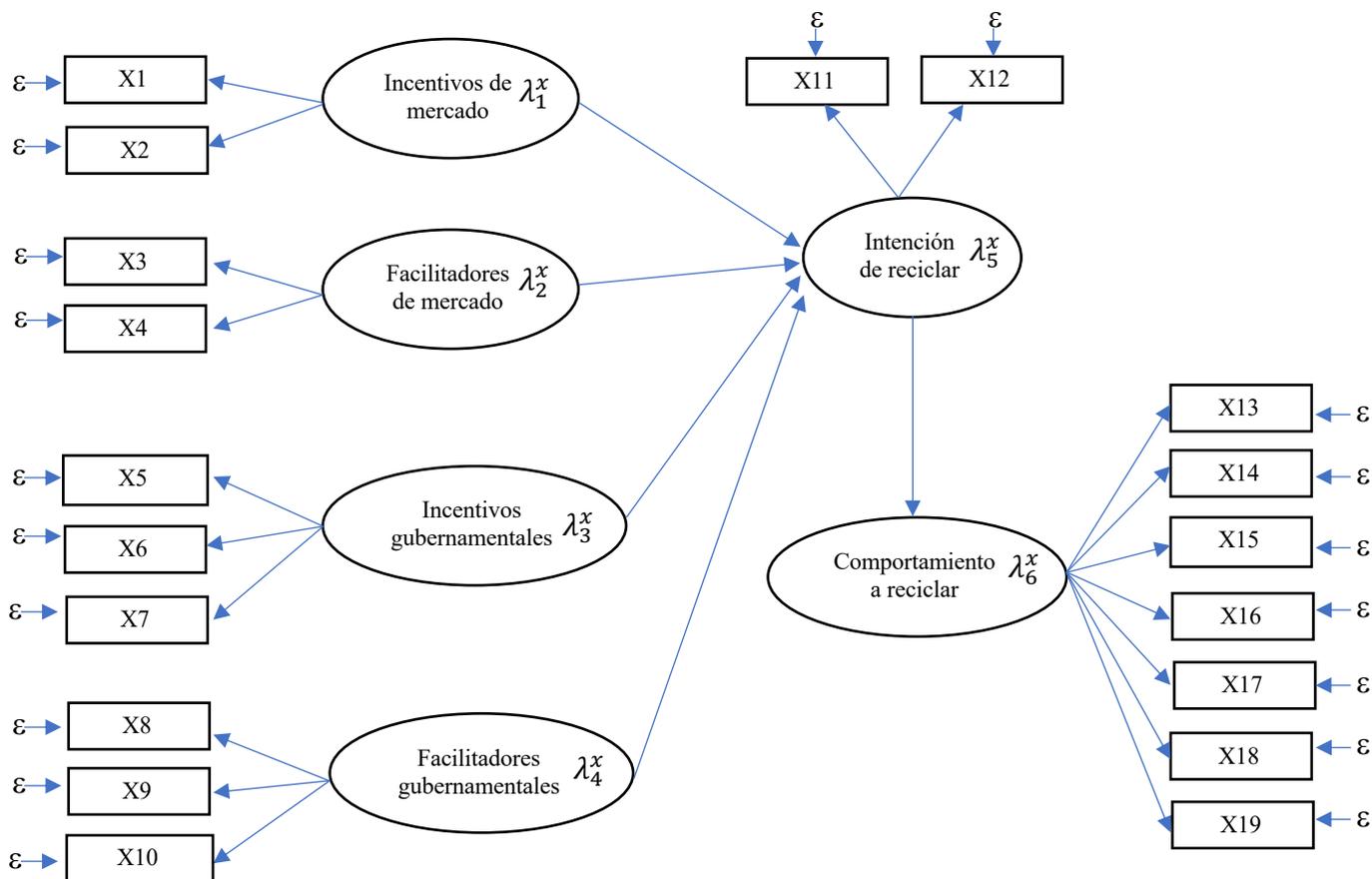


Figura 34 - Representación del SEM

Los componentes del modelo SEM son:

- Variables latentes  $\xi$
- Variables observadas  $X$
- Errores de medidas  $\epsilon$
- Los coeficientes de regresión  $\lambda_x$
- Coeficientes de covariación  $\phi$

El modelo SEM se expresa mediante la ecuación general:

$$X_n = \lambda_{n,m}^x \xi_m + \varepsilon_n$$

#### 4.1 Diseño de la encuesta

A partir de la encuesta realizada por Xu (2017), se realizó la traducción y adaptación al idioma español con base al contexto del municipio de Puebla, organizado por las variables que se van a medir.

La tabla 29 muestra las preguntas de la encuesta y cuál es la escala de medición para cada pregunta. La encuesta consta de cuatro secciones. La primera sección contiene las variables moderadoras que son género, edad, educación, ocupación e ingreso. La segunda sección está relacionada con las variables independientes, que se incluyen en los incentivos de mercado, facilitadores de mercado, incentivos gubernamentales y facilitadores gubernamentales. La tercera sección incluye las variables dependientes, incluyendo la intención y comportamiento hacia el reciclaje. Finalmente, la influencia social se midió con cinco preguntas que se enfocan en vínculos sociales entre el encuestado y su familia, amigos, vecinos, comunidad y organización.

Tabla 29 - Preguntas de encuesta

Preguntas / Clasificación	Escala de medición
<b>Incentivos del mercado</b>	
8. ¿Los precios que se pagan por el material reciclable valen la pena?	5 Siempre
9. ¿Usted llevaría material reciclable a un contenedor cercano para vender o canjear por puntos?	4 La mayoría de veces sí
	3 Algunas veces sí, algunas veces no
	2 La mayoría de veces no
	1 Nunca

Preguntas / Clasificación	Escala de medición
<b>Facilitadores del mercado</b>	
6. ¿Conoces cuáles son los tipos de materiales que se pueden vender?	5 Muy de acuerdo 4 De acuerdo 3 Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 2 En desacuerdo 1 Muy en desacuerdo
7. ¿Qué tan fácil se puede vender material reciclable en tu comunidad?	5 Muy fácil 4 Fácil 3 Ni fácil, ni difícil 2 Difícil 1 Muy difícil
<b>Incentivos gubernamentales</b>	
10. ¿Apoyarías al gobierno municipal en multas a quienes no separen basura?	5 Siempre 4 La mayoría de veces sí 3 Algunas veces sí, algunas veces no 2 La mayoría de veces no 1 Nunca
11. ¿Apoyarías al gobierno municipal para que diera apoyos económicos u otros incentivos a quienes separen basura?	
12. ¿Apoyarías al gobierno municipal en el desarrollo e implementación de leyes con relación a la separación de basura?	
<b>Facilitadores gubernamentales</b>	
13. ¿Las campañas dirigidas por el gobierno explican claramente los beneficios y la importancia de la separación de basura?	5 Siempre 4 La mayoría de veces sí 3 Algunas veces sí, algunas veces no 2 La mayoría de veces no 1 Nunca
14. ¿Las campañas dirigidas por el gobierno podrían mejorar la concientización sobre la separación de basura?	
15. ¿Los contenedores de basura proporcionados por el gobierno proporcionan un entorno favorable y conveniente para los ciudadanos?	
<b>Intención de reciclar</b>	
16. Comenzando la próxima semana, ¿Se prepararía para llevar a cabo la separación de basura?	5 Muy de acuerdo 4 De acuerdo 3 Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 2 En desacuerdo 1 Muy en desacuerdo
17. A partir de la siguiente semana, ¿Cuántos días a la semana llevaría basura a los contenedores?	0 1 – 2 días 3 – 4 días 5 – 6 días Todos los días
<b>Comportamiento de reciclaje ¿Qué reciclaría?</b>	
18A. Papel o cartón	
18B. Baterías o equipo electrónico	
18C. Residuos de comida	5 Siempre 4 La mayoría de veces sí 3 Algunas veces sí, algunas veces no 2 La mayoría de veces no 1 Nunca
18D. Latas	
18E. Metales	
18F. Plástico	
18G. Botellas de vidrio	

Preguntas / Clasificación	Escala de medición
<b>Aspectos demográficos</b>	
1. Género	Masculino / Femenino
2. Edad	<20, 20-30, 31-40, 41-50, 51-60, >60
3. Nivel de educación	Ninguno, primaria, secundaria, bachillerato, licenciatura, posgrado
4. Ocupación	Organización gubernamental, empresa, autoempleo, jubilado, otro
5. Ingreso	0 – 2699 2700 – 6799 6800 – 11599 11600 – 34999 35000 – 84999 Más de 85000
<b>Influencia social</b>	
19. ¿Si alguien de tu familia se anima a la separación de basura le harías caso?	
20. ¿Si tus amigos se animan a la separación de basura les harías caso?	5 Siempre
21. ¿Si tus vecinos se animan a la separación de basura les harías caso?	4 La mayoría de veces sí
22. ¿Si el gobierno impulsara a la separación de basura le harías caso?	3 Algunas veces sí, algunas veces no
23. ¿Si organizaciones del medio ambiente impulsaran a la separación de basura les harías caso?	2 La mayoría de veces no
24. ¿Si las instituciones educativas impulsaran a la separación de basura les harías caso?	1 Nunca

Notas:

1. Se utilizaron escalas de Likert (Hernández, et al., 2014) y se realizó la traducción de la encuesta de Xu (2017)
2. El ingreso económico se calcula con base al índice de Nivel Socio Económico de la AMAI (“NSE | AMAI,” 2018)
3. La numeración está en función del orden que tiene la encuesta

## 4.2 La muestra

Con un universo de 1,576,259 habitantes según el último conteo de población realizado en el municipio de Puebla por el INEGI (2015) y considerando que la muestra sobrepasa los cien mil habitantes, se utilizó la siguiente fórmula para determinar la muestra (Hernández, et al., 2006):

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{e^2}$$

Donde:

n = El tamaño de la muestra

Z = La desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza aceptado  
(Nivel de confianza 95% → Z = 1.96)

e = Es el margen de error máximo que admitimos (5%)

p = Es la proporción que esperamos encontrar (50%)

Se estableció un porcentaje de error máximo del 5% y un nivel de confianza de 95%. Esto significa que, en cada 100 muestreos se puede esperar que cinco de ellos den resultados erróneos. En el caso del municipio de Puebla se desconoce completamente la proporción que se espera encontrar, por lo que se establece el 50%, es decir se distribuye en partes iguales a la población.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5(1 - 0.5)}{0.05^2} = 384.16$$

Para corroborar y validar la fórmula anterior, se usó el *software Decision Analyst STAT 2.0* para obtener el cálculo del tamaño de la muestra para la presente investigación. La figura 35 muestra los resultados obtenidos.

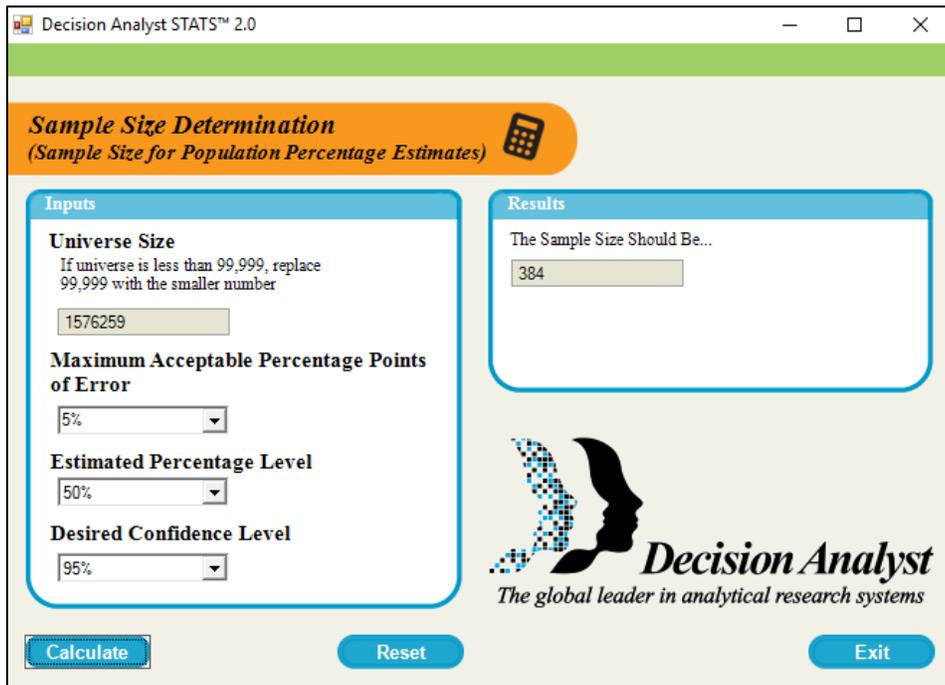


Figura 35 - Estimación del tamaño de la muestra

La aplicación de la encuesta se realizó en la zona norte – oriente del municipio de Puebla. La figura 36 muestra el mapa.

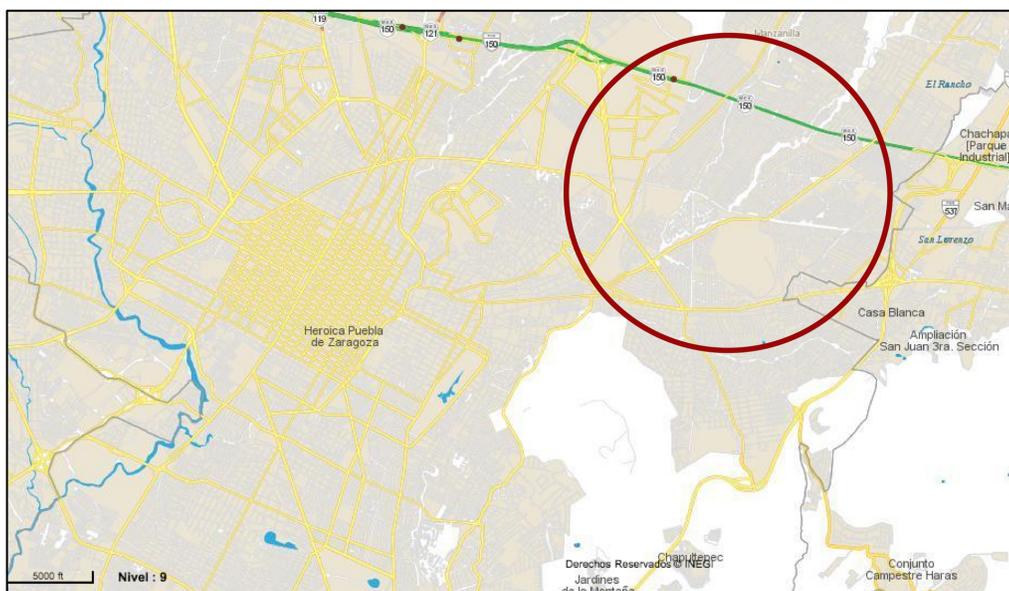


Figura 36 - Mapa del municipio de Puebla: Área estimada para la aplicación de encuesta  
 Nota. Imagen recuperada de INEGI, (2019), modificada por el autor.

Las encuestas se aplicaron usando el método aleatorio simple con la base de datos del Bachillerato General Profr. Enrique Martínez Márquez, con clave 21EBH0104U, que está ubicado en la Avenida Los Girasoles No. 1, Colonia Real Campestre, en el municipio de Puebla y en una zona central del área de aplicación. Cuenta con una población de 1114 alumnos inscritos en el ciclo escolar 2018 – 2019. Para llevar a cabo el proceso, se emitió una carta al director de la institución, para solicitar autorización para la aplicación de la encuesta, la cual fue aceptada. Se seleccionaron a 400 estudiantes, considerando que algunos podrían negarse a contestar o no asistir, para así lograr la meta de la muestra de 384. Se emitió un comunicado para informar que los padres o jefe de familia serían los encargados de contestar la encuesta, como parte de una actividad extraescolar. En total, se imprimieron 402 encuestas en hoja de papel por ambos lados (ver anexo 1), de las cuales se contestaron 394, 4 quedaron incompletas en el llenado y 4 quedaron el blanco. Para la presente investigación sólo se registraron 385, quedando 9 sin registrar. La tabla 30 muestra el concentrado de los datos en comparación con los del municipio de Puebla, con el fin de determinar la pertinencia que tuvo el área de aplicación, y que podría ser representativa de la población del municipio de Puebla bajo ciertas características, tales como que algún miembro de la familia esté cursando el bachillerato, lo cual tiene un impacto directo en la edad y educación de los encuestados.

Tabla 30 - Perfil demográfico de los encuestados vs la población en el municipio de Puebla

<b>Variable de atributo demográfico</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Proporción del total de los encuestados (%)</b>	<b>Proporción del municipio de Puebla (%)</b>
<b>Género</b>			
Masculino	207	53.8	46.4
Femenino	178	46.2	53.5
<b>Edad</b>			
Menos de 20	33	8.6	9.52
20 - 30	11	2.9	16.76
31 - 40	136	35.3	14.19
41 - 50	176	45.7	11.48
51 - 60	28	7.3	8.45

<b>Variable de atributo demográfico</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Proporción del total de los encuestados (%)</b>	<b>Proporción del municipio de Puebla (%)</b>
<b>Educación</b>			
Ninguna	2	0.5	7.9
Primaria	25	6.5	56.2
Secundaria	105	27.3	19
Bachillerato	164	42.6	16.5
Licenciatura	75	19.5	3.6
Posgrado	14	3.6	ND
<b>Ocupación</b>			
Gobierno	36	9.4	7.41
Empresa	141	36.6	47.94
Organización	3	0.8	1.51
Autoempleo	69	17.9	42.92
Jubilado	1	0.3	ND
Otro	135	35.1	3.21
<b>Ingreso Mensual</b>			
0 - 2699	131	34.0	21.57
2700 - 6799	140	36.4	33.89
6800 - 11599	80	20.8	14.56
11600 - 34999	27	7.0	8.55
35000 - 84999	5	1.3	3.21
Más de 85000	2	0.5	

Nota. Recuperado de INEGI Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017.

\*Estadística nacional

ND. Dato no disponible

Para probar el marco conceptual propuesto se usó el Modelo de Ecuaciones Estructurales con Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM, por sus siglas en inglés), ya que permite examinar simultáneamente una serie de relaciones de dependencia entre variables independientes y dependientes. La pertinencia de utilizar PLS-SEM para la presente investigación radica en las siguientes razones. Primero, puede ayudar a identificar el factor más eficaz para predecir el comportamiento del reciclaje. Segundo, es el más adecuado cuando la mayoría de los elementos de medición se basan en la percepción y se miden en una escala de Likert. Tercero, es el método estadístico más adecuado debido a que se aplica a diferentes datos y a su capacidad para

desarrollar y probar nuevas teorías sobre el comportamiento (J. Hair, et al., 2017; J. F. Hair, et al., 2011).

### **4.3 Resultados**

Se usó el software IBM SPSS Statistics versión 25 para la captura de las 385 encuestas aplicadas y SmartPLS 3.2.8 para la construcción del modelo estructural y el algoritmo PLS. En primer lugar, se analizarán las variables socio demográficas, se describirá el contenido inicial de la matriz de los datos originales, el análisis descriptivo de los datos de la encuesta y se pondrá a prueba el modelo global teórico propuesto. En segundo lugar, se estudiará y analizará el modelo por el método de mínimos cuadrados parciales. Finalmente se presentarán los resultados obtenidos de la influencia social.

Del total de la muestra se cuenta que el 53.8% son hombres y el 46.2% son mujeres. A pesar de que la proporción del municipio señala que hay más mujeres que hombres, el 71% de los hogares en el estado de Puebla tienen jefatura masculina (INEGI, 2015), lo que puede explicar que el mayor número de los encuestados sean hombres.

Derivado de que los encuestados debían ser jefes de familia, en los rangos de edad se tiene que el 8.6% tiene menos de 20 años, esto podría ser a que el jefe de familia no fue quien contestó la encuesta, sino algún otro miembro familiar. El 2.9% tiene entre 20 y 30 años, aunque es una edad relativamente corta para tener hijos en bachillerato, el dato podría justificarse con los niveles de educación e ingreso, que señalan que a menor nivel de educación e ingreso, mayor es la cantidad de hijos que se tiene a temprana edad (DIF, 2012). El 35.3% tiene entre 31 y 40 años, el 45.7% tiene entre 41 y 50 años, dato que de acuerdo con el INEGI (2015) el 52% de las madres entre 30 y 49 años tiene 3 o más hijos. El 7.3% tiene entre 51 y 60 años, donde de acuerdo con INEGI, (2018) cada vez son más los casos en donde los abuelos se encargan de la crianza de los nietos, esto es por diversas razones y factores, en donde destaca que cada vez son más mujeres que trabajan y aportan ingreso al hogar.

En cuanto a la distribución de las personas por su nivel de estudios, se encuentra coincidencia cercana de los encuestados con la proporción del municipio de Puebla que tiene estudios de licenciatura, 19% y 16% respectivamente. La mayor concentración de los encuestados tiene como grado máximo de estudios el bachillerato, situación que explican Vélez Grajales, Roberto; Huerta Wong, Juan Enrique; Campos Vázquez, (2015), donde señalan que la expectativa de los jefes de familia sobre la escolaridad de los hijos de que logren educación superior es del 70%. Esto quiere decir que aquellos padres que culminaron el bachillerato desean que sus hijos logren el mayor nivel educativo posible. El 34% de los encuestados culminó educación básica, donde la proporción del municipio de del 56%, aunque la proporción de los encuestados es menor que la del municipio, la situación se puede explicar cuando el jefe de familia cuenta sólo con educación primaria o secundaria, se espera que entre el 19% y el 44% llegue a nivel media superior y superior respectivamente, es decir, los jefes de familia buscarán que el nivel de estudios de sus hijos superen los suyos.

La distribución por ocupación resultó similar a la del municipio de Puebla. Con un 9.4% de empleados de gobierno, el 36.6% trabaja en alguna empresa, el 0.3% está jubilado, el 0.8% pertenecen a alguna organización. Con relación al autoempleo, el resultado salió bajo con respecto a la proporción del municipio de Puebla. Esto puede estar relacionado a que algunos casos pueden estar relacionados con el autoempleo informal, el cual puede haberse interpretado como “otros” el cual obtuvo un 35%. Varela-Llamas, et al., (2012) señalan que el auto empleo tiene la vertiente formal e informal. La informal es una constante en la economía mexicana y de acuerdo con los resultados del último trimestre del 2019, la ciudad de Puebla ocupa la sexta posición a nivel nacional con una tasa del 52% de informalidad laboral, realizado por la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), (INEGI, 2020). La tasa del 52% se puede explicar con la suma de las categorías de auto empleo y otro, siendo el 35% y el 18% respectivamente.

Finalmente, la distribución por ingreso mensual tiene similitud con la población del municipio de Puebla. Destaca que el 34% de los encuestados se ubica que percibe un ingreso mensual equivalente al salario mínimo, siendo que la proporción del municipio de encuentra en el 22%.

Esto se puede explicar derivado de los rangos de pobreza que existen en el municipio de Puebla, los AGEBs en donde se aplicó la encuesta presentan rangos de pobreza entre el 18% y 50%.

La figura 4.9 contiene los principales estadísticos descriptivos de las variables observadas  $X_i$ , formadas por los ítems del  $X_1$  al  $X_{19}$ . A la vista se entiende que existe normalidad univariada de los datos, es decir, que entran dentro de un intervalo de valores de una medición ya conocidos.

De acuerdo con Curran, et al. (1996) una forma típica de validar la normalidad de un conjunto de datos es el análisis de la curtosis y asimetría que representan las variables. Establecen los límites en valor absoluto, donde se puede considerar un comportamiento semejante al normal, en los valores 2 para la asimetría y 7 para la curtosis. Por lo tanto, en la tabla 31 se puede comprobar que los datos cumplen con estas condiciones.

Tabla 31 - Estadístico descriptivo de las variables observadas

Descripción	VARIABLES observadas	Media	Error estándar	Desviación estándar	Asimetría	Error de asimetría	Curtosis	Error de curtosis
Precios reciclaje	X1	3.07	0.040	0.788	0.266	0.124	0.303	0.248
Venta o canje	X2	3.20	0.056	1.106	-0.263	0.124	-0.561	0.248
Tipo de material	X3	4.20	0.035	0.688	-0.958	0.124	2.749	0.248
Facilidad de venta	X4	3.65	0.042	0.831	-0.075	0.124	-0.442	0.248
Apoyo gob. en multas	X5	3.81	0.055	1.084	-0.789	0.124	0.043	0.248
Apoyo gob. en incentivos	X6	3.81	0.053	1.046	-0.728	0.124	0.143	0.248
Apoyo gob. en multas	X7	4.01	0.049	0.964	-0.762	0.124	0.094	0.248
Claridad de campañas	X8	3.19	0.046	0.904	-0.155	0.124	-0.110	0.248
Concientización de separar residuos	X9	3.58	0.045	0.877	-0.310	0.124	0.043	0.248
Conveniencia de contenedores	X10	3.27	0.052	1.029	-0.119	0.124	-0.517	0.248
Preparación para separar	X11	4.08	0.038	0.740	-0.671	0.124	0.975	0.248
Frecuencia de llevar residuos	X12	3.23	0.052	1.029	0.398	0.124	-0.578	0.248
Reciclar papel	X13	3.70	0.050	0.979	-0.465	0.124	-0.206	0.248
Reciclar baterías	X14	3.04	0.061	1.194	0.087	0.124	-0.843	0.248
Reciclar orgánicos	X15	3.14	0.070	1.374	-0.156	0.124	-1.190	0.248
Reciclar latas	X16	3.89	0.055	1.078	-0.814	0.124	0.008	0.248
Reciclar metales	X17	3.49	0.060	1.186	-0.324	0.124	-0.851	0.248
Reciclar plástico	X18	4.30	0.045	0.880	-1.297	0.124	1.473	0.248
Reciclar vidrio	X19	3.26	0.060	1.181	-0.224	0.124	-0.723	0.248

La correlación entre las variables observadas se incluye en la tabla 32, donde se puede comprobar que existe una estructura de la correlación entre éstas. Se observa como algunas correlaciones más altas se encuentran en cada grupo de sus variables latentes, por ejemplo, quien está dispuesto a reciclar aluminio, tiene una correlación positiva de 0.45 con reciclar plástico.

El estadístico Alpha de Cronbach supone un modelo de consistencia interna de los datos, que estima el límite inferior del coeficiente de fiabilidad, basándose en el promedio de las correlaciones entre las variables observadas. Este estadístico ofrece la ventaja de poder evaluar la fiabilidad del índice si se excluyera una determinada variable observada, para poder predecir si mejoraría o no la fiabilidad de los datos (Lara, 2014). En la tabla 33 se puede observar los valores que obtiene cada uno de los índices. El coeficiente Alpha de Cronbach oscila entre 0 y 1, cuanto más próximo esté al 1 más consistentes serán las variables latentes entre sí y viceversa. En este sentido, el comportamiento para reciclar es el más consistente con 0.757, por ejemplo, quien está dispuesto a reciclar cartón, también podría estar dispuesto a reciclar otro tipo de material. El segundo más consistente son los incentivos gubernamentales con 0.646, por ejemplo, quien apoye los incentivos económicos gubernamentales para separar residuos, también podría apoyar la implementación de leyes en la misma materia. El caso contrario lo representan los incentivos de mercado y la intención para reciclar, con 0.325 y 0.344, por ejemplo, llevar un material para reciclar, no significa que el precio que se paga por éste sea atractivo.

Tabla 32 - Correlación de las variables observadas

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	
X1	1																			
X2	0.19	1																		
X3	0.18	0.20	1																	
X4	0.16	0.25	0.30	1																
X5	0.02	0.14	0.10	0.07	1															
X6	0.00	0.11	0.05	0.02	0.29	1														
X7	0.05	0.17	0.14	0.11	0.50	0.34	1													
X8	0.12	0.11	0.14	0.02	0.06	0.04	0.08	1												
X9	0.07	0.07	0.17	0.06	0.12	0.11	0.14	0.27	1											
X10	0.17	0.05	0.10	0.01	0.04	0.00	0.09	0.27	0.18	1										
X11	0.12	0.23	0.21	0.16	0.31	0.24	0.38	0.07	0.20	0.20	1									
X12	0.15	0.09	0.07	0.06	0.11	0.07	0.18	0.13	0.14	0.16	0.21	1								
X13	0.14	0.19	0.18	0.15	0.18	0.14	0.22	0.14	0.13	0.14	0.20	0.16	1							
X14	0.13	0.13	0.19	0.10	0.11	0.04	0.06	0.13	0.08	0.05	0.15	0.14	0.32	1						
X15	-0.03	0.13	0.15	0.08	0.12	0.15	0.17	0.06	0.13	0.11	0.16	0.16	0.12	0.17	1					
X16	0.03	0.25	0.24	0.22	0.22	0.15	0.22	0.02	0.09	0.07	0.23	0.08	0.38	0.24	0.24	1				
X17	0.06	0.20	0.23	0.26	0.11	0.11	0.14	0.07	0.02	0.03	0.22	0.09	0.39	0.34	0.10	0.58	1			
X18	0.04	0.25	0.17	0.16	0.17	0.15	0.18	0.05	0.07	0.08	0.26	0.15	0.31	0.17	0.22	0.45	0.33	1		
X19	0.04	0.15	0.21	0.15	0.23	0.15	0.18	0.06	0.07	0.05	0.28	0.14	0.40	0.34	0.22	0.38	0.43	0.34	1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 - Fiabilidad de escala de Alpha de Cronbach

	No. Variables	Alpha de Cronbach
IM	2	0.325
FM	2	0.466
IG	3	0.646
FG	3	0.487
IR	2	0.344
CR	7	0.757

La escala de fiabilidad que se obtendría si se eliminaran las variables observadas se muestra en tabla 34, donde se puede observar que, si se elimina la variable X1, la escala mejoraría de 0.466 a 0.779. Con excepción de la variable X16, que corresponde al reciclaje de aluminio, todas las escalas mejorarían si se elimina alguna de las variables. El mejor de los casos se logra si se elimina X10, pasando del índice 0.487 a 0.780. Esto significa que la variable que mide la

conveniencia de los contenedores que ha colocado el gobierno, no tiene gran aportación como Facilitador Gubernamental.

Tabla 34 - Fiabilidad de las escalas eliminando las variables

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación element-total corregida	Alpha de Cronbach si se elimina el elemento
X1	64.86	71.388	0.186	0.779
X2	64.73	66.988	0.346	0.770
X3	63.73	69.780	0.368	0.771
X4	64.28	69.936	0.277	0.774
X5	64.12	67.071	0.351	0.770
X6	64.13	68.752	0.267	0.776
X7	63.92	67.059	0.411	0.766
X8	64.74	70.406	0.215	0.778
X9	64.35	70.098	0.246	0.776
X10	64.66	69.907	0.204	0.780
X11	63.85	68.168	0.471	0.765
X12	64.70	68.768	0.272	0.775
X13	64.23	65.713	0.492	0.761
X14	64.90	66.052	0.361	0.770
X15	64.79	65.844	0.303	0.776
X16	64.04	64.272	0.523	0.757
X17	64.45	64.253	0.464	0.761
X18	63.63	67.197	0.451	0.764
X19	64.68	63.975	0.482	0.760

El modelo inicial planteado que se muestra en la figura 34 se estima por el método Mínimos Cuadrados Parciales (PLS, por sus siglas en inglés). La figura 37 muestra el modelo en donde están estimadas las 19 variables y se encuentra estandarizado para que la interpretación sea más sencilla.

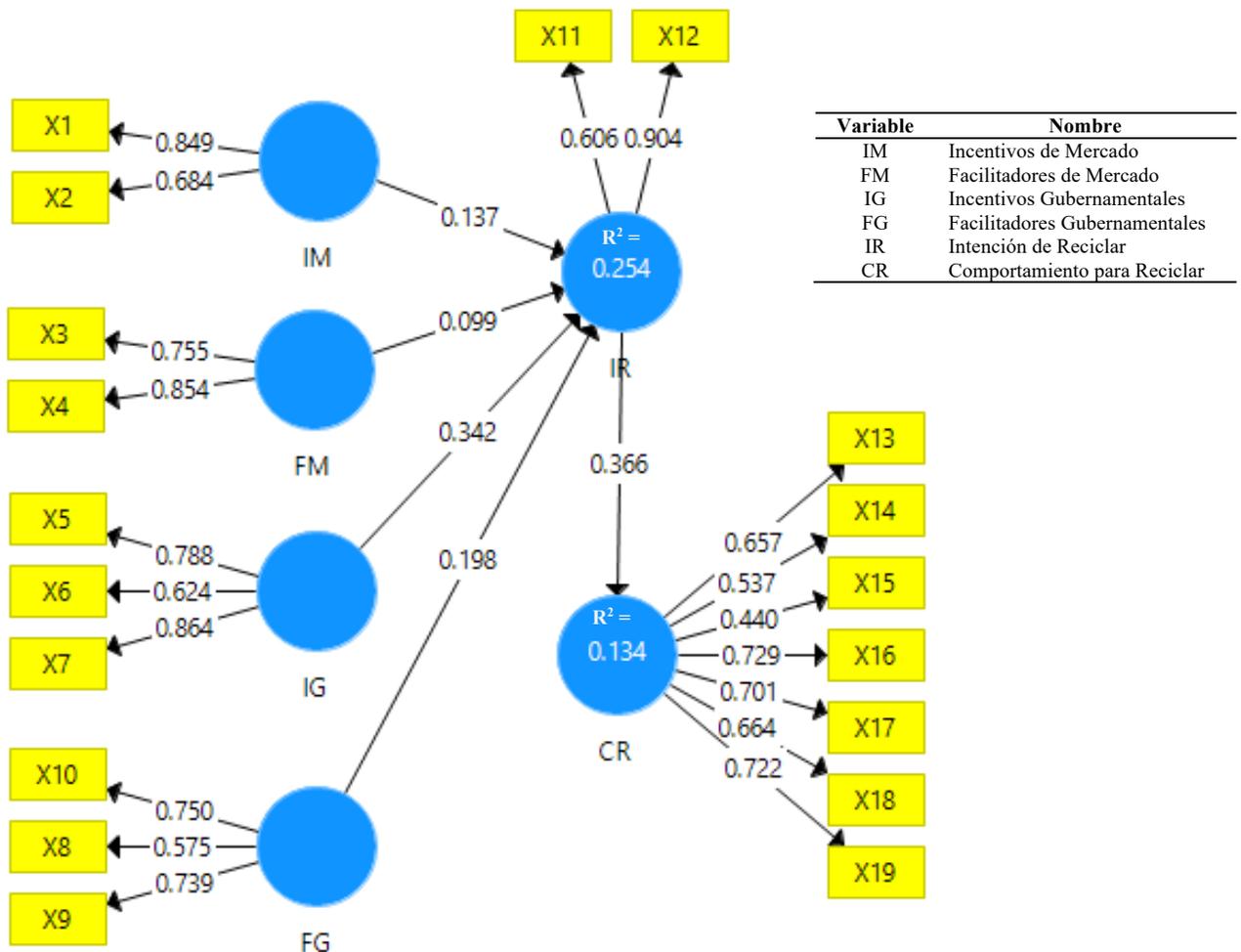


Figura 37 - Solución del modelo SEM por el método de PLS  
 Nota. Se elaboró con el software SmartPLS

Los valores que aparecen junto a las flechas de la figura 37 que van desde los constructos (variables latentes) hacia las variables observables indican la carga factorial, que es la varianza explicada de las variables endógenas, donde los valores superiores a 0.7 indican que los constructos son aceptables (Tsou, et al., 2012). Por tanto, las variables que más aportan información son X1 = 0.849, X4 = 0.854, X7 = 0.864 y X12 = 0.904. Mientras que las variables X2, X6, X8, X11, X14, X15 y X18 presentan constructos por debajo a 0.7, lo que indica que son las variables que menos información aportan al modelo.

Por su parte, las variables exógenas (IM, FM, IG, FG) que influyen en las endógenas (IR y CR) miden la fuerza de las hipótesis de las relaciones causales planteadas. En este sentido la relación planteada se presenta en la tabla 35. Los resultados de  $R^2$  también se presentan en este modelo, indicando el porcentaje de varianza que se explica por las variables exógenas (IM, FM, IG, FG), siendo que el valor aceptado para descartar que sea nulo es que sea mayor a 0.05 (Pérez, et al., 2013). El  $R^2$  de la relación planteada para IR alcanza un valor de 0.254, por tanto, los incentivos de mercado, facilitadores de mercado, incentivos gubernamentales y facilitadores gubernamentales pueden predecir o explicar en un 25.4% la intención de reciclar. Por otra parte, el  $R^2$  de la relación planteada para CR alcanza un valor de 0.134, lo que significa que la intención de reciclar puede influir un 13.4% en el comportamiento para reciclar.

Tabla 35 - Coeficiente de ruta estandarizado

	Intención de reciclar	Incentivos del mercado	Incentivos gubernamentales	Facilitadores del Mercado	Facilitadores gubernamentales
Intención de reciclar		0.137	0.342	0.099	0.198
Comportamiento a reciclar	0.366				

Los valores obtenidos en la influencia de las variables exógenas sobre las endógenas deben ser mayores a 0.05 para que se consideren estadísticamente significativos. En este caso todos resultaron ser significativos. La tabla 36 muestra la aplicación del coeficiente de ruta en las hipótesis planteadas, siendo todas estadísticamente validadas. Para H1 su coeficiente de ruta es de 0.137, esto significa que los incentivos de mercado a pesar de tener una influencia positiva, esta se considera baja. Por ejemplo, es posible que poca gente conozca cuáles son los tipos de materiales para reciclar que se pueden vender y dónde se pueden llevar. Para H2 su coeficiente de ruta es 0.342, el cual se considera medio. Por ejemplo, aquellas personas que apoyan que el gobierno multe a quienes no cumplan con las normas, también podrían apoyar que se premie con incentivos económicos a quienes sí cumplan. Para H3 su coeficiente es de 0.099, situándolo en la posición más baja de la tabla. Por ejemplo, es posible que no estén identificados los contenedores a donde se pueden llevar los materiales para reciclar y que no exista alguna

recompensa económica por hacerlo. Para H4 el coeficiente de ruta es de 0.198, también se encuentra en un nivel bajo. Por ejemplo, es posible que las campañas dirigidas por el gobierno no hayan tenido un impacto suficiente en la población estudiada. Finalmente, para H5 su coeficiente de ruta es de 0.366, siendo el más alto de la tabla, se encuentra en un nivel medio y valida la hipótesis planteada.

Tabla 36 - Aplicación del coeficiente de ruta en las hipótesis

Ruta / Hipótesis		Coeficiente de ruta	Resultado
Incentivos del mercado → Intención de reciclar	H1	0.137	Validada
Incentivos gubernamentales → Intención de reciclar	H2	0.342	Validada
Facilitadores del mercado → Intención de reciclar	H3	0.099	Validada
Facilitadores gubernamentales → Intención de reciclar	H4	0.198	Validada
Intención de reciclar → Comportamiento a reciclar	H5	0.366	Validada

Nota. Para una muestra de n = 385

Los elementos de influencia social que pueden influir en la separación de residuos según Xu (2017), son la familia, los amigos, vecinos, el gobierno, organizaciones del medio ambiente e instituciones educativas. La tabla 37 presenta un análisis estadístico de frecuencias de los resultados obtenidos. Se puede observar que los seis elementos que se midieron tienen un valor promedio similar con una actitud favorable (Hernández, 2014), en influencia social hacia la separación de residuos, destacando la influencia familiar, de organizaciones y por instituciones educativas. Con base a la escala Likert, el 50% de los encuestados se sitúa por encima del valor 4, con excepción de la influencia del gobierno, el valor que más se repite es 5. La desviación estándar indica qué tan dispersos están los datos alrededor de la media. De los aspectos de influencia social la desviación estándar está entre los valores de 0.789 y 1.001, esto significa que los valores no varían demasiado entre sí. El que mayor variación tuvo fue el de la influencia gubernamental, con prácticamente un punto de variación con respecto a la media. Siendo que la medición es por escala Likert entre 1 y 5, siendo 5 el valor más alto, la desviación estándar se puede considerar aceptable para este estudio.

Tabla 37 - Análisis estadístico de frecuencias de aspectos de influencia social

	Influencia familiar	Influencia de amigos	Influencia de vecinos	Influencia del gobierno	Influencia de organizaciones	Influencia de instituciones educativas
N (muestra)	385	385	385	385	385	384
Media	4.30	4.18	4.01	4.13	4.24	4.21
Mediana	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Moda	5	5	5	4	5	5
Desviación estándar	0.789	0.949	1.001	0.853	0.824	0.865
Porcentajes	25	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
	50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	75	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

Nota. Se elaboró con SPSS

La figura 38 muestra en porcentaje la influencia familiar, es decir, si algún miembro de la familia realizara la separación de residuos que tanto se sentiría influenciado. Los resultados se muestran favorables considerando que el 48% más el 37% consideran que sí tendría influencia. El 13% representa la población que no está segura y el 2% representa a los que no.

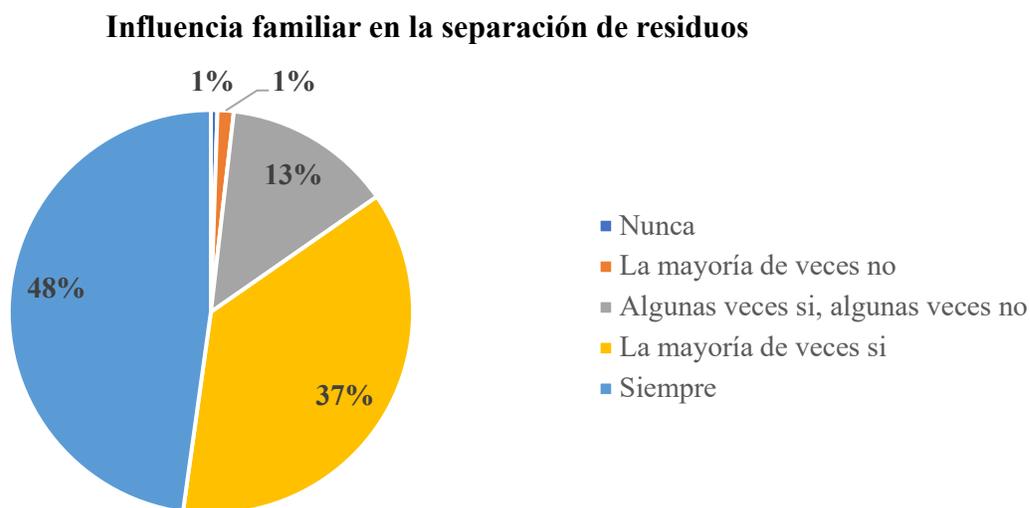


Figura 38 - Influencia familiar en la separación de residuos  
Nota. Tamaño de la muestra n = 385

La figura 39 muestra en porcentaje la influencia de los amigos para la separación de los residuos, es decir, si algún amigo realizara la separación de residuos que tanto se sentiría influenciado. Los resultados también son favorables dado que, el 46% más el 33% consideran que sí estarían influenciados. El 16% no está seguro de su respuesta y el 5% representa a los que no.

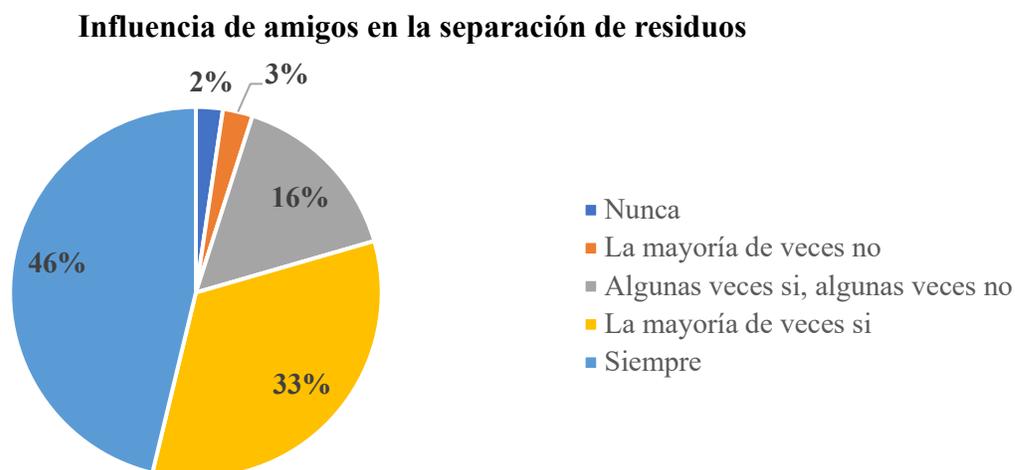


Figura 39 - Influencia de amigos en la separación de residuos  
 Nota. Tamaño de la muestra n = 385

La figura 40 muestra en porcentaje la influencia de los vecinos para la separación de los residuos, es decir, si algún vecino realizara la separación de residuos que tanto se sentiría influenciado. Los resultados son favorables dado que, el 38% más el 35% consideran que sí estarían influenciados. El 20% no está seguro de su respuesta y el 7% representa a los que no. Hasta este momento, se puede identificar que la familia es quien mayor influencia tiene sobre la población encuestada, seguido de los amigos y en tercer lugar los vecinos, siendo estos tres aspectos en el marco de relaciones humanas.

### Influencia de vecinos en la separación de residuos

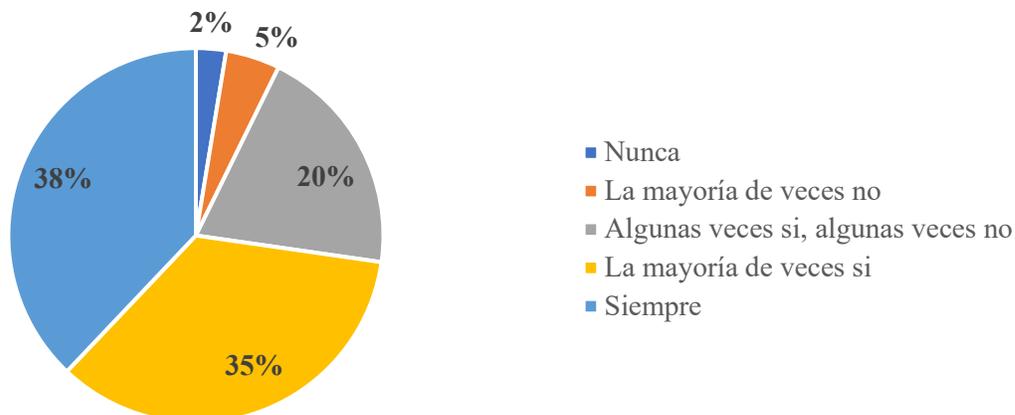


Figura 40 - Influencia de vecinos en la separación de residuos  
Nota. Tamaño de la muestra n = 385

La figura 41 muestra en porcentaje la influencia del gobierno para la separación de los residuos, es decir, que tanto puede influir el gobierno en la separación de residuos. Los resultados son favorables dado que, el 39% más el 39% consideran que sí estarían influenciados. El 18% no está seguro de su respuesta y el 4% representa a los que no.

### Influencia del gobierno en la separación de residuos

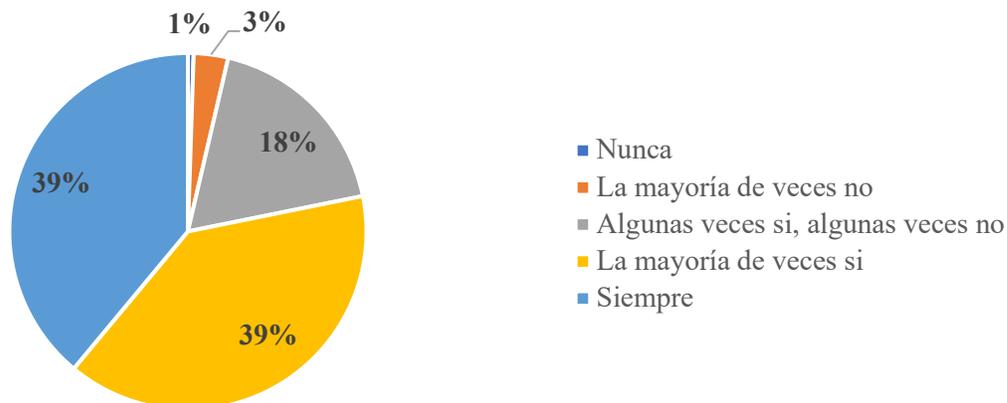


Figura 41 - Influencia del gobierno en la separación de residuos  
Nota. Tamaño de la muestra n = 385

La figura 42 muestra en porcentaje la influencia de organizaciones del medio ambiente para la separación de los residuos, es decir, que tanto pueden influir las organizaciones en la separación de residuos. Los resultados también se muestran favorables dado que, el 46% más el 35% consideran que sí estarían influenciados. El 17% no está seguro de su respuesta y el 2% representa a los que no.

### Influencia de organizaciones del medio ambiente en la separación de residuos

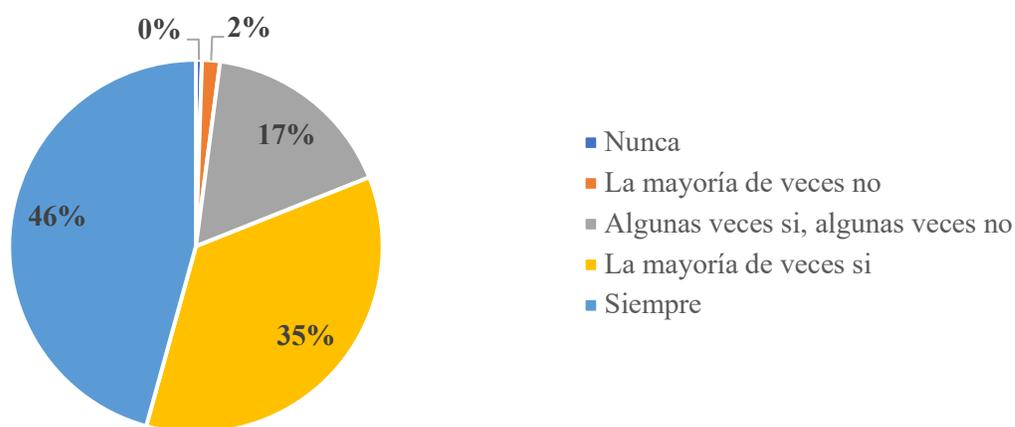


Figura 42 - Influencia de organizaciones del medio ambiente en la separación de residuos  
Nota. Tamaño de la muestra n = 385

Finalmente, la figura 43 muestra en porcentaje la influencia las instituciones educativas (sin especificar nivel) para la separación de los residuos, es decir, que tanto puede influir una institución educativa en la separación de residuos. Los resultados son favorables dado que, el 45% más el 35% consideran que sí estarían influenciados. El 17% no está seguro de su respuesta y el 3% representa a los que no.

### Influencia de instituciones educativas en la separación de residuos

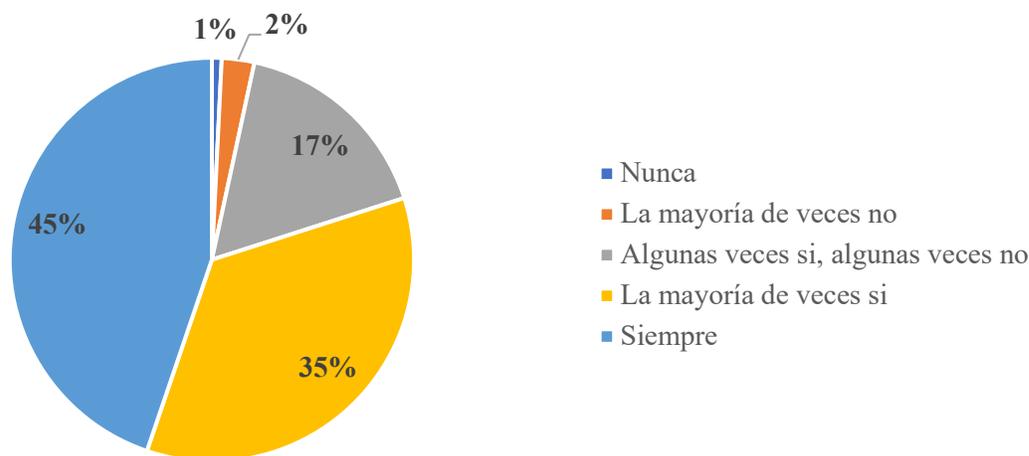


Figura 43 - Influencia de instituciones educativas en la separación de residuos  
Nota. Tamaño de la muestra n = 385

Derivado de los resultados encontrados en elementos de influencia social, en donde los porcentajes de influencia positiva rebasan el 75%, Wan (2014) señala que existen áreas de oportunidad que pueden ser atendidas.

En este capítulo se presentó un estudio de la intensión de reciclar y del comportamiento para reciclar en el municipio de Puebla. Los resultados indican que las acciones implementadas han sido positivas, con un impacto muy bajo, lo que puede explicar que la tasa de reciclaje sea de tan solo el 0.4%. En la solución del modelo se pueden identificar áreas de oportunidad que pueden ser atendidas como la claridad de las campañas, incentivos económicos o el conocimiento de cómo tratar los residuos orgánicos. Finalmente, los resultados indican que sí existe una influencia social significativa para la separación de los residuos. En el siguiente capítulo se realiza una propuesta de estrategias para el sistema de gestión de RSU que podrían ser implementadas en el municipio de Puebla, organizadas y estructuradas en contextos y un horizonte de tiempo.

## CAPÍTULO 5. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RSU

Derivado del análisis de casos de éxito en planes y programas de otras ciudades del mundo, del diagnóstico del sistema de gestión de RSU en el municipio de Puebla y de los resultados obtenidos sobre la intención y comportamiento para reciclar, se presenta la propuesta de estrategias usando de la tipología propuesta por Rubin (1998) para organizaciones del sector público, que se explica en el capítulo 1. Considerando la misión, visión y objetivo general, se identifican las principales problemáticas identificadas en el municipio de Puebla y se clasifican las estrategias.

La tabla 38 muestra de manera general las principales problemáticas que se identificaron en la gestión de RSU en el municipio de Puebla y presenta las estrategias que se han implementado en otras ciudades, dando resultados favorables.

Tabla 38 - Problemas de gestión de RSU en el municipio de Puebla

<b>Principales problemáticas identificadas en la gestión de RSU del municipio de Puebla</b>	<b>Estrategias y programas implementados en otras ciudades del mundo</b>
Tasa de reciclaje baja	Incorporación de sistemas de recolección mixto (Martinho, 2017)
Alto índice de RSU no reciclados	Inclusión del sector informal (Wilson, 2015)
Falta de formalización en la separación de residuos	Implementación de sistema de cobro de tarifa fija y una variable en función de la generación de RSU (Weber, 2017)
Bajo impacto de la infografía de separación de residuos	Implementación de programas educativos que apoyen la implementación de políticas ambientales (“SF Environment Strategic Plan,” 2018)
El relleno sanitario de Chiltepeque está llegando al fin de su vida útil Falta de políticas y acciones hacia una economía circular	Creación del plan “multi-anual” de integración holística: academia, industrias, consultores expertos, ONGs del sector y comunidad (Fostplus, 2017; OVAM, 2016)

Una vez que se tiene identificada la problemática y la estrategia que puede contribuir a la solución, se clasifican sitúandolas en cuatro cuadrantes en función del tiempo y contexto. La figura 44 muestra las seis estrategias.

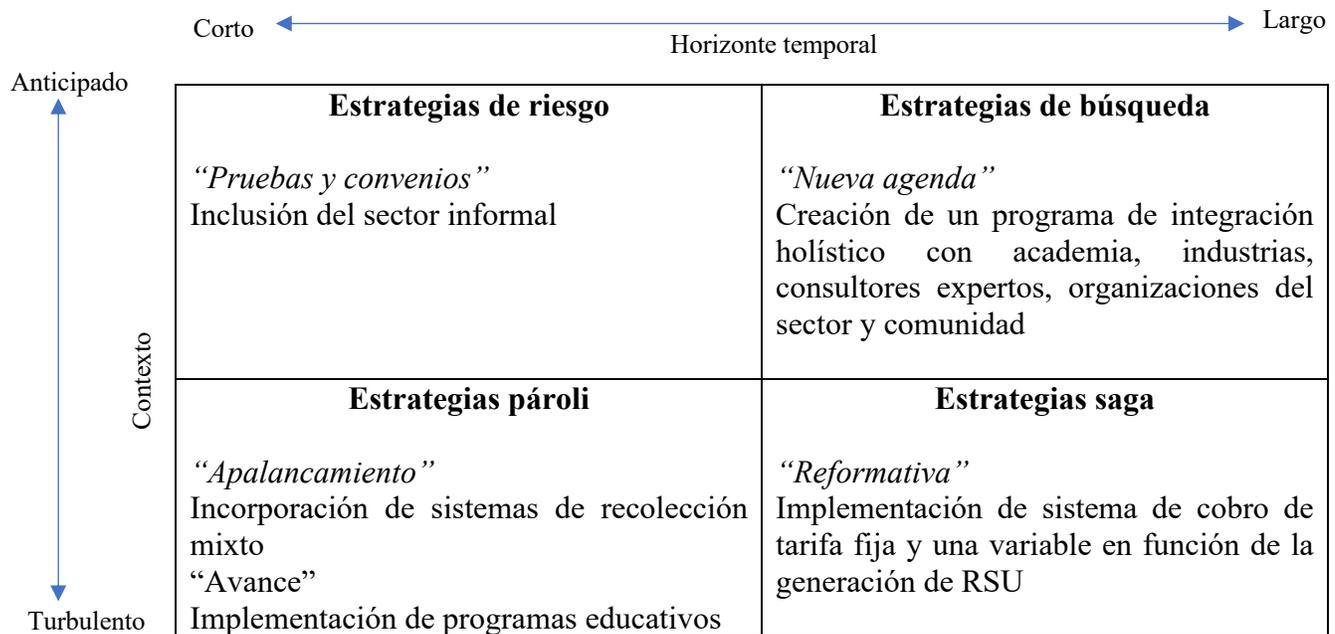


Figura 44 - Clasificación de estrategias para organizaciones del sector público  
 Nota. Recuperado de Rubin (1988)

La primera estrategia del cuadrante ‘estrategias de riesgo’ con la categoría de ‘pruebas y convenios’ es la inclusión del sector informal, que intenta dar solución e incorporar a modo de prueba o experimento en el corto plazo. Le sigue el cuadrante de ‘estrategias de búsqueda’ con la categoría de ‘nueva agenda’, es la creación de un programa de integración holístico con academia, industrias, consultores expertos, organizaciones y comunidad en general, que busca lograr metas y objetivos a largo plazo.

El siguiente cuadrante ‘estrategias saga’ con la categoría ‘reformativa’ es la implementación de sistemas de cobro de tarifa fija y una variable en función de lo que se genere de RSU. Se busca una reforma en reglamentos y políticas públicas. Finalmente, el cuarto cuadrante ‘estrategias pároli’ con la categoría ‘apalancamiento’ es la incorporación de sistemas de recolección mixto,

que favorezca a distintas organizaciones; y la categoría ‘avance’ con la implementación de programas educativos que busca reducir riesgos futuros.

A continuación, de la tabla 39 a la tabla 43 se desglosan las 5 estrategias propuestas, su objetivo general, descripción, beneficios, consideraciones y la ciudad del caso de estudio.

Tabla 39 - Estrategias de riesgo “Pruebas y convenios”

<b>Estrategias de riesgo “Pruebas y convenios”</b>	
<b>Contexto anticipado – Corto plazo</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>
Inclusión del sector informal	Creación de un programa de inclusión formal de los recolectores callejeros en el sistema de recolección y reciclado.
<b>Descripción</b>	La inclusión formal del sistema de recolectores callejeros en donde se comprometen a llevar materiales para su reciclado, cumpliendo metas establecidas. Llevando un registro que permita brindarles seguridad social, material especializado como guantes, máscaras, botas, tarjetas de identificación, capacitación, entre otros. En el largo plazo se pueden implementar apoyos con medios de transporte que faciliten y mejoren en trabajo.
<b>Beneficios</b>	Disminución de residuos que terminan en vertederos Aportación inmediata a pequeñas empresas dedicadas al reciclaje Autoempleo a uno de los sectores más vulnerables de la sociedad Políticas públicas inclusivas Incremento de la cobertura en el sistema de recolección
<b>Consideraciones</b>	En administraciones municipales anteriores existió un programa similar llamado “Al piso no, recolectores voluntarios”. La nueva estrategia busca retomar el programa e incorporarlos con todas las partes involucradas. Juegan un papel clave para iniciativas de “cero residuos” en países en vías de desarrollo.
<b>Caso de estudio</b>	Bogotá, Colombia; Belo Horizonte, Brazil; Pune, India.
<b>Fuentes</b>	Dias (2016); Uddin y Gutberlet (2018)

Tabla 40 - Estrategias de búsqueda “Nueva agenda”

<b>Estrategias de búsqueda “Nueva agenda”</b>	
<b>Contexto anticipado – Largo plazo</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>
<p>Programa de integración holística con academia, industrias, consultores expertos, otras dependencias gubernamentales, organizaciones del sector y comunidad</p>	<p>Creación de una nueva dependencia gubernamental intermunicipal encargada de la gestión de RSU, que sea responsable del desarrollo e implementación de políticas públicas, planes, programas y que integre a todas las partes involucradas.</p>
<b>Descripción</b>	<p>Derivado del crecimiento demográfico, la ciudad de Puebla alberga a varios municipios los cuales tienen diversas políticas y experiencias en planes y programas, que han operado de manera independiente. De manera paralela algunas administraciones gubernamentales del estado han implementado diversos programas aislados. La creación de una nueva dependencia gubernamental busca integrar a los municipios que integran la zona conurbada de la ciudad de Puebla, con dependencias estatales, empresas del reciclaje, organizaciones ambientales, instituciones educativas y diversas partes involucradas.</p> <p>La cooperación e integración genera mejores oportunidades económicas</p> <p>Los municipios adquieren y comparten experiencias</p>
<b>Beneficios</b>	<p>La integración de todas las partes involucradas genera una representación más sana y equilibrada</p> <p>Los niveles de gobierno estatal y municipal trabajan en conjunto con objetivos en común</p>
<b>Consideraciones</b>	<p>¿Cuál es el nivel de satisfacción del servicio que se da actualmente?</p> <p>¿Cuáles son los objetivos estratégicos que se desean alcanzar?</p> <p>¿Qué costos son aceptables?</p> <p>¿Cómo se asegurará la transparencia?</p> <p>¿Cuál será el rol de cada área?</p>
<b>Caso de estudio</b>	<p>Flandes, Bélgica</p>
<b>Fuentes</b>	<p>Jacobsen et al. (2018); Wilson y Velis (2015); Esmacilian et al. (2018); Adapa (2018)</p>

Tabla 41 - Estrategias saga “Reformativa”

<b>Estrategias saga “Reformativa”</b>	
<b>Contexto turbulento – Largo plazo</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>
Implementación de sistema de cobro de tarifa fija y una variable en función de la generación de RSU	<p>Crear un sistema de recolección que beneficie la separación y reciclaje. Quien menos genere que menos pague.</p> <p>Proponer una iniciativa que establezca dentro del marco legal el nuevo sistema de cobro.</p>
<b>Descripción</b>	<p>La recolección es con el sistema puerta a puerta separado por residuos según su generación (orgánicos, envases, vidrio, papel-cartón) y los denominados “rechazo”. Los residuos “rechazo” son aquellos que van directo al relleno sanitario o a un proceso de incineración y sólo pueden ser recolectados si están en una bolsa de color rojo que se vende en diversos puntos de venta. La tarifa fija debe cubrir la recolección de reciclables. El costo de la bolsa de “rechazo” apoya directamente al costo del transporte de recolección.</p>
<b>Beneficios</b>	<p>Incrementa la participación ciudadana en la gestión de RSU</p> <p>Los ciudadanos y autoridades trabajan por objetivos en común</p> <p>Promueve una conciencia ciudadana en patrones de consumo</p>
<b>Consideraciones</b>	<p>El sistema de cobro también define las infracciones y sanciones para las conductas negativas</p> <p>Las bolsas para residuos orgánicos son gratuitas en el ayuntamiento y puntos de distribución y sólo pueden ser usadas para su fin</p>
<b>Caso de estudio</b>	Esporles, Mallorca, España
<b>Fuentes</b>	Weber et al. (2018); Ajuntament D’Esporles (2015); MAPAMA (2012)

Tabla 42 - Estrategias pároli “Apalancamiento”

<b>Estrategias pároli “Apalancamiento”</b>	
<b>Contexto turbulento – Corto plazo</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>
Incorporación de sistemas de recolección mixto y puntos de recolección	Creación de un sistema de recolección que incremente la participación ciudadana y la tasa de reciclaje incorporando a las escuelas y oficinas.
<b>Descripción</b>	La combinación de sistemas de recolección puerta a puerta y el de llevar directo a contenedores ubicados en diversos puntos, implementando la identificación gráfica y por colores según el tipo de material en las bolsas. La incorporación de las escuelas y oficinas radica en que formen parte de las ubicaciones de contenedores de material reciclado, en conjunto con iniciativas como “Basura Cero en mi Escuela, programa escolar de separación y reciclaje” de la Alianza de América del Norte para la Acción Comunitaria Ambiental (NAPECA)
<b>Beneficios</b>	Incremento del nivel de conciencia ambiental desde los primeros años de formación escolar Capacitación especializada y materiales didácticos Involucramiento de toda la comunidad escolar Aplicación práctica del conocimiento
<b>Consideraciones</b>	La incorporación de las escuelas debe incluirse en todos los niveles educativos La implementación de bolsas de colores para residuos implica un costo que debe ser considerado
<b>Caso de estudio</b>	Portugal y México
<b>Fuentes</b>	Martinho et al. (2017); NAPECA (2017)

Tabla 43 - Estrategias pároli “Avance”

<b>Estrategias pároli “Avance”</b>	
<b>Contexto turbulento – Corto plazo</b>	
<b>Estrategia</b>	<b>Objetivo</b>
Implementación de programas educativos de educación ambiental en las escuelas	Creación de un programa curricular para la educación obligatoria (desde preescolar hasta bachillerato) de educación ambiental que incluya el manejo de los RSU.
<b>Descripción</b>	La creación de un programa de educación ambiental que esté incluido en el mapa curricular de la educación obligatoria en el estado de Puebla, aplicable a los 15 grados, que incluya reciclaje, prevención de residuos, transportación, energía, salud, entre otros. Una asignatura más a la currícula académica.
<b>Beneficios</b>	Promoción del desarrollo sustentable y de centros de conocimiento e innovación Establecimiento de nuevos mecanismos de comunicación con las partes involucradas
<b>Consideraciones</b>	Integración de academia, gobierno y ciudadanía Promueve investigación en distintos contextos sociales Promueve la relación entre todas las partes involucradas
<b>Caso de estudio</b>	San Francisco, EEUU
<b>Fuentes</b>	“SF Environment Strategic Plan” (2018); (Yáñez, et al., 2018)

Es importante detallar que cada estrategia requiere de planes detallados, objetivos específicos, metas, indicadores, líneas de acción, costos y tiempos asignados. Las estrategias para el sector público deben incluir a todas las partes involucradas, en contexto interno y externo.

Arellano (2012) señala que la implantación de las estrategias no radica en implantar una acción, sino la implantación de los elementos mínimos para la acción. Orsato (2006) sugiere que, en materia ambiental, todas las partes involucradas tienen que estar en una dinámica ‘ganar-ganar’ para que la estrategia funcione. Por ejemplo, la inclusión del sistema informal podría contribuir a pagar menos en un esquema de que el que menos residuos genere menos pague, al mismo tiempo se estaría beneficiando el recolector callejero. La implementación de programas

educativos como asignaturas fijas que estén enfocadas a los RSU, podrían contribuir a largo plazo en el cumplimiento de las obligaciones de todas las familias.

En este capítulo se presentó una propuesta de cinco estrategias que podrían tener un impacto positivo y significativo en la gestión de RSU del municipio de Puebla. Son estrategias que se han implementado en otras ciudades y su resultado ha sido exitoso. En cada estrategia se planteó un objetivo, una descripción, beneficios, consideraciones y el caso de estudio en donde se ha implementado. La toma de decisiones y llevarlas a cabo está fuera del alcance de la investigación, pero existe el fuerte compromiso de difundirlas a las autoridades encargadas. En la siguiente sección se presentan las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación, resaltando la contribución realizada.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Visión general

El presente trabajo de investigación se ha centrado en varias áreas relacionadas con la gestión de residuos sólidos urbanos desde un enfoque de planeación estratégica. Primero se abordan los aspectos teóricos relacionados con los residuos, su clasificación, composición, tratamiento, tipos y la gestión de los RSU (capítulo 1). Después se realiza un análisis de las principales estrategias que se han implementado en diversas ciudades y países del mundo, a partir de las principales problemáticas que existen (capítulo 2). Más adelante, se analiza el caso del municipio de Puebla en la gestión de RSU, desde una perspectiva internacional hasta el contexto local del municipio, tomando en cuenta factores sociales, políticos y económicos (capítulo 3). En este punto, se hace una investigación mediante técnicas estadísticas para conocer los factores que más influyen en la participación ciudadana y el compromiso con el medio ambiente en el municipio de Puebla (capítulo 4), lo que permite hacer una integración de una serie de elementos clave que se requieren para el desarrollo de estrategias en la gestión de RSU en el municipio de Puebla (capítulo 5).

La investigación se centra en los principales problemas identificados a los que se enfrenta la gestión de los RSU: la falta de participación ciudadana, sistemas inadecuados de recolección, de infraestructura, de programas educativos en materia ambiental y de RSU, de financiamiento, de políticas públicas, de separación de residuos y de integración entre las partes involucradas. La revisión literaria del estado del arte, el análisis de casos en el mundo, diagnóstico del municipio, estudio del comportamiento del municipio y la propuesta de estrategias, llevan concordancia a partir de las problemáticas en la gestión de RSU, a fin de cumplir con el objetivo de la investigación.

## **Discusión de la investigación**

En la solución del modelo de ecuaciones estructurales por el método de mínimos cuadrados parciales se encuentra que sólo el 25% de la intención de reciclar se puede explicar. Esta intención de reciclar sólo explica un 13% el comportamiento para reciclar. Además, el modelo resulta de gran utilidad para indicar qué variables son más importantes.

Otro elemento clave en la propuesta de estrategias es conocer la influencia social que se puede tener en la separación de residuos. Familia, amigos, vecinos, gobierno, organizaciones y escuelas son los que más pueden influir en un individuo. Con esto, las estrategias propuestas incluyen estos elementos de influencia social, buscando áreas de oportunidad que pueden ser atendidas (Wan, et al., 2014b).

Como parte del diagnóstico del municipio de Puebla, se encuentran problemáticas que afectan indirectamente a la gestión de RSU. Aspectos como pobreza, inseguridad y carencias sociales son un obstáculo que puede afectar el medio ambiente (Jahan, 2003). La ausencia o poca educación ambiental también es un obstáculo para que todas las partes involucradas logren participar (Hoveskog, 2018). La falta de conocimiento en los programas ambientales que dan soporte a las políticas y legislaciones son una barrera para la participación de la ciudadanía (Ma, 2016). Adicionalmente, mientras no se implementen estrategias para la gestión de RSU no disminuirá la generación de residuos ni se incrementará la tasa de reciclaje (Stoeva, 2017).

## **Conclusión principal**

En esta investigación, a partir de encontrar las estrategias y programas implementados en otras ciudades del mundo y conocer las principales problemáticas identificadas en la gestión de RSU en el municipio de Puebla, la parte medular se centra en poder clasificar las estrategias en un tiempo y contexto. La tipología de estrategias propuesta por Rubin (1988) es oportuna porque

se basa a partir del contexto externo. Considerando que, una de las principales limitantes es que el autor no forma parte del sector público y no tiene acceso a realizar un diagnóstico interno.

La propuesta de estrategias para la gestión de RSU en el municipio de Puebla a partir de estrategias exitosas en el mundo, consistió en el análisis del municipio de diversos aspectos que permitieran poder hacer un “*traje a la medida*” que puede y tiene potencial de funcionar en un escenario actual. Las estrategias no son nuevas, la adecuación e implementación pueden aportar experiencias y resultados nuevos que cumplan con los objetivos. Enfocarse en el cumplimiento de metas ambientales y de equidad son aspectos necesarios para el desarrollo de las estrategias (Sinclair, 2017).

Las estrategias propuestas en el corto plazo se centran en la implementación de programas educativos y la incorporación de sistemas de recolección mixto. Los programas educativos pueden iniciar una ruta hacia un desarrollo sustentable (Fagnani, et al., 2017), involucran al núcleo familiar, amigos y a la comunidad en general. Favorece los canales de comunicación entre las partes involucradas. De forma paralela, la incorporación de sistemas de recolección mixto puede favorecer a un cambio de hábitos de consumo y del tratamiento de los residuos, promoviendo la separación en función del tipo de material que se puede reciclar. Dentro del sistema de recolección mixto se propone como estrategia aparte la inclusión del sector informal, el cual está bajo condiciones de rezago y carencia económica y social, que surge a partir de una necesidad para subsistir. Esta estrategia más allá de la inclusión busca generar beneficios mutuos, aunque no sean visibles de inmediato. En el largo plazo la inclusión del sector informal puede llegar a ser un apoyo financiero para el sistema formal, cuando se forman cooperativas que traten directamente con otros sectores (Masood, 2013).

Las estrategias que se proponen a largo plazo se plantean como una consecuencia de las de corto plazo, la creación de un programa de integración holístico plantea un cambio estructural desde el gobierno para la gestión de RSU, pasando de ser municipal a intermunicipal. Considerando las características de urbanización de la ciudad de Puebla, que colinda y se integra con los municipios de San Andrés y San Pedro Cholula, Coronango, Cuautlancingo, Momoxpan, Santa

Clara Ocoyucan, Amozoc, San Lorenzo Almecatla, principalmente, se requieren acciones que integren a toda la urbanización.

Desde el punto de vista estratégico, una dependencia intermunicipal para la gestión de RSU tendrá una visión, misión y objetivos, así varios municipios podrían contribuir al cumplimiento de éstos. Los casos exitosos de otros países muestran que los planes y programas en materia ambiental no cambian en cada cambio de administración gubernamental, sino que llevan un ciclo independiente.

Finalmente, la estrategia de implementación de sistema de cobro de tarifa fija y variable corresponde a la iniciativa de “*quien contamine, que pague*”. Esta iniciativa puede favorecer la conciencia y participación ciudadana hacia el cuidado del medio ambiente, aunque depende de otros factores como la aplicación de multas por incumplimiento, faltas, etc. Al ser una estrategia de largo plazo, puede reestructurarse e incorporar otras estrategias, como la aplicación de incentivos.

Todas las estrategias propuestas tienen una base que las sustenta, desde el diagnóstico del sistema actual de gestión de RSU hasta el estudio en el comportamiento y perfil demográfico. El éxito en la implementación y en los resultados es ajeno a la presente investigación.

### **Contribución de la investigación**

La contribución teórica de la investigación se presenta con el análisis de casos de éxito de diversas ciudades del mundo que fueron el soporte para la propuesta de estrategias para el municipio de Puebla, como una solución que puede ser viable ante las problemáticas identificadas. Las principales contribuciones incluyen la identificación de los aspectos clave que se están resolviendo en un contexto mundial, siguiendo el esquema de economía circular de las 9Rs, los programas analizados se centran en reducción, reciclaje y recuperación. Destacan países

como Alemania y Bélgica, cuyos sistemas de gestión incluyen rechazo, reducción, reúso y re-manufactura.

Las acciones que se han implementado en las ciudades analizadas atacan diversas problemáticas, siendo las principales la implementación de políticas públicas en materia de RSU, la separación y la integración de gobierno, ciudadanos y empresas. No obstante, ciudades como Malmö, Suecia y San Francisco, EE. UU., contemplan acciones para resolver las 8 problemáticas principales que se identificaron en la presente investigación.

Como señala Sallwey, et al., (2017), es factible que países en vías de desarrollo pueden aprender de los sistemas de gestión de RSU de países desarrollados, buscando que se ajusten al contexto local.

La naturaleza del problema se centra en la participación de la ciudadanía para la reducción de RSU e incrementar la tasa de reciclaje, por lo que se requieren de métodos que expliquen su comportamiento con el medio ambiente. El estudio en el comportamiento basado en la intención puede predecir una conducta determinada, tomando en cuenta la actitud, la aprobación del entorno y la percepción. La teoría del comportamiento planificado aplicando el modelo de ecuaciones estructurales, permitió conocer aquellos elementos que en la actualidad tienen o pueden tener una mayor influencia en la ciudadanía. En este sentido lo que más puede contribuir al reciclaje son la facilidad para vender materiales y los apoyos gubernamentales para la implementación de leyes para la separación de residuos. En contra parte, lo que menos puede contribuir es la falta de apoyos económicos por parte del gobierno, la falta de claridad en las campañas con relación a la separación de residuos y que existe poca disposición para reciclar residuos orgánicos. Particularmente, el 50% de los residuos que se generan en el municipio de Puebla son orgánicos, dato que tiene una relación directa con la falta de estrategias en la implementación de programas educativos en materia ambiental.

La pertinencia de la metodología empleada radica en conocer qué factores pueden influir en la participación ciudadana y el compromiso con el medio ambiente en el municipio de Puebla.

Estos factores son los que deben ser tomados en cuenta en la implementación de las estrategias que contribuyan a la gestión de RSU.

El perfil demográfico aportó elementos clave para la elaboración de las estrategias, resaltando que el 70% de la muestra tiene ingresos mensuales menores a los 6799 pesos, la implementación de un sistema de cobro de tarifa fija y variable en función de la generación de residuos puede contribuir a la búsqueda de un ahorro. De igual forma, siendo que sólo el 19% de la muestra tiene estudios de licenciatura y un 3% de posgrado, sitúa al resto de la muestra encuestada en algún nivel de la educación obligatoria, de ahí la pertinencia de la estrategia de la implementación de programas educativos.

El modelo muestra que las hipótesis fueron validadas, pero los porcentajes que pueden explicar el comportamiento hacia el reciclaje y la intención a reciclar con un 25% y 13% respectivamente son bajos, lo que puede explicar que las estrategias empleadas hasta el presente no han tenido un impacto significativo, esto se puede ver en los bajos índices de reciclaje.

La creación de un programa de integración holística también tiene un sustento en el perfil demográfico, en donde en el ámbito ocupacional se encuentra distribuido entre empresas, gobierno, autoempleo y otros. La estrategia plantea un sistema inclusivo para todos los sectores

### **Recomendaciones para futuras investigaciones**

A partir de la presente investigación se encontraron áreas que implican a todas las partes involucradas en un sistema de gestión de RSU, ciudadanos, empresas privadas, instituciones educativas, organizaciones ambientales, recolectores informales y otras dependencias gubernamentales. Considerando que el alcance de la investigación se centra en el municipio de Puebla, no se encontró evidencia significativa de otras investigaciones recientes que pudieran complementar o dar sustento al sistema de gestión de RSU.

Futuras investigaciones para sistemas de gestión de RSU deberían incluir el impacto ambiental que se genera en el municipio de Puebla, eficiencia en la recolección y disposición final de los RSU, potencial de la conversión de residuos en energía, reducción de costos a partir de la separación de RSU, tecnologías que pueden generar un impacto positivo al medio ambiente, evaluación del impacto de las estrategias implementadas, viabilidad económica para las empresas del reciclaje, aprovechamiento de los recursos en el municipio y la implementación de un programa académico del medio ambiente para la zona de la ciudad de Puebla.

Como consecuencia secundaria de la presente investigación se espera despertar el interés y conciencia de diversos agentes que contribuyan a hacer de Puebla, una ciudad inteligente, resiliente y ocupada en el mejoramiento del medio ambiente.

## REFERENCIAS

- Adapa, S. (2018). Indian smart cities and cleaner production initiatives – Integrated framework and recommendations. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3351–3366. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.250>
- Ajuntament D'Esporles. (2015). Esporles gestión de residuos guía ciudadana.
- Ajzen. (1991). Theory of planned behavior Theory of planned behavior. *Social Psychology volume I: Social Cognition and Social Perception*, 211, 1–8. <https://doi.org/10.1037/t15668-000>
- Álamo Vera, F., & García Soto, M. (2007). El proceso estratégico en el sector público: análisis en el contexto de las universidades españolas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 13(2), 113–129.
- Aleluia, J., & Ferrão, P. (2017). Assessing the costs of municipal solid waste treatment technologies in developing Asian countries. *Waste Management*, 69, 592–608. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.047>
- Alhaji, S. L., Gogra, B., Yao, J., Tamba, V., Kabba, S., Sandy, E. H., ... Samuel Bandagba, T. (2010). *A Situational Analysis of Waste Management in Freetown, Sierra Leone*. *Journal of American Science* (Vol. 6). Retrieved from <http://www.americanscience.orgeditor@americanscience.org>
- Allen, C. (2012). *Taiwan: CommuniTy aCTion Leads GovernmenT Toward Zero wasTe | 1 Taiwan Community action Leads Government Toward Zero waste*. Retrieved from <http://www.no-burn.org/wp-content/uploads/ZW-Taiwan.pdf>
- Anderson, T. (2014). Malmo: A city in transition. *Cities*, 39, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.01.005>
- Arbulú, I., Lozano, J., & Rey-Maqueira, J. (2016). The challenges of municipal solid waste management systems provided by public-private partnerships in mature tourist destinations: The case of Mallorca. *Waste Management*, 51, 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.007>
- Arellano, D. (2012). *Gestión estratégica para el sector público*. Fondo de Cultura Económica.
- Asase, M., Yanful, E. K., Mensah, M., Stanford, J., & Amponsah, S. (2009). Comparison of

- municipal solid waste management systems in Canada and Ghana: A case study of the cities of London, Ontario, and Kumasi, Ghana. *Waste Management*, 29(10), 2779–2786. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.019>
- Astrup, T. F., Tonini, D., Turconi, R., & Boldrin, A. (2015). Life cycle assessment of thermal Waste-to-Energy technologies: Review and recommendations. *Waste Management*, 37, 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.011>
- Avfall Sverige. (2017). *Swedish Waste Management*. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2013.07.003>
- bancomundial.org. (2017). Población, total | Data. Retrieved January 8, 2019, from <https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.pop.totl>
- Bartolacci, F., Paolini, A., Quaranta, A. G., & Soverchia, M. (2018). Assessing factors that influence waste management financial sustainability. *Waste Management*, 79, 571–579. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.050>
- Bees, A. D., & Williams, I. D. (2017). Explaining the differences in household food waste collection and treatment provisions between local authorities in England and Wales. *Waste Management*, 70, 222–235. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.004>
- Benítez, S. O., Lozano-Olvera, G., Morelos, R. A., & Vega, C. A. de. (2008). Mathematical modeling to predict residential solid waste generation. *Waste Management*, 28(SUPPL. 1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.03.020>
- Bertanza, G., Ziliani, E., & Menoni, L. (2018). Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. *Waste Management*. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.009>
- BIR. (2018). - BIR - Bureau of International Recycling. Retrieved November 18, 2018, from <http://www.bir.org/industry-es-es/textiles-es-es/>
- Boskovic, G., Jovicic, N., Jovanovic, S., & Simovic, V. (2016). Calculating the costs of waste collection: A methodological proposal. *Waste Management and Research*, 34(8), 775–783. <https://doi.org/10.1177/0734242X16654980>
- Brown, H. L., Bos, D. G., Walsh, C. J., Fletcher, T. D., & RossRakesh, S. (2016). More than money: how multiple factors influence householder participation in at-source stormwater management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(1), 79–97.

- <https://doi.org/10.1080/09640568.2014.984017>
- Byrne, B. M. (2013). *Structural Equation Modeling With AMOS*.  
<https://doi.org/10.4324/9781410600219>
- Cai, X., Hipel, K. W., Liu, Y., Ma, J., & Hanson, M. L. (2017). An analysis of influencing factors on municipal solid waste source-separated collection behavior in Guilin, China by Using the Theory of Planned Behavior. *Sustainable Cities and Society*, 37(September 2017), 336–343. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.037>
- Carranza, F., & Tresierra, Á. (2012). *Relación entre los niveles de pobreza y los tipos de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Coishco*.
- CEIGEP. (2017). Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Puebla. Retrieved February 19, 2019, from  
[http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion\\_basica\\_municipio.php](http://ceigep.puebla.gob.mx/informacion_basica_municipio.php)
- Certomà, C., Corsini, F., & Rizzi, F. (2015). Crowdsourcing urban sustainability. Data, people and technologies in participatory governance. *Futures*, 74, 93–106.  
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.006>
- Chamizo-Gonzalez, J., Cano-Montero, E. I., & Muñoz-Colomina, C. I. (2016). Municipal Solid Waste Management services and its funding in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.12.006>
- Chamizo-González, J., Cano-Montero, E. I., & Muñoz-Colomina, C. I. (2018). Does funding of waste services follow the polluter pays principle? The case of Spain. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1054–1063. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.225>
- Cheyne, I., & Purdue, M. (1995). Fitting definition to purpose: The search for a satisfactory definition of waste. *Journal of Environmental Law*, 7(2), 149–168.  
<https://doi.org/10.1093/jel/7.2.149>
- Chung, S. S. (2010). Projecting municipal solid waste: The case of Hong Kong SAR. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 759–768.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.11.012>
- Coban, A., Ertis, I. F., & Cavdaroglu, N. A. (2018). Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 180, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.130>

- Comisión Europe, & a. (2013). Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta. Retrieved from <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/es.pdf>
- CONEVAL. (2015). Estadísticas de pobreza en Puebla. Retrieved February 27, 2019, from <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Puebla/Paginas/principal.aspx>
- Contreras-Sierra, R. E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica The concept of strategy as a basis for strategic planning. *Pensamiento y Gestión*, 35, 152–181.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The Robustness of Test Statistics to Nonnormality and Specification Error in Confirmatory Factor Analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16–29. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>
- da Silva, C. L. (2018). Proposal of a dynamic model to evaluate public policies for the circular economy: Scenarios applied to the municipality of Curitiba. *Waste Management*, 78, 456–466. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.007>
- DANE. (2017). CUENTA SATÉLITE AMBIENTAL COLOMBIA CUENTA AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE FLUJO DE MATERIALES. Retrieved from [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas\\_ambientales/cuentas-residuos/Presentacion-Cuenta-Residuos-2015p.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Presentacion-Cuenta-Residuos-2015p.pdf)
- Dias, S. M. (2016). Waste pickers and cities. *Environment and Urbanization*, 28(2), 375–390. <https://doi.org/10.1177/0956247816657302>
- Díaz-Villavicencio, G., Didonet, S. R., & Dodd, A. (2017). Influencing factors of eco-efficient urban waste management: Evidence from Spanish municipalities. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1486–1496. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.064>
- DIF. (2012). ENCUESTA ESTATAL SOBRE DINÁMICA DE LAS FAMILIAS EN PUEBLA (ESDIFAM---PUEBLA) INFORME FINAL.
- Dlouhá, J., Glavič, P., & Barton, A. (2017). Higher education in Central European countries – Critical factors for sustainability transition. *Journal of Cleaner Production*, 151, 670–684. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.022>
- Dutch Waste Management Association. (2018). Dutch Waste Management Association. Retrieved July 26, 2018, from <https://www.wastematters.eu/>
- Duygan, M., Stauffacher, M., & Meylan, G. (2017). Discourse coalitions in Swiss waste

- management: Gridlock or winds of change? *Waste Management*, 72, 25–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.006>
- Ecoembes. (2018). Ecoembes. Retrieved November 15, 2018, from  
<https://www.ecoembes.com/es>
- Ecovidrio. (2018). La cadena de reciclaje del vidrio, un ejemplo de sostenibilidad. Retrieved November 18, 2018, from <https://hablandoenvidrio.com/la-cadena-de-reciclado-de-vidrio-un-ejemplo-de-sostenibilidad/>
- Elsaid, S., & Aghezzaf, E.-H. (2015). A framework for sustainable waste management: challenges and opportunities. *Management Research Review*, 38(10), 1086–1097.  
<https://doi.org/10.1108/MRR-11-2014-0264>
- Esmaelilian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C., & Behdad, S. (2018). The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Management*, 81, 177–195. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>
- Estrada, M. V.; Madrid-Malo, E.; Gil, L. M. (2000). *La participación está en juego. Programa Nacional de Autoevaluación, Fortalecimiento y Estándares de Instituciones de Protección la niñez.*
- European Parliament and Council. (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives. *Official Journal of the European Union*, 3–30. <https://doi.org/2008/98/EC.;> 32008L0098
- Eurostat. (2019). 487 kg of municipal waste generated per person - Product - Eurostat. Retrieved February 26, 2019, from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190123-1>
- Evered, R. (1983). So what is strategy? *Long Range Planning*, 16(3), 57–72.  
[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(83\)90032-8](https://doi.org/10.1016/0024-6301(83)90032-8)
- Expósito, A., & Velasco, F. (2018). Municipal solid-waste recycling market and the European 2020 Horizon Strategy: A regional efficiency analysis in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 172, 938–948. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.221>
- Fagnani, E., & Guimarães, J. R. (2017). Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *Journal of Cleaner Production*, 147, 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.080>

- Fami, H. S., Aramyan, L. H., Sijtsma, S. J., & Alambaigi, A. (2019). Determinants of household food waste behavior in Tehran city: A structural model. *Resources, Conservation and Recycling, 143*(January), 154–166.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.033>
- Fostplus. (2017). *Annual report 20 17*.
- Fredén, J. (2018). The Swedish recycling revolution. Retrieved July 26, 2018, from <https://sweden.se/nature/the-swedish-recycling-revolution/>
- García-Álvarez, M. T., & Moreno, B. (2018). Environmental performance assessment in the EU: A challenge for the sustainability. *Journal of Cleaner Production, 205*, 266–280.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.284>
- Garnett, K., Cooper, T., Longhurst, P., Jude, S., & Tyrrel, S. (2017). A conceptual framework for negotiating public involvement in municipal waste management decision-making in the UK. *Waste Management, 66*, 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.022>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production, 143*, 757–768. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>
- Get Inspired to Save Energy | Energy Upgrade California®. (2018). Retrieved October 9, 2018, from <https://www.energyupgradeca.org/>
- Gharfalkar, M., Court, R., Campbell, C., Ali, Z., & Hillier, G. (2015). Analysis of waste hierarchy in the European waste directive 2008/98/EC. *Waste Management, 39*, 305–313.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.007>
- Gilli, M., Nicolli, F., & Farinelli, P. (2018). Behavioural attitudes towards waste prevention and recycling. *Ecological Economics, 154*(September 2017), 294–305.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.08.009>
- Gobierno del Estado de Puebla. (2017). Auditoría Superior del Estado de Puebla. Retrieved February 20, 2019, from <https://www.auditoriapuebla.gob.mx/sujetos-de-revision/informes/informes-individuales/itemlist/category/321-puebla>
- Gobierno del Estado de Puebla. (2019). Servicio de atención ciudadana en educación ambiental. Retrieved October 2, 2019, from [https://tramitapue.puebla.gob.mx/web/fichaAsunto.do?opcion=0&asas\\_ide\\_asu=2405&r](https://tramitapue.puebla.gob.mx/web/fichaAsunto.do?opcion=0&asas_ide_asu=2405&r)

- uta=/web/asuntosMasUsuales.do?opcion=0!periodo=0
- Gobierno Municipal H Ayuntamiento del Municipio de Puebla. (2019). Periódico Oficial del Estado de Puebla.
- Government of Singapore. (2016). Solid Waste Management - Total Domestic Waste Disposed Per Capita-Data.gov.sg. Retrieved February 26, 2019, from [https://data.gov.sg/dataset/solid-waste-management-total-domestic-waste-disposed-per-capita?view\\_id=e7298947-e719-49a4-96a5-81d6c4a64154&resource\\_id=21727d9f-dc4f-4992-a354-4375a3a766c4](https://data.gov.sg/dataset/solid-waste-management-total-domestic-waste-disposed-per-capita?view_id=e7298947-e719-49a4-96a5-81d6c4a64154&resource_id=21727d9f-dc4f-4992-a354-4375a3a766c4)
- Government of Singapore. (2018). National Environment Agency - Waste Management. Retrieved April 3, 2018, from <http://www.nea.gov.sg/energy-waste/waste-management>
- Graham-Rowe, E., Jessop, D. C., & Sparks, P. (2019). Self-affirmation theory and pro-environmental behaviour: Promoting a reduction in household food waste. *Journal of Environmental Psychology*, 62(June 2018), 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.02.003>
- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
- Guibrunet, L., Sanzana Calvet, M., & Castán Broto, V. (2017). Flows, system boundaries and the politics of urban metabolism: Waste management in Mexico City and Santiago de Chile. *Geoforum*, 85, 353–367. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.10.011>
- Guillermo-Peón, S. B., & Balderas, I. R. (2018). Población y desarrollo sostenible.
- Gundupalli, S. P., Hait, S., & Thakur, A. (2017). A review on automated sorting of source-separated municipal solid waste for recycling. *Waste Management*, 60, 56–74. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.015>
- Gutberlet, J. (2013). Briefing: Social facets of solid waste: insights from the global south. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 166(3), 110–113. <https://doi.org/10.1680/warm.13.00011>
- Hague, E. X. T., Plesmanweg, E., The, J. G., Po, H., & Hague, E. X. T. (2014). Speaker of the House of Representatives Binnenhof 4 2513 AA THE HAGUE, (2013), 1–4.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of*

- Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- Hair, J., Hult, T., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2017). 3b.HairBook2017PLS2ndEd. (1).pdf. <https://doi.org/10.1007/s10995-012-1023-x> [doi]
- Halkos, G., & Petrou, K. N. (2018). Assessment of national waste generation in EU Member States' efficiency. *Munich Personal RePEc Archive Paper*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.145>
- Harring, N., Jagers, S. C., & Nilsson, F. (2019). Recycling as a large-scale collective action dilemma: A cross-country study on trust and reported recycling behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 140(April 2018), 85–90. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.008>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación*. <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9
- Home | Lund University. (n.d.). Retrieved October 15, 2018, from <https://www.lunduniversity.lu.se/>
- Hoornweg, D., & Bhada, P. (2012). What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. *Urban Development Series Knowledge Papers*, 281(19), 44 p. <https://doi.org/10.1111/febs.13058>
- Hornik, J., Cherian, J., Madansky, M., & Narayana, C. (1995). Determinants of recycling behavior: A synthesis of research results. *Journal of Socio-Economics*, 24(1), 105–127. [https://doi.org/10.1016/1053-5357\(95\)90032-2](https://doi.org/10.1016/1053-5357(95)90032-2)
- Household Participation in Waste Management. (2013). Ekoports welcome the inhabitants of Szczecin.
- Hoveskog, M., Halila, F., Mattsson, M., Upward, A., & Karlsson, N. (2018). Education for Sustainable Development: Business modelling for flourishing. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4383–4396. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.112>

- Ibáñez-Forés, V., Bovea, M. D., Coutinho-Nóbrega, C., de Medeiros-García, H. R., & Barreto-Lins, R. (2018). Temporal evolution of the environmental performance of implementing selective collection in municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. *Waste Management*, *72*, 65–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.027>
- Ibáñez-Forés, V., Coutinho-Nóbrega, C., Bovea, M. D., de Mello-Silva, C., & Lessa-Feitosa-Virgolino, J. (2018). Influence of implementing selective collection on municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. *Resources, Conservation and Recycling*, *134*(March), 100–111.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.027>
- IMPLAN. (2010). Plan De Gestión Ambiental Para El Municipio De Puebla.
- INEGI. (2015). Viviendas. Puebla. Retrieved March 2, 2020, from  
<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/poblacion/vivienda.aspx?tema=me&e=21>
- INEGI. (2016). *Estructura económica de Puebla en síntesis*. Retrieved from  
[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- INEGI. (2018). *COMUNICADO DE PRENSA NÚM. 668/18 20 DE DICIEMBRE DE 2018 PÁGINA 1/2 COMUNICACIÓN SOCIAL SEXTA EDICIÓN DE LA ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO Y SEGURIDAD SOCIAL (ENESS)*.
- INEGI. (2019). Mapa Digital de México V6.3.0. Retrieved April 29, 2019, from  
<http://gaia.inegi.org.mx/>
- INEGI. (2020). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*.
- J. Padilla, A., & Trujillo, J. C. (2018). Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. *Waste Management*, *74*, 16–33. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.052>
- Jacobsen, R., Willeghems, G., Gellynck, X., & Buysse, J. (2018). Increasing the quantity of separated post-consumer plastics for reducing combustible household waste: The case of rigid plastics in Flanders. *Waste Management*, *78*, 708–716.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.06.025>
- Jahan, S., & Umana, A. (2003). THE MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS Editor-in-

- Chief. *Development Policy Journal*, 3(2), 53–70.
- Jara-Samaniego, J., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., Pérez-Espinosa, A., Paredes, C., López, M., ... Moral, R. (2017). Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the obtained composts for seedling production. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1349–1358. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.178>
- Jaunich, M. K., Levis, J. W., DeCarolus, J. F., Gaston, E. V., Barlaz, M. A., Bartelt-Hunt, S. L., ... Jaikumar, R. (2016). Characterization of municipal solid waste collection operations. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.07.012>
- Johansson, N., & Corvellec, H. (2018). Waste policies gone soft: An analysis of European and Swedish waste prevention plans. *Waste Management*, 77, 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.015>
- Khan, F., Ahmed, W., & Najmi, A. (2019). Understanding consumers' behavior intentions towards dealing with the plastic waste: Perspective of a developing country. *Resources, Conservation and Recycling*, 142(September 2018), 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.020>
- Kilkış, Ş. (2017). Benchmarking South East European Cities with the Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems Index. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 6(1), 162–209. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d5.0179>
- Kirkman, R., & Voulvoulis, N. (2017). The role of public communication in decision making for waste management infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 203, 640–647. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.002>
- Kilkış, Ş., & Kilkış, B. (2017). Integrated circular economy and education model to address aspects of an energy-water-food nexus in a dairy facility and local contexts. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1084–1098. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.178>
- Klaus-rainer, B., Gonzalez, T., Szanto, M., & Seifert, H. (2012). Risk Habitat Megacity. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-11544-8>
- Klundert, A. van de, & Anschutz, J. (2001). *Integrated Sustainable Waste Management*.

*Waste*. <https://doi.org/90-76639-02-7>

- Kumar, A. (2019). Exploring young adults' e-waste recycling behaviour using an extended theory of planned behaviour model: A cross-cultural study. *Resources, Conservation and Recycling*, *141*(June 2018), 378–389. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.013>
- Lagoarde-Segot, T. (2018). Sustainable finance. A critical realist perspective. *Research in International Business and Finance*, (September 2017), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2018.04.010>
- Lam, P. T. I., & Law, A. O. K. (2018). Financing for renewable energy projects: A decision guide by developmental stages with case studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *90*(April 2017), 937–944. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.083>
- Lara, A. (2014). Introduccion a Las, 72.
- Lee, S., & Paik, H. S. (2011). Korean household waste management and recycling behavior. *Building and Environment*, *46*, 1159–1166. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.005>
- LGPGIR. (2015). Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. *Diario Oficial de La Federación*, *52*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Li, D., Xu, X., Chen, C. fei, & Menassa, C. (2019). Understanding energy-saving behaviors in the American workplace: A unified theory of motivation, opportunity, and ability. *Energy Research and Social Science*, *51*(June 2018), 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.020>
- Li, F., Liu, X., Zhang, X., Zhao, D., Liu, H., Zhou, C., & Wang, R. (2017). Urban ecological infrastructure: an integrated network for ecosystem services and sustainable urban systems. *Journal of Cleaner Production*, *163*, S12–S18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.079>
- Liu, A., Ren, F., Lin, W. Y., & Wang, J. Y. (2015). A review of municipal solid waste environmental standards with a focus on incinerator residues. *International Journal of Sustainable Built Environment*, *4*(2), 165–188. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2015.11.002>
- Liu, Yi, Kong, F., & Santibanez Gonzalez, E. D. R. (2018). Dumping, waste management and ecological security: Evidence from England. *Journal of Cleaner Production*, *167*, 1425–

1437. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.097>
- Liu, Yong, Sun, C., Xia, B., Cui, C., & Coffey, V. (2018). Impact of community engagement on public acceptance towards waste-to-energy incineration projects: Empirical evidence from China. *Waste Management*, *76*, 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.028>
- Lupo, T., & Cusumano, M. (2018). Towards more equity concerning quality of Urban Waste Management services in the context of cities. *Journal of Cleaner Production*, *171*, 1324–1341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.194>
- Ma, J., & Hipel, K. W. (2016). Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe – A systematic literature review. *Waste Management*, *56*, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.041>
- Macke, J., Casagrande, R. M., Sarate, J. A. R., & Silva, K. A. (2018). Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*, *182*, 717–726. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.078>
- Madero, V., & Morris, N. (2016). Public participation mechanisms and sustainable policy-making: a case study analysis of Mexico City's Plan Verde. *Journal of Environmental Planning and Management*, *59*(10), 1728–1750. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1085841>
- Malcón Cervera, C.; de la Vega Meneses, J. G.; Pinto López, I. N. (2017). *Identificación de fortalezas y debilidades del G20 en la senda del desarrollo sostenible*. Morelia, Mich.
- Manzano-Patiño, A. P. (2017). Introducción a los Modelos de Ecuaciones Estructurales, *7*, 67–72.
- MAPAMA. (2012). Recogida puerta a puerta asociado a un sistema de pago por generación en Esporles. Retrieved March 27, 2018, from [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/buenas-practicas/pago\\_generacion\\_esporles.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/buenas-practicas/pago_generacion_esporles.aspx)
- Martínez Rodríguez, M. C. (2010). *Políticas Públicas*.
- Martinho, G., Gomes, A., Santos, P., Ramos, M., Cardoso, J., Silveira, A., & Pires, A. (2017). A case study of packaging waste collection systems in Portugal – Part I: Performance and operation analysis. *Waste Management*, *61*, 96–107.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.030>

- Masood, M., & Barlow, C. Y. (2013). Framework for integration of informal waste management sector with the formal sector in Pakistan. *Waste Management and Research*, 31(10 SUPPL.), 93–105. <https://doi.org/10.1177/0734242X13499811>
- Matter, A., Ahsan, M., Marbach, M., & Zurbrügg, C. (2015). Impacts of policy and market incentives for solid waste recycling in Dhaka, Bangladesh. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 39, 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.032>
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2014). Waste to Resource, (January), 1–25.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2011). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el departamento de Cochabamba*. Retrieved from <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/DIAGNOSTICO-DEPARTAMENTAL-COCHABAMBA.pdf>
- Ministry of Environment. (2018). MINISTRY OF ENVIRONMENT - Policy Direction of Resource Circulation. Retrieved July 25, 2018, from <http://eng.me.go.kr/eng/web/index.do?menuId=364>
- MMAyA. (2011). *Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia*. Retrieved from <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/DATOS-GENERALES.pdf>
- Modak, P., Jiemian, Y., Hongyuan, Y., & Mohanty. (2011). Chapter 5. Municipal Solid Waste Management. Turning Waste into Resources. *Shanghai Manual – A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century*, (2010), 1–36.
- Moya, D., Aldás, C., López, G., & Kaparaju, P. (2017). Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: A worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies. *Energy Procedia*, 134, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.618>
- Nakamura, H. (2017). Political and environmental attitude toward participatory energy and environmental governance: A survey in post-Fukushima Japan. *Journal of Environmental Management*, 201, 190–198. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.053>
- NAPECA. (2017). Basura Cero en mi Escuela, programa escolar de separación y reciclaje | Comisión para la Cooperación Ambiental. Retrieved October 14, 2019, from <http://www.cec.org/es/napeca/basura-cero-en-mi-escuela-programa-escolar-de-separación-y-reciclaje>

- NEA. (2018). Waste Management. Retrieved August 13, 2018, from <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/overview>
- Nelles, M., Grünes, J., & Morscheck, G. (2016). Waste Management in Germany – Development to a Sustainable Circular Economy? *Procedia Environmental Sciences*, 35, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.001>
- Ng, A. W. (2018). From sustainability accounting to a green financing system: Institutional legitimacy and market heterogeneity in a global financial centre. *Journal of Cleaner Production*, 195, 585–592. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.250>
- Nisbet, E. K. L., & Gick, M. L. (2008). Can health psychology help the planet? Applying theory and models of health behaviour to environmental actions. *Canadian Psychology*, 49(4), 296–303. <https://doi.org/10.1037/a0013277>
- NSE | AMAI. (2018). Retrieved April 10, 2019, from <http://nse.amai.org/>
- OCDE. (2017). Panorama de la Educación, 9. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf>
- OECD.Stat. (2018a). Municipal waste, Generation and Treatment. Retrieved July 25, 2018, from <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW>
- OECD.Stat. (2018b). Municipal waste, Generation and Treatment. Retrieved August 22, 2018, from <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW>
- OECD. (2018). PISA - PISA. Retrieved February 27, 2019, from <http://www.oecd.org/pisa/>
- OOSLMP. (2018). Cuarto Informe de Labores. *Gobierno Municipal Puebla*.
- Oribe-Garcia, I., Kamara-Esteban, O., Martin, C., Macarulla-Arenaza, A. M., & Alonso-Vicario, A. (2015). Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. *Waste Management*, 39, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.017>
- Orsato, R. J. (2006). Competitive environmental strategies: When does it pay to be GREEN? *California Management Review*, 48(2). <https://doi.org/10.2307/41166341>
- Oulun Yliopisto. (2002). *Re- defining The concepts of waste and waste management*. Retrieved from <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9514268210.pdf>
- OVAM. (2016). OVAM in figures.
- Özbay, İ. (2015). Evaluation of Municipal Solid Waste Management Practices for an

- Industrialized City. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(2), 637–644.  
<https://doi.org/10.15244/pjoes/30933>
- Oztekin, C., Teksöz, G., Pamuk, S., Sahin, E., & Kilic, D. S. (2017). Gender perspective on the factors predicting recycling behavior: Implications from the theory of planned behavior. *Waste Management*, 62, 290–302.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.036>
- Paço, A. do, Shiel, C., & Alves, H. (2019). A new model for testing green consumer behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 207, 998–1006.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.105>
- País, E. El. (2014). Sinónimos y antónimos de residuo en EL PAÍS. Retrieved from <https://servicios.elpais.com/diccionarios/sinonimos-antonimos/residuo>
- Pérez, E., Medrano, L., & Sánchez Rosas, J. (2013). El Path Analysis: conceptos básicos y ejemplos de aplicación. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento ( RACC )*, 5(1), 52–66. <https://doi.org/10.30882/1852.4206.v5.n1.5160>
- Pongrácz, E., Phillips, P. S., & Keiski, R. L. (2004). Evolving the Theory of Waste Management: defining key concepts. *The Waste Minimization and Resources Optimization Conference*, 1–10. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6a23/43a19095aeb1de25e618ca688d8398b6a899.pdf>
- Porter, M. E. (1996). Porter, M. E. (1996). What is Strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78. *Harvard Business Review*, 74, 61–78.
- Poškus, M. S., & Žukauskienė, R. (2017). Predicting adolescents' recycling behavior among different big five personality types. *Journal of Environmental Psychology*, 54, 57–64.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.10.003>
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*, (2544), 42.
- Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017. (2011). Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Puebla 2011-2017, 1, 253. Retrieved from [http://www.igavim.org/Igavim100dias/Anexos/7.Prog\\_residuosEstadoPuebla.pdf](http://www.igavim.org/Igavim100dias/Anexos/7.Prog_residuosEstadoPuebla.pdf)

- Proyectos Bolivia - Swisscontact - Bolivia. (2018). Retrieved April 16, 2018, from <http://www.swisscontact.org/nc/es/country/bolivia/proyectos/proyectos-bolivia/project/-/show/ecovecindarios-e-waste-reciclaje-gestion-de-aguas-residuales-y-negocio-ecologico.html>
- Puebla Capital. (2018). Organismo Operador del Servicio de Limpia. Retrieved February 14, 2019, from <http://pueblacapital.gob.mx/iii-funciones-objetivos-y-actividades-relevantes/funciones-objetivos-y-actividades-relevantes/469-organismo-operador-del-servicio-de-limpia>
- Rada, E., Zatelli, C., Cioca, L., & Torretta, V. (2018). Selective Collection Quality Index for Municipal Solid Waste Management. *Sustainability*, *10*(1), 257. <https://doi.org/10.3390/su10010257>
- Radetić, L., Vujević, D., Premur, V., Melnjak, I., & Anić Vučinić, A. (2016). The assessment of air emissions increase due to the collection of municipal solid waste with old collection vehicles: A case study of Ludbreg (Croatia). *Waste Management and Research*, *34*(10), 1047–1053. <https://doi.org/10.1177/0734242X16657609>
- Reciclaje en América Latina y el Caribe. (2016). Retrieved from <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7704/Cuantas-vidas-tiene-tu-basura-Reciclaje-en-America-Latina-y-el-Caribe?sequence=1>
- Rodrigues, S., Martinho, G., & Pires, A. (2016). Waste collection systems. Part A: A taxonomy. *Journal of Cleaner Production*, *113*, 374–387. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.143>
- Rodríguez, A. S. (2015). La participación ciudadana en México. *Estudios Políticos*, *34*, 93–116. <https://doi.org/10.1016/j.espol.2015.05.001>
- Romero-Levet, F. (2019). Alertan académicos por fin de vida útil de relleno sanitario de Puebla. Retrieved August 15, 2019, from <https://www.milenio.com/politica/comunidad/alertan-academicos-vida-util-relleno-sanitario-puebla>
- Sallwey, J., Hettiarachchi, H., & Hülsmann, S. (2017). Challenges and opportunities in municipal solid waste management in Mozambique: a review in the light of nexus thinking. *AIMS Environmental Science*, *4*(5), 621–639.

- <https://doi.org/10.3934/environsci.2017.4.621>
- San Francisco Recycles | What goes where. (2018). Retrieved October 14, 2018, from <https://sfrecycles.org/>
- Sandhu, K. (2014). Historical trajectory of waste management; an analysis using the health belief model. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 25(5), 615–630. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2013-0098>
- Sandhu, K., Burton, P., & Dedekorkut-Howes, A. (2017). Between hype and veracity; privatization of municipal solid waste management and its impacts on the informal waste sector. *Waste Management*, 59, 545–556. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.012>
- Santibáñez-Andrade, G., Castillo-Argüero, S., Vega-Peña, E. V., Lindig-Cisneros, R., & Zavala-Hurtado, J. A. (2015). Structural equation modeling as a tool to develop conservation strategies using environmental indicators: The case of the forests of the Magdalena river basin in Mexico City. *Ecological Indicators*, 54, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.02.022>
- SEDESOL. (2018). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018 (Puebla).
- SEMARNAT. (2010). *Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México 2010*. Retrieved from [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
- SEMARNAT. (2013). Residuos. *Informe de La Situación Del Medio Ambiente En México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*, 319–361. <https://doi.org/978-607-8246-61-8>
- SEMARNAT. (2017a). Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | [gob.mx](http://gob.mx). Retrieved November 13, 2018, from <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>
- SEMARNAT. (2017b). *EVALUACIÓN DE CONSISTENCIA Y RESULTADOS DEL Pp G003 : PROGRAMA DE REGULACIÓN AMBIENTAL Informe final*.
- SEMARNAT. (2018). Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Retrieved from <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-residuos>

- Separating and collecting waste | Snaga. (2018). Retrieved October 15, 2018, from <http://www.snaga.si/en/separating-and-collecting-waste>
- SF Environment. (2018). Mayor Lee Announces San Francisco Reaches 80 Percent Landfill Waste Diversion, Leads All Cities in North America | [sfenvironment.org](http://sfenvironment.org) - Our Home. Our City. Our Planet. Retrieved July 27, 2018, from <https://sfenvironment.org/news/press-release/mayor-lee-announces-san-francisco-reaches-80-percent-landfill-waste-diversion-leads-all-cities-in-north-america>
- SF Environment Strategic Plan. (2018). Retrieved March 20, 2018, from <http://plan.sfenvironment.org/>
- Silva, A., Rosano, M., Stocker, L., & Gorissen, L. (2017). From waste to sustainable materials management: Three case studies of the transition journey. *Waste Management*, *61*, 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038>
- Silva, A., Stocker, L., Mercieca, P., & Rosano, M. (2016). The role of policy labels, keywords and framing in transitioning waste policy. *Journal of Cleaner Production*, *115*, 224–237. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.069>
- Sinclair, A. J., & Diduck, A. P. (2017). Reconceptualizing public participation in environmental assessment as EA civics. *Environmental Impact Assessment Review*, *62*, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.03.009>
- Song, J., Sun, Y., & Jin, L. (2017). PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *80*(May), 276–289. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.066>
- Sorkun, M. F. (2018). How do social norms influence recycling behavior in a collectivistic society? A case study from Turkey. *Waste Management*, *80*, 359–370. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.026>
- Sorting & Recycling | Fost Plus. (2018). Retrieved October 14, 2018, from <https://www.fostplus.be/en/sorting-recycling>
- Sound Material-Cycle Society [MOE]. (n.d.). Retrieved March 20, 2018, from <https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/index.html>
- Spoann, V., Fujiwara, T., Seng, B., & Lay, C. (2018). Municipal solid waste management: Constraints and opportunities to improve capacity of local government authorities of

- Phnom Penh Capital. *Waste Management & Research*, 36(10), 985–992.  
<https://doi.org/10.1177/0734242X18785722>
- State of California. (2019). California’s Statewide Per Resident, Per Employee, and Total Disposal Since 1989. Retrieved February 26, 2019, from  
<https://www.calrecycle.ca.gov/LGCentral/GoalMeasure/DisposalRate/Graphs/Disposal/>
- Stoeva, K., & Alriksson, S. (2017). Influence of recycling programmes on waste separation behaviour. *Waste Management*, 68, 732–741.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.06.005>
- Struk, M. (2014). *Municipal Solid Waste Management Attributes and its Efficiency*.
- Struk, M. (2017). Distance and incentives matter: The separation of recyclable municipal waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 155–162.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.023>
- Su, L., Hsu, M. K., & Boostrom, R. E. (2019). From recreation to responsibility: Increasing environmentally responsible behavior in tourism. *Journal of Business Research*, (April 2018), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.12.055>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). *Informe Nacional de aprovechamiento*. Retrieved from [http://www.andi.com.co/Uploads/22. Informa de Aprovechamiento 187302.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/22.Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf)
- Talbot, C. (2011). Paradoxes and prospects of “public value.” *Public Money and Management*, 31(1), 27–34. <https://doi.org/10.1080/09540962.2011.545544>
- Tiew, K.-G., Basri, N. E. A., Deng, H., Watanabe, K., Zain, S. M., & Wang, S. (2019). Comparative study on recycling behaviours between regular recyclers and non regular recyclers in Malaysia. *Journal of Environmental Management*, 237(May 2018), 255–263.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.033>
- Tirkolae, E. B., Mahdavi, I., & Mehdi Seyyed Esfahani, M. (2018). A robust periodic capacitated arc routing problem for urban waste collection considering drivers and crew’s working time. *Waste Management*, 76, 138–146.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.015>
- Tsou, H. T., & Chen, J. S. (2012). The influence of interfirm codevelopment competency on e-service innovation. *Information and Management*, 49(3–4), 177–189.

- <https://doi.org/10.1016/j.im.2012.04.001>
- Turcott, D. E., López Martínez, A., Cuartas Hernández, M., & Lobo, A. (2018). Using indicators as a tool to evaluate Municipal Solid Waste Management: a critical review. *Waste Management, Accepted*, 51–63. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
- Uddin, S. M. N., & Gutberlet, J. (2018). Livelihoods and health status of informal recyclers in Mongolia. *Resources, Conservation and Recycling*, 134(June 2017), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.02.006>
- Umweltbundesamt. (2018). Waste management | Umweltbundesamt. Retrieved July 25, 2018, from <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/waste-resources/waste-management>
- UN. (2014). *Goal 11. Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. UN Chronicle* (Vol. 4).
- UNCED. (1992). Earth Summit'92. The UN Conference on Environment and Development. *Reproduction, Rio de Jan*(June), 351. <https://doi.org/10.1007/s11671-008-9208-3>
- United Nations Environment Programme. (2009). Developing Integrated Solid Waste Management Plan - Training Manual. *United Nations Environment Programme (UNEP), Volume 4*, 1–176.
- Valenzuela, L. (2017). Incluir educación ambiental en los programas de la SEP en México, petición en la plataforma change.org | México Ambiental. Retrieved August 15, 2019, from <https://www.mexicoambiental.com/incluir-educacion-ambiental-en-los-programas-la-sep-en-mexico-peticion-en-la-plataforma-change-org/>
- Varela-Candamio, L., Novo-Corti, I., & García-Álvarez, M. T. (2018). The importance of environmental education in the determinants of green behavior: A meta-analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1565–1578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.214>
- Varela-Llamas, R., Castillo-Ponce, R. A., & Ocegueda-Hernández, J. M. (2012). El empleo formal e informal en México: un análisis discriminante. Retrieved March 4, 2020, from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252013000400006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252013000400006)
- Vélez Grajales, Roberto; Huerta Wong, Juan Enrique; Campos Vázquez, R. M. (2015). *México, ¿el motor inmóvil?* Centro de Estudios Espinosa Yglesias.

- Vitorino, A., Montenegro, S., Faceli, K., & Casadei, V. (2017). Technologies and decision support systems to aid solid-waste management: a systematic review. *Waste Management, 59*, 567–584. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.045>
- Wan, C., Shen, G. Q., & Yu, A. (2014a). The moderating effect of perceived policy effectiveness on recycling intention. *Journal of Environmental Psychology, 37*, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.11.006>
- Wan, C., Shen, G. Q., & Yu, A. (2014b). The role of perceived effectiveness of policy measures in predicting recycling behaviour in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling, 83*, 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.12.009>
- Wang, B., Ren, C., Dong, X., Zhang, B., & Wang, Z. (2019). Determinants shaping willingness towards on-line recycling behaviour: An empirical study of household e-waste recycling in China. *Resources, Conservation and Recycling, 143*(July 2018), 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.005>
- Wang, Z., Guo, D., Wang, X., Zhang, B., & Wang, B. (2018). How does information publicity influence residents' behaviour intentions around e-waste recycling? *Resources, Conservation and Recycling, 133*(January), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.014>
- Waste Concern Models | Waste Concern. (2016). Retrieved April 9, 2018, from <http://wasteconcern.org/models/>
- WasteConcern. (2014). *Bangladesh Waste Database 2014 Waste Concern Technical Report Series*. Retrieved from [www.wasteconcern.org](http://www.wasteconcern.org)
- Wauters, B. (2017). Strategic management in the public sector: a tool for improving performance of ongoing operations or for redefining performance to meet new challenges? *Report to the European Commission's Public Administration and Governance Network, 29*(March), 1–118. <https://doi.org/10.1108/09513559010138316>
- WCMS, W. ne. (2017). How does Australia's recycling compare to the rest of the world? Retrieved from <https://recyclingweek.planetark.org/recycling-info/theworld.cfm>
- Weber, G., Calaf-Forn, M., Puig-Ventosa, I., Cabras, I., & D'Alisa, G. (2017). The role of environmental organisations on urban transformation: The case of waste management in Esporles (Mallorca). *Journal of Cleaner Production*.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.241>
- Weber, G., Calaf-Forn, M., Puig-Ventosa, I., Cabras, I., & D'Alisa, G. (2018). The role of environmental organisations on urban transformation: The case of waste management in Esporles (Mallorca). *Journal of Cleaner Production*, *195*, 1546–1557.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.241>
- Wilson, D. C., Rodic, L., Cowing, M. J., Velis, C. A., Whiteman, A. D., Scheinberg, A., ... Oelz, B. (2015). “Wasteaware” benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities. *Waste Management*, *35*, 329–342.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
- Wilson, D. C., & Velis, C. A. (2015). *Waste management – still a global challenge in the 21st century: An evidence-based call for action. Waste Management & Research* (Vol. 33).  
<https://doi.org/10.1177/0734242X15616055>
- Wong, N. W. M. (2017). The road to environmental participatory governance in Taiwan: collaboration and challenges in incineration and municipal waste management. *Journal of Environmental Planning and Management*, *60*(10), 1726–1740.  
<https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1251400>
- World Bank Group. (2017). GDP per capita (current US\$) | Data. Retrieved February 26, 2019, from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>
- Xiao, L., Zhang, G., Zhu, Y., & Lin, T. (2017). Promoting public participation in household waste management: A survey based method and case study in Xiamen city, China. *Journal of Cleaner Production*, *144*, 313–322.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.022>
- Xu, L., Ling, M., Lu, Y., & Shen, M. (2017). External influences on forming residents’ waste separation behaviour: Evidence from households in Hangzhou, China. *Habitat International*, *63*, 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.03.009>
- Yáñez, S., Uruburu, Á., Moreno, A., & Lumbreras, J. (2018). The Sustainability Report as an essential tool for the holistic and strategic vision of Higher Education Institutions. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.171>
- Yao, H., & Zhang, C. (2018). A bibliometric study of China’s resource recycling industry policies: 1978–2016. *Resources, Conservation and Recycling*, *134*(December 2017), 80–

90. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.008>
- Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2017a). Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(9), 9–14.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph14091013>
- Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2017b). Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(9), 9–14.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph14091013>
- Zhan, C., & de Jong, M. (2018). Financing eco cities and low carbon cities: The case of Shenzhen International Low Carbon City. *Journal of Cleaner Production*, *180*, 116–125.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.097>
- Zhang, B., Lai, K. hung, Wang, B., & Wang, Z. (2019). From intention to action: How do personal attitudes, facilities accessibility, and government stimulus matter for household waste sorting? *Journal of Environmental Management*, *233*(February 2018), 447–458.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.059>
- Zhang, H., Liu, J., Wen, Z. guo, & Chen, Y. X. (2017). College students' municipal solid waste source separation behavior and its influential factors: A case study in Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, *164*, 444–454.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.224>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Definiciones de residuos	1
Tabla 2 - Técnicas de participación pública	23
Tabla 3 - Sistemas de recolección de RSU	24
Tabla 4 - Relación de investigaciones de inversiones con viabilidad financiera	34
Tabla 5 - Relación de legislación y objetivos ambientales	38
Tabla 6 - Tipología de residuos	39
Tabla 7 - Regulaciones e instrumentos legales	42
Tabla 8 - Estrategias de participación ciudadana	55
Tabla 9 - Estrategias de recolección	57
Tabla 10 - Estrategias de infraestructura	59
Tabla 11 - Estrategias de programas educativos	62
Tabla 12 - Estrategias de financiamiento	64
Tabla 13 - Relación de programas de RSU y políticas	65
Tabla 14 - Población, ingreso per cápita y generación de RSU aproximada de diversas ciudades, regiones y países	79
Tabla 15 - Indicadores de bienestar para el estado de Puebla	81
Tabla 16 - Medición de la pobreza en el municipio de Puebla (2015)	85
Tabla 17 - Resumen de los Informes de Labores del OOSL	87
Tabla 18 - Relación de tipo de financiamiento	92
Tabla 19 - Aspectos relevantes de la gestión de RSU del municipio de Puebla	96
Tabla 20 - Factores políticos: Oportunidades (Análisis PEST)	98
Tabla 21 - Factores políticos: Amenazas (Análisis PEST)	99
Tabla 22 - Factores económicos: Oportunidades (Análisis PEST)	100
Tabla 23 - Factores económicos: Amenazas (Análisis PEST)	100
Tabla 24 - Factores sociales: Oportunidades (Análisis PEST)	101
Tabla 25 - Factores sociales: Amenazas (Análisis PEST)	101
Tabla 26 - Factores tecnológicos: Oportunidades (Análisis PEST)	102
Tabla 27 - Factores tecnológicos: Amenazas (Análisis PEST)	102
Tabla 28 - Revisión literaria de modelos empleados en estudios relacionados con el medio ambiente	109
Tabla 29 - Preguntas de encuesta	116
Tabla 30 - Perfil demográfico de los encuestados vs la población en el municipio de Puebla	121
Tabla 31 - Estadístico descriptivo de las variables observadas	125
Tabla 32 - Correlación de las variables observadas	127
Tabla 33 - Fiabilidad de escala de Alpha de Cronbach	127
Tabla 34 - Fiabilidad de las escalas eliminando las variables	128
Tabla 35 - Coeficiente de ruta estandarizado	130
Tabla 36 - Aplicación del coeficiente de ruta en las hipótesis	131
Tabla 37 - Análisis estadístico de frecuencias de aspectos de influencia social	132
Tabla 38 - Problemas de gestión de RSU en el municipio de Puebla	137
Tabla 39 - Estrategias de riesgo “Pruebas y convenios”	139

Tabla 40 - Estrategias de búsqueda “Nueva agenda”	140
Tabla 41 - Estrategias saga “Reformativa”	141
Tabla 42 - Estrategias pároli “Apalancamiento”	142
Tabla 43 - Estrategias pároli “Avance”	143

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Clasificación general de los RSU	4
Figura 2 - Iconografía de RSU en México (SEMARNAT, 2017a)	5
Figura 3 - Proceso del relleno sanitario (Ecoembes, 2018)	7
Figura 4 - Proceso de reciclado mecánico del PET (Ecoembes, 2018)	9
Figura 5 - Proceso de reciclado mecánico del PEAD (Ecoembes, 2018)	9
Figura 6 - Proceso de reciclado mecánico del FILM (Ecoembes, 2018)	11
Figura 7 - Proceso de reciclado del cartón (Ecoembes, 2018)	12
Figura 8 - Proceso de reciclado del vidrio (Ecovidrio, 2018)	13
Figura 9 - Proceso de reciclado de textiles (BIR, 2018)	14
Figura 10 - Jerarquía de residuos (Gharfalkar, et al., 2015)	17
Figura 11 - Pirámide del sector informal de residuos. Recuperado de Sandhu, (2017), basado en Masood, (2013).	27
Figura 12 - Tecnologías para el procesamiento de los residuos (Aleluia, 2017)	29
Figura 13 - Modelo de las relaciones entre partes involucradas, desarrollo de proyectos de recuperación de energía y herramientas financieras (Lam, 2018)	33
Figura 14 - Modelo de un sistema de gestión de RSU integrado (Klundert, et al., 2001)	41
Figura 15 - Legislación nacional en materia de RS.	46
Figura 16 - Partes para la construcción de la estrategia (Arellano, 2012).	48
Figura 17 - Tipología de estrategias para el sector público (Rubin, 1988)	49
Figura 18 - Propuesta de creación de estrategias para la gestión de RSU del municipio de Puebla	51
Figura 19 - Iconografía de RSU en Suiza.	66
Figura 20 - Contenedores de RSU en San Francisco, EEUU.	67
Figura 21 - Iconografía de RSU en Bélgica.	67
Figura 22 - Iconografía de RSU en Ljubljana, Eslovenia	68
Figura 23 - Generación de RSU por país miembros de la OCDE	72
Figura 24 - Tasa de reciclaje en Europa 2016	73
Figura 25 - Tasa de reciclaje en América en 2016	74
Figura 26 - Tasa de reciclaje en Asia en 2016	75
Figura 27 - Tasa de reciclaje en el Resto del Mundo en 2016	75
Figura 28 - Análisis del capítulo	77
Figura 29 - Mapa del Estado de Puebla	83
Figura 30 - Flujo de RSU en el Estado de Puebla	91
Figura 31 - Relación de grupos de interés en el OOSLMP	104
Figura 32 - Representación gráfica del modelo TBP	109
Figura 33 - Modelo conceptual	113
Figura 34 - Representación del SEM	115
Figura 35 - Estimación del tamaño de la muestra	120
Figura 36 - Mapa del municipio de Puebla: Área estimada para la aplicación de encuesta	120
Figura 37 - Solución del modelo SEM por el método de PLS	129

Figura 38 - Influencia familiar en la separación de residuos _____	132
Figura 39 - Influencia de amigos en la separación de residuos _____	133
Figura 40 - Influencia de vecinos en la separación de residuos _____	134
Figura 41 - Influencia del gobierno en la separación de residuos _____	134
Figura 42 - Influencia de organizaciones del medio ambiente en la separación de residuos _____	135
Figura 43 - Influencia de instituciones educativas en la separación de residuos _____	136
Figura 44 - Clasificación de estrategias para organizaciones del sector público _____	138