



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

COLEGIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS EN ARBOTERRA”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Presenta:

CHRISHNA PATRICIA LOZANO ARIETA

Director de Tesis:

DRA. EVA ÁGUILA ALMANZA

ENERO 2023

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	8
I.I Los residuos y su clasificación	10
I.II Marco normativo ambiental	14
I.II.I Marco Jurídico Federal	14
I.II.II Marco Normativo Estatal.....	19
I.II.IV Marco Jurídico Municipal.....	21
I.III El aumento de residuos durante los últimos años.....	21
I.IV Problemática medioambiental por la mala gestión de los residuos	27
I.V “El Mundo Secreto de ArboTerra”.....	29
I.VI Manejo de residuos actual en ArboTerra.....	35
I.VII Plan de Manejo de Residuos (PMR).....	38
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	44
II.I Identificación de residuos por área	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
III.I Identificación y cuantificación de los residuos generados.....	48
III.II Propuesta para un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ArboTerra (PMRSU).....	53
III.III Tratamientos propuestos para los residuos identificados	62
Plástico	63
Metal	66
Papel, cartón y Tetrapak.....	69
Orgánicos.....	72
Vidrio y madera.....	74
Residuos Biológico-Infeciosos (RPBI).....	76
Aceite comestible usado	79

Inorgánicos (Residuos No Reciclables)	80
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	81
III.IV Propuesta de Área de Composteo dentro del parque de ArboTerra.....	83
III.V Centro de acopio de ArboTerra	85
CONCLUSIONES.....	86
ANEXOS	89
Anexo 1. Formato de Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial.....	89
Anexo 2. Bitácora de registro de residuos	94
BIBLIOGRAFÍA	96

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, que con su amor y motivación que nunca me faltó, su cuidado y protección a pesar de la distancia, los desvelos y sacrificios que ha tenido para mí durante estos años, ha hecho que culmine de manera exitosa esta maravillosa etapa. No hay palabras que puedan expresar el infinito agradecimiento de todo su apoyo.

A mi hermana, mi cómplice incondicional, quien siempre ha estado a mi lado animándome. Que ha hecho que durante todo este tiempo las cosas sean más fáciles y divertidas.

A mis abuelos, mis segundos padres, quienes han estado conmigo y para mí a pesar de la distancia.

A mis mascotas (mis niños), que son parte importante de mí y de mi familia. Que en esos momentos difíciles siempre estuvieron a mi lado para calmar mi ansiedad.

A mi asesora, quien desde sus clases me ha transmitido los conocimientos y la seguridad de todo lo aprendido. Su constancia y paciencia fueron indispensables para poder cerrar esta etapa y seguir creciendo.

A la persona con la que estoy compartiendo mi vida, que por sus palabras de aliento y amor me impulsaron a continuar y fijarme más sueños y metas.

Infinitas gracias.

Este logro es por y para ustedes.



RESUMEN

El aumento de residuos no es una problemática que se vive únicamente en Puebla, ocurre a nivel nacional y mundial, ocasionando severos problemas ambientales.

A nivel nacional se generan 120,128 t/día de residuos, en donde el 31.55% son susceptibles al aprovechamiento, es decir, que pueden reciclarse debido a sus características; el 46.42% son orgánicos y solo el 22.03% son residuos que no pueden ser aprovechables y deben destinarse a los Sitios de Disposición Final o rellenos sanitarios. De todas estas toneladas Puebla aporta un 4.98% de residuos, generando 5,991 t/día y quedando en sexto lugar de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) a nivel nacional.

Dentro de las diversas alternativas y soluciones para disminuir estas cifras es la implementación de herramientas que ayuden a la concientización y compromiso ambiental en las personas, por lo que ArboTerra, parque de conservación de vida silvestre y del medioambiente, ubicado en el Parque Ecológico Revolución Mexicana en Puebla; es un espacio ideal para la aplicación de un Plan de Manejo de Residuos, en el cual se desarrollan las actividades, alternativas y mejoras para un correcto manejo de residuos que se generen dentro del parque, y que a su vez se genere la difusión de información ambiental a través de los mismos trabajadores y visitantes.

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos para ArboTerra se propone para que sea aplicable como herramienta para la gestión de residuos, teniendo como objetivo principal la innovación de técnicas para la minimización de generación y maximización de valorización de los residuos, que además sean efectivas, económicas y que motiven a la participación de los trabajadores y los visitantes.

INTRODUCCIÓN

Los residuos han aumentado durante estos últimos años debido a la gran demanda de materias primas para satisfacer el consumo de bienes y servicios de la población, que a su vez también va en aumento.

La ciudad de Puebla, siendo un área metropolitana, tiene 6 millones 583 mil 278 personas, lo que la ubica en quinto lugar como entidad federativa con más población en el país (Gobierno de Puebla, 2021).

Durante el año 2020, SEMARNAT junto con otras instituciones, realizaron un estudio llamado Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (DBGIR) en el cual identifica y muestra la situación que presenta nuestro país en la generación y disposición final de los residuos generados. En base a los estudios realizados dentro del DBGIR, Puebla genera 5,991 t/día, quedando en sexto lugar de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) a nivel nacional (SEMARNAT, 2020). Dentro del estudio presenta temas como cantidad y composición de residuos, infraestructura instalada para su disposición temporal, final y de tratamiento, así como la capacidad y efectividad de manejarlos, todo esto en base a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Las áreas verdes en las ciudades son espacios donde se pueden desarrollar diversas actividades recreativas como paseos, ejercicios, convivencia, etc. Si bien estos espacios son una parte fundamental para la calidad de vida de la sociedad, también son espacios que permiten la preservación y cuidado de la naturaleza, como las plantas y los animales.

La ciudad de Puebla cuenta con diversas áreas verdes, una de ellas es el Parque Ecológico Revolución Mexicana, ubicado en la calle 24 sur Col. Azcárate. Este gran espacio cuenta con 58 hectáreas en donde se pueden realizar diversas actividades, como por ejemplo visitar ArboTerra.

ArboTerra es un parque de conservación de vida silvestre y del medio ambiente, el cual cuenta con una superficie de 23,461.33 m². Si bien su principal objetivo es el cuidado al medio ambiente y transmitir el compromiso ambiental a sus visitantes,

carece de normas ambientales y sanitarias para el manejo y tratamiento de los residuos que se generan dentro de él. Esto ha generado que espacios como el centro de acopio no se encuentren en las mejores condiciones, provocando que los RSU no sean valorizados y finalmente se dispongan en los rellenos sanitarios. Debido a que en ArboTerra el manejo de los residuos que genera no sigue los protocolos legales de la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), es necesario gestionar un plan un estudio y análisis para el tratamiento, disposición y valorización de los residuos generados en el parque. Contribuyendo así a lograr el cumplimiento de su objetivo de ser un parque de conservación de la vida silvestre y el medio ambiente.

La propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (PMRSU), se aplicará como una herramienta de gestión ambiental dentro de ArboTerra, cuyo objetivo principal es la innovación de técnicas para la minimización de generación y maximización de valorización de los residuos, que además sean efectivas, económicas y que motiven a la participación de la población.

Objetivos

Objetivo general

Proponer un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (PMRSU) aplicable para personal de servicio y visitantes de ArboTerra.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar los tipos de residuos generados en las licencias de ArboTerra.
- ✓ Elaborar un PMRSU en base a las instalaciones, capacidades, elementos, recursos y necesidades para la identificación, clasificación, recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos.
- ✓ Proponer tratamiento personalizado para cada tipo de residuo identificado (incluir tipos de contenedores para cada uno).
- ✓ Capacitar al personal de ArboTerra respecto al manejo de los residuos, reciclaje y composteo.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

Desde el inicio de la humanidad, las distintas actividades realizadas siempre han generado residuos, la diferencia entre esos años a la actualidad radica en que aquellos productos utilizados eran únicamente de origen natural, no existían procesos industriales que modificaran la materia prima para realizar herramientas o construir una casa, hace miles de años todo era totalmente rudimentario. Por lo que existía un equilibrio natural, el residuo generado se reincorporaba al suelo, metabolizados por los diferentes organismos y formando parte de los ciclos naturales de la vida, sea como nutrientes o como insumos de sus mismos procesos. Con el paso de los años y la evolución de la humanidad, muchas actividades fueron cambiando, así como los bienes y servicios. Esto ocasionó que los residuos generados tuvieran características diferentes y que el volumen incrementara con el paso de los años.

En México, al igual que muchos países en el mundo, enfrenta grandes retos en el manejo integral de sus Residuos Sólidos Municipales (RSM). Esto debido, principalmente, al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país, al cambio de hábitos de consumo de la población, la elevación de los niveles de bienestar, y la tendencia a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos. Lo anterior ha modificado de manera sustancial la cantidad y composición de los RSM, la generación aumentó de 300 g por habitante por día en la década de los cincuenta a más de 860 g en promedio para el año 2000. Asimismo, la población se incrementó en el mismo periodo de 30 millones a más de 97 millones, contribuyendo a la fecha a una generación nacional estimada de 84,200 Ton diarias (Medina Ross, y otros, 2001). Considerando que al día de hoy somos 8 mil millones de habitantes en el planeta, la generación de residuos podría superar 100 mil Ton al día. El control de los Residuos Sólidos Municipales (RSM), generados por los habitantes del país se inició en la época precortesiana y la salud pública en México quedó legalmente sustentada el día 15 de Julio de 1891, fecha en la que se expidió el Primer Código Sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad (INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2007). Durante la

década de los años 60's se inició la primera obra de un relleno sanitario para la disposición de los RSM en la ciudad de Aguascalientes. Al ser el primero en su tipo le siguieron planes integrales de recolección, traslado y disposición de RSM de las principales capitales del país. A partir de este momento, se iniciaron diversos programas los cuales proporcionaron asesoría y desarrollaron proyectos ejecutivos para el manejo y disposición final de los RSM, creándose a la vez diversas secretarías para seguir con la trayectoria de los programas y proyectos. Es así como, a través de los años surge la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) junto con el Instituto Nacional de Ecología (INE) en el año de 1992, los cuales toman las atribuciones en el área de control de RSM. Posteriormente se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en el año de 1994, incorporando al INE y la SEDESOL (aquellos órganos que involucra cuestiones ambientales). El INE es quien toma la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los RMS, y en 1996 promulga la Norma Oficial Mexicana para la selección de sitios para ubicar un relleno sanitario, que hoy en día es la *NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*. Con el inicio de la recolección y disposición de los residuos generó que se desarrollaran diversos programas, los cuales nos proporcionan información para la cuantificación de residuos generados y los trasladados a los rellenos sanitarios. Lo cual nos ayuda a mejorar la gestión de estos para evitar problemas ambientales y de salud. En el 2006 el INE, junto con la SEMARNAT realizaron el primer Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR). El estudio considera temas como la cantidad y composición, infraestructura instalada, la capacidad y efectividad para el manejo integral, conforme a las definiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y el reglamento de dicha ley. Incluye información relevante, acerca del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) en México, para apoyar el diseño del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) y el Programa Nacional

para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial (PNPGIRME) (INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2020). El DBGIR elaborado en el 2020, indica que la generación per cápita calculada fue de 0.944 kg/hab/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día. De los residuos generados se recolectan 100,751 t/día, para una cobertura a nivel nacional del 83.87%. El 31.56% corresponde a residuos susceptibles de aprovechamiento, el 46.42% a residuos orgánicos y el 22.03% a “otros residuos”. Existe una gran oportunidad de aprovechamiento de los residuos como materia prima y así generar otros productos. Además de que los impactos directos que esto tendría como la disminución de residuos en los rellenos sanitarios y la generación de más y nuevos negocios y empleos con la valorización de los residuos aprovechables.

En el estado de Puebla, la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT) cuenta con un programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Puebla, el cual incluye una serie ordenada de actividades y operaciones relacionadas con la implementación de las disposiciones legales y objetivos de la materia. El contenido de éste se cumple estrictamente y de acuerdo con las disposiciones de la "Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla. Este compendio informativo tiene como objetivo, promover la formulación de políticas públicas en la materia además de brindar datos actualizados e información relevante para la toma de decisiones en coadyuvancia con los tres órdenes de gobierno (Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial, 2021).

1.1 Los residuos y su clasificación

Para una mejor comprensión de lo que conlleva un correcto manejo y gestión de los residuos es importante partir de ciertas definiciones. De acuerdo con las diferentes leyes que gestionan los procesos de tratamiento de los residuos, se tienen diversas definiciones de lo que es un residuo, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Definición de residuo.

Fuente	Definición
Residuo	
LGPGIR	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 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021).
LGEEPA	Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2022).

LGPGIR: Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

En general, con base a la tabla anterior podemos definir a un residuo como aquel sobrante de un proceso o producto, y que de acuerdo con sus características o volumen entran en una clasificación en específico, con el objetivo de que se le asigne un tratamiento y posteriormente disponerlo de una manera adecuada sin comprometer la salud de la sociedad y cuidando del medio ambiente. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la definición de *basura* y *residuo*. La basura es todo aquello que ya no tiene utilidad y que tampoco puede reciclarse de ninguna manera, mientras que un residuo es aquello que generamos, pero que puede ser reutilizado o llevar algún proceso de reciclado, y de esta manera ser valorizado. Reconocer y diferenciar estos dos términos son de vital importancia para entender el proceso que llevarán a cabo los distintos residuos que se generen y su posterior tratamiento, disminuyendo así el volumen de aquellos que no puedan ser reciclados o reutilizados y que finalmente sean destinados a los rellenos sanitarios. Generalmente, el objetivo de la *clasificación* es la búsqueda del mejor ordenamiento u organización de un conjunto de cosas para que, en el momento de la búsqueda o

identificación de ciertas características o propiedades, sean más fáciles de encontrar. Esta es la razón por la que los residuos se clasifican de diferentes formas. Esto se logra en base a su origen, composición, volumen y tiempo de degradación, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de residuos.

Origen y composición	Volumen generado	Tiempo de degradación
LGPGIR (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021)	SEMARNAT (SEMARNAT, 2017)	
<p>Residuo Sólido Urbano (RSU).</p> <p>Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta</p>	<p>Grandes generadores.</p> <p>Son aquellos que realizan una actividad en la que generan una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <p>Pequeños generadores.</p> <p>Son aquellos que realizan una actividad en la cual generan una cantidad mayor a 400 kilogramos y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida</p> <p>Micro - generadores.</p> <p>Son aquellos establecimientos industriales, comercial o de</p>	<p>Orgánico.</p> <p>Todo desecho de origen biológico que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo.</p> <p>Inorgánico.</p> <p>Todo desecho que no es de origen biológico.</p>

<p>Ley como residuos de otra índole.</p> <p>Residuos Peligroso (RP). Aquellos que posean alguna de las características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad o agentes Biológico-infecciosos que les confieran peligrosidad (<i>CRETI-B</i>), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.</p> <p>Residuo de Manejo Especial (RME). Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>servicios que generan una cantidad hasta de 400 kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p>	
---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

La correcta clasificación de los residuos nos ayuda a tener conocimiento de la composición de estos. Esto se utiliza fundamentalmente para determinar el porcentaje de los residuos aprovechables y valorizables, y con esto determinar el tratamiento posterior para cada uno. El incremento acelerado de volumen de residuos sólidos y la gran diversidad de materiales que los componen ha orillado a la búsqueda de nuevas alternativas de tratamiento y tecnologías con el propósito de establecer sistemas de manejo, control y aprovechamiento que resguarden la calidad de vida de la población y de aquellos recursos naturales que se encuentran en el medio ambiente. Para lograrlo, se necesita el conocimiento de las características cualitativas y cuantitativas que identifican a los residuos sólidos de cada fuente generadora, por lo que se necesita de la normatividad correcta para generar una serie de estudios para lograr así un correcto Plan de Manejo de Residuos.

I.II Marco normativo ambiental

El desarrollo de actividades para un correcto manejo de residuos se debe apegar a las diferentes leyes y reglamentos de los tres niveles de gobierno (Federal, Estatal y Municipal), las cuales proponen de diversos actores deben de presentar un Plan de Manejo con el objetivo de minimizar la generación de residuos a través de la concientización de la sociedad y al mismo tiempo maximizar la valorización de estos.

I.II.I Marco Jurídico Federal

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión , 2022)

Artículo 4to.- “... Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”

Artículo 73.- El Congreso de la Unión tiene facultades para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, los Gobiernos de los Estados y

de los Municipios en el ámbito de sus competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación del equilibrio ecológico.

Artículo 115.- III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos como la Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

Ley General del Cambio Climático (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2022)

Artículo 8.- Corresponde a las entidades federativas formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en la materia de Residuos de manejo especial.

Artículo 9.- Corresponde a los municipios formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables en la materia de Manejo de Residuos Sólidos Municipales.

Artículo 34.- Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando la reducción de emisiones en el sector residuos desarrollando acciones y promover el desarrollo y la instalación de infraestructura para minimizar y valorizar los residuos, así como para reducir y evitar las emisiones de metano provenientes de los residuos sólidos urbanos; y promover la educación y cambios de patrones de conducta, consumo y producción para desarrollar programas de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado a través de incentivos económicos; fundamentalmente en áreas como la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
(Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2022)

Artículo 7.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia de regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.

Artículo 8.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia en la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.

Artículo 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o de la Ciudad de México, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
(Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021)

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar los programas en materia de residuos de Manejo Especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; la autorización del Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial e identificación de los que estén sujetos a planes de manejo, y la promoción de Programas Municipales de Prevención y Gestión Integral de los Residuos de su competencia, con la participación activa de las partes interesadas.

Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de RSU, que consisten en su recolección, traslado, tratamiento y disposición final.

Artículo 15.- La Secretaría agrupará y subclasificará los RP, RSU y RME en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos.

Artículo 26.- Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014)

Artículo 15.- Las autoridades de los tres órdenes de gobierno podrán coordinarse para el ejercicio de sus atribuciones para promover, apoyar y fomentar la aplicación de instrumentos voluntarios que permitan reducir la generación o buscar el aprovechamiento de los RSU, y RME, así como evitar la contaminación que los mismos ocasionan.

Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o

b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

- a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o
- b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

- a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;
- b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y
- c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Artículo 18.- Las autoridades municipales, en coordinación de la Secretaría, instrumentarán planes de manejo que incorporen el manejo integral de los RP que se generen en cantidades iguales o menores a las que generan los micro-generadores.

Normas Mexicanas (NMX)

MX-AA-015-1985: Protección al ambiente – contaminación del suelo – residuos sólidos municipales – muestreo – método de cuarteo.

NMX-AA-019-1985: Protección al ambiente – contaminación del suelo – residuos sólidos municipales – peso volumétrico in situ.

NMX-AA-022-1985: Protección al ambiente – contaminación del suelo – residuos sólidos municipales – selección y cuantificación de subproductos.

NMX-AA-061-1985: Protección al ambiente – contaminación del suelo – residuos sólidos municipales – determinación de generación.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

La norma mexicana **NOM-161-SEMARNAT-2011** la cual “*establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo*” (SEMARNAT, 2013).

La **NOM-052-SEMARNAT-2005** que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (SEMARNAT, 2003).

Así como también la **NOM-083-SEMARNAT-2003**, la cual establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (SEMARNAT, 2004).

I.II.II Marco Normativo Estatal

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla (H. Congreso del Estado de Puebla, 2021)

Artículo 104.- Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos la Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

Ley para la Protección del Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla (H. Congreso del estado de Puebla, 2002)

Artículo 5.- Corresponde al Estado la formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal, así como la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos.

Artículo 6.- Corresponde a los ayuntamientos del Estado formular, conducir y evaluar la política ambiental los servicios públicos de limpia, recolección, traslado, transferencia y disposición final de residuos sólidos urbanos.

Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla (Gobierno del Estado de Puebla, 2014)

Artículo 9.- Corresponde al Estado establecer mecanismos de coordinación con los Ayuntamientos para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, así como promover la creación de infraestructura para su correcto manejo.

Artículo 10.- Corresponde a los Ayuntamientos formular, expedir reglamentos y demás disposiciones jurídico-administrativas, establecer programas graduales y mecanismos para la separación de residuos y prevenir su generación, capacitar a los servidores públicos que intervienen en la prestación del servicio de limpia, establecer y mantener el registro que los grandes generadores de residuos, proporcionar a la Secretaría los datos e indicadores relativos a la generación, reducción, gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, y verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

Artículo 17.- La Secretaría es responsable de formular e instrumentar los programas para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, así como también fomentar a que los generadores utilicen materiales biodegradables e instalen contenedores para la clasificación de residuos.

Artículo 18.- Los Ayuntamientos deberán elaborar e instrumentar un diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios.

Artículo 54.- Las autoridades estatales se sujetarán a lo establecido en materia de residuos peligrosos, gestionando ante el generador su correcta disposición segregada de otros tipos de residuos.

Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla (Gobierno del Estado de Puebla, 2013)

Artículo 10.- Corresponde a los municipios a través de sus Ayuntamientos, el formular e instrumentar políticas y acciones para mitigar el cambio climático en congruencia del Plan Estatal de Desarrollo en materia de manejo de residuos sólidos urbanos.

Artículo 19.- Las autoridades estatales y municipales deberán implementar acciones específicas como reducir las emisiones provenientes del sector residuos.

I.II.IV Marco Jurídico Municipal

Ley Orgánica Municipal (Gobierno del Estado de Puebla, 2019)

Artículo 78.- Es atribución de los Ayuntamientos Formular, conducir y evaluar la política ambiental municipal.

Artículo 80.- Los Municipios deben establecer en sus reglamentos acciones tendientes a la promoción de Protección y preservación del medio ambiente, así como promoción de una cultura de la separación de la basura, e instrumentación de programas de recolección de desechos sólidos de manera diferenciada entre orgánicos e inorgánicos.

Artículo 199.- Los Municipios tendrán a su cargo la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

I.III El aumento de residuos durante los últimos años

El consumismo consiste en comprar o adquirir bienes y servicios por encima de lo que se considera básico o indispensable. Es decir, que es la acción de excederse en el consumo de un producto, un bien o servicio para atender las necesidades humanas y que no entran como aquellas de primera necesidad o básicas para vivir. Este concepto es relativamente nuevo, surge en el siglo XX con el origen del capitalismo, el cual crea la base de la sociedad del consumo en la actualidad, además que los medios de comunicación, redes sociales, marketing digital, etc., facilita la adquisición de todos esos bienes, servicios y productos. Pero ¿Esto qué

relación tiene con la generación de residuos? La cantidad de residuos generados está relacionada directamente con el estilo de vida que las personas han adoptado estos últimos años, el cual ha normalizado que todo aquello que se consume sea de un solo uso y desechable. El consumo de productos ya sea para nuestro consumo personal o entretenimiento, por lo general va en aumento por lo que es proporcional a todo aquello que se dispone en los contenedores de residuos. En el mundo se generan anualmente 2,010 millones de toneladas de residuos municipales sólidos (Mundial, 2018). En la Figura 1 se muestra la cantidad de residuos a nivel mundial y por región.

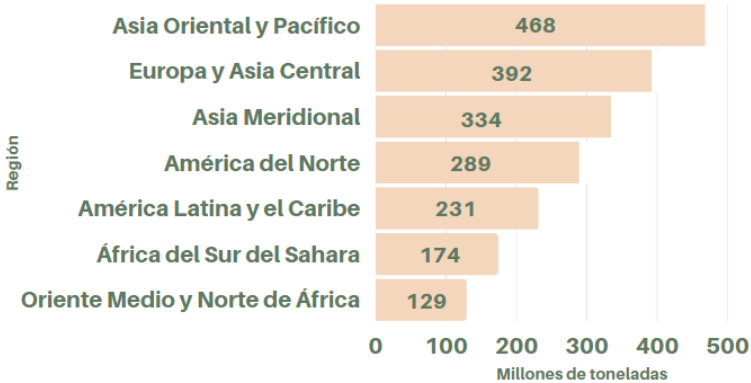


Figura 1. Generación de residuos por región.

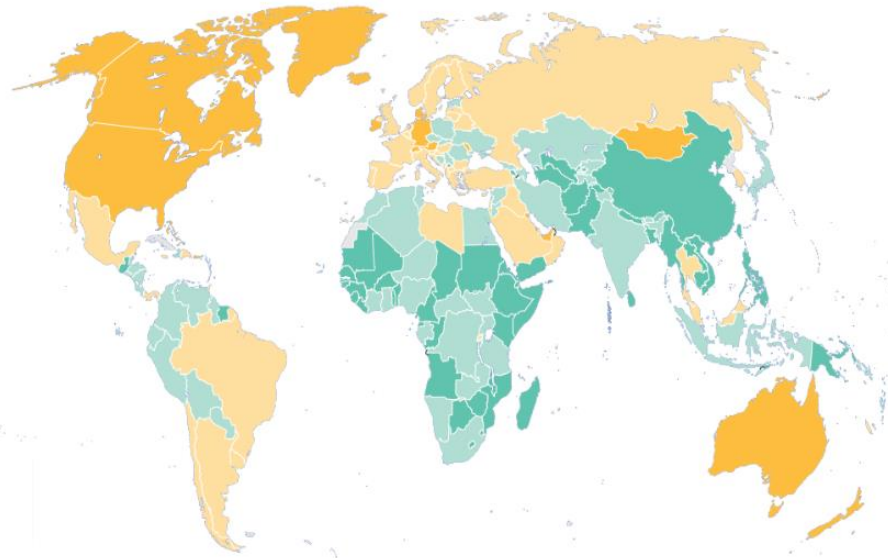
Fuente: Banco Mundial, 2018.

América Latina genera 231 millones de toneladas al año, México encabeza la lista de producción de residuos sólidos a nivel Latinoamérica al generar 1.16 kg por persona al día, seguido por Chile con 1.15 kg y Argentina con 1.14 kg, señaló Aldimir Torres, presidente de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC) (Staff, 2020).

En la Figura 2 se muestra la cantidad de residuos que se generan por país, donde México genera de 1 a 1,49 kg al día.

Cantidad de desechos generados por país (kilogramos / per cápita / al día)

0 a 0,49 kg. 0,50 a 0,99 kg. 1 a 1,49 kg. Más de 1,50 kg. Sin información



Fuente: Banco Mundial, 'Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050'. BBC

Figura 2. Cantidad de residuos generados por país.

Fuente: (Mundo, 2018).

Con lo anterior se puede observar que, como consecuencia del consumo desenfrenado de diferentes productos, bienes y servicios, la generación acelerada y mala gestión de residuos es un tema global. Y que, así como en todo el mundo se generan residuos, también existen países los cuales ya han optado por tomar medidas y alternativas para equilibrar esta problemática, por lo que es clave voltear a ver ese tipo de iniciativas y realizar ajustes y mejoras en nuestras actividades.

Como lo dice la LGPGIR, publicada el 8 de octubre de 2003, en su artículo 25 “*La Secretaría deberá formular e instrumentar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables*”, por lo que la SEMARNAT decide elaborar el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR). Es un estudio que comprende los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y los Residuos Peligrosos (RP) que se generan dentro del país, considerando la cantidad y composición de

estos, así como también la búsqueda de cambiar patrones culturales dentro de la sociedad para crear conciencia en la reducción de residuos, mejorar las condiciones de almacenamiento, transporte y disposición final. Por lo que en el año 2006 se realizó el primer DBGIR, documento base para elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009–2012. El último diagnóstico realizado fue en mayo del 2020, y como resultado de dichos censos, el total general de residuos generados a nivel nacional se muestra a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Promedio diario de RSU recolectados a nivel nacional.

<i>Entidad Federativa</i>	<i>T/día</i>	<i>Entidad Federativa</i>	<i>T/día</i>
Aguascalientes	1,330	Morelos	1,878
Baja California	3,535	Nayarit	1,146
Baja California Sur	737	Nuevo León	5,310
Campeche	888	Oaxaca	3,538
Chiapas	4,964	Puebla	5,991
Chihuahua	3,638	Querétaro	2,085
1 Ciudad de México	9,552	Quintana Roo	1,546
Coahuila de Zaragoza	3,032	San Luis Potosí	2,640
Colima	743	Sinaloa	3,068
Durango	1,767	Sonora	2,916
Estado de México	16,739	Tabasco	2,471
Guanajuato	6,031	Tamaulipas	3,591
Guerrero	3,421	Tlaxcala	1,123
Hidalgo	2,694	Veracruz	7,813
Jalisco	7,961	Yucatán	2,016
Michoacán	4,459	Zacatecas	1,505
NACIONAL (total)		120,128 T/día	

Fuente: Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, 2020.

Con la información anterior se identifica la composición porcentual de los residuos, como lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Composición porcentual promedio de los residuos a nivel nacional.

Categoría	Subproductos (residuos)	Porcentaje %
Susceptibles de aprovechamiento	Cartón	4.55
	Envase de cartón encerado	1.51
	Fibras sintéticas	0.34
	Hule	0.54
	Lata	0.98
	Material ferroso	0.88
	Material no ferroso	0.57
	Papel	5.07
	PET	2.63
	Plástico rígido y de película	7.66
	Poliestireno expandido	1.55
	Poliuretano	0.55
	Vidrio de color	1.60
	Vidrio transparente	3.13
TOTAL		31.55
Orgánicos	Cuero	0.46
	Fibra dura vegetal	0.73
	Hueso	0.52
	Madera	0.79
	Residuos alimentarios	33.07
	Residuos de jardinería	10.84
TOTAL		46.42
Otros	Algodón	0.15
	Loza y cerámica	0.46
	Material de construcción	0.70
	Pañal desechable	6.75

	Residuo fino	2.25
	Trapo	2.82
	Otros	8.90
	TOTAL	22.03

Fuente: Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, 2020.

En base con lo anterior, el estado de Puebla contribuye un 4.98% de generación de RSU a nivel nacional para el año 2020, lo que lo posiciona en el lugar 6 de los grandes generadores de residuos. Puebla tiene una recolección aproximada de 4,218 t/día, lo que equivale al 70.41% de cobertura (SEMARNAT, 2020).

El conocimiento de la composición de los residuos generados es de vital importancia para determinar el procedimiento para un adecuado manejo basándose en la valorización de estos, y además gestionar de una mejor manera la disposición de aquellos que no pueden valorizarse o incorporarse a los diferentes procesos de reciclaje, canalizándolos directamente a los Sitios de Disposición Final (SDF), también llamados rellenos sanitarios.

Puebla cuenta con 94 rellenos sanitarios, de los cuales la gran mayoría tienen poca vida útil o se desconoce su situación actual de condiciones y funcionamiento. Lo que provoca la desviación de los residuos y una mala gestión de estos. De acuerdo con el Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el estado de Puebla, define un relleno sanitario como *“una obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los cuales se disponen en el suelo en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población”* (Puebla, 2008). La Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT) reconoció que los 217 municipios del estado de Puebla tienen problemas en cuanto a los tiraderos de residuos clandestinos y saturación de los rellenos sanitarios que se encuentran aprobados ante la SEMARNAT.

I.IV Problemática medioambiental por la mala gestión de los residuos

Los residuos y todo lo que conlleva su manejo, tratamiento y disposición son un tema que en la actualidad es de suma importancia y que no se ha tomado con la seriedad que se merece, ya que no solo generan un impacto social y económico, sino también un impacto medioambiental. Existen diversos problemas medioambientales como consecuencia de una mala o nula gestión de residuos, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

- **Generación de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero (GEI):** Los desechos orgánicos tienen un fuerte impacto medioambiental, pudiendo contaminar la atmósfera, suelo y agua. Esto ya que se componen principalmente de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, entre otros elementos traza como el Fósforo, Azufre, Potasio, etc. Conocidos como CHONS. Al estar enterrados se inicia un proceso de descomposición, el cual se da en condiciones libres de oxígeno, de forma anaeróbica, produciendo gases que llegan a contaminar la atmósfera, los cuales son el Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂), así como también ácidos orgánicos y amoníaco (NH₃). Aunque las fuentes de emisión de estos gases se dan de manera natural en diferentes procesos, las acciones humanas son la mayor fuente de generación debido a su aumento descontrolado.
- **Adelgazamiento de la Capa de Ozono:** La capa de ozono es un gas natural presente en la atmósfera que funciona como una capa protectora entre la vida en la Tierra y la radiación ultravioleta del sol. Las Ozone-Depleting Substance(s) (ODS) o Sustancias Agotadoras de ozono (SAO) son sustancias químicas que tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono de la estratósfera, lo que genera una afectación a la capa de ozono (SEMARNAT, 2016). Algunas son clorofluorocarbonos (CFC), tetracloruro de carbono, halones, bromuro de metilo e hidroclofluorocarbonos (HCFC). En general son sustancias muy estables en la troposfera y que sólo se degradan en la estratosfera al ser sometidas a intensas radiaciones

ultravioletas. Cuando se rompen sus moléculas se liberan átomos de cloro y bromo que son los que destruyen ozono estratosférico.

- **Contaminación de suelos y agua:** Este problema comienza desde el momento en que se define un Sitio de Disposición Final (SDF) que esté operando de manera incorrecta o ilegal; o que este ubicado en una zona no apta. Un SDF es un área donde serán depositados los RS para su confinamiento de manera definitiva. Si bien algunos de los RS son inofensivos en contacto con el suelo, existen otros que pueden causar daños serios a largo plazo a los seres vivos y a su entorno en general, aun sean pequeñas cantidades. Esta práctica puede generar dos grandes problemas:

- Organismos vivos inhibidos o eliminados por completo, afectando la funcionalidad del suelo.
- Que compuestos químicos de los diferentes RS se transporten, por consecuencia de las condiciones del lugar, y entren en contacto con diversos organismos de distintos ecosistemas e impactar en la salud humana y silvestre. Ejemplo: lixiviados.

Al enterrar la “basura” en los vertederos que no están registrados o controlados, la materia orgánica presente se degrada formando un líquido llamado lixiviado. Es de color oscuro y de un olor fuerte. En condiciones no aptas y junto con otro tipo de residuos, resulta ser un contaminante para suelos y aguas superficiales y subterráneas.

- **Aumento de fauna nociva y enfermedades:** Aunque los insectos y animales cumplen su función en los diferentes ecosistemas, existen condiciones ambientales no muy favorables que influyen para que incremente su población y transmitan enfermedades. Las principales enfermedades peligrosas que pueden transmitirse mediante las especies son la peste bubónica, tifus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras.

I.V “El Mundo Secreto de ArboTerra”

“El mundo secreto de ArboTerra” es un parque con atracción tematizada por Africam Safari inaugurado el 21 de enero del 2017 y con una superficie de 23,461.33 m². Se ubica dentro del Parque Ecológico Revolución Mexicana, en el domo, entrando por la 35 oriente. En la figura 3 se encuentra la ubicación del parque y su vista satelital.



Figura 3. Ubicación de ArboTerra.

Este parque tiene como objetivo principal enseñar a sus visitantes más pequeños, la importancia del cuidado del medio ambiente y de la vida silvestre a través de sus recorridos y de las actividades que promueven. La temática del parque nos habla de 5 arbonautas, los cuales son niños con diferentes habilidades que, además de ser exploradores son protectores de la naturaleza y de las especies de animales que habitan dentro del parque. Durante todo el recorrido se tiene un contacto con las plantas y las diferentes aves que se encuentran en él. El mapa de ubicación de ArboTerra se encuentra en la figura 4, donde se señalan los puntos principales del mismo.

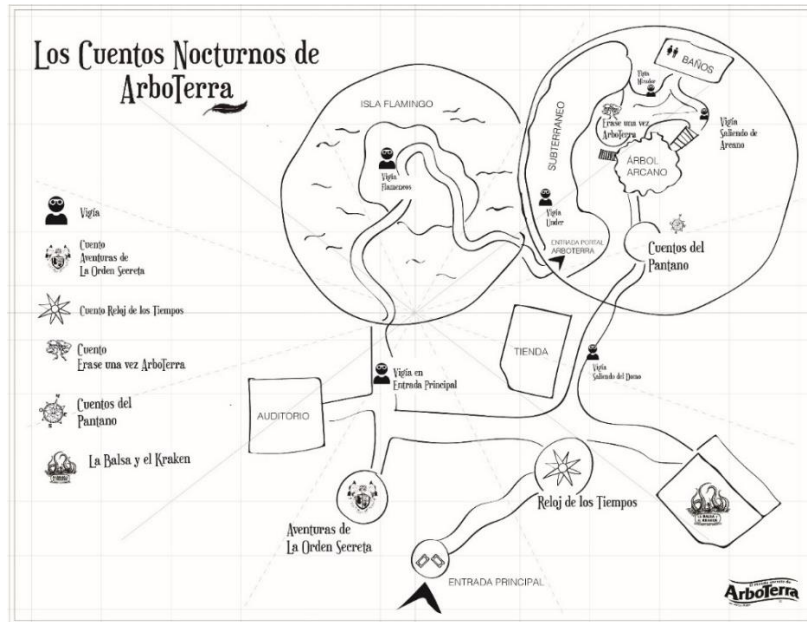


Figura 4. Mapa de ArboTerra.

Fuente: (ArboTerra, 2017).

ArboTerra cuenta con diversas políticas (ArboTerra, 2017):

Visión

Nos desarrollamos como colaboradores felices, conformando un equipo motivado, con carácter y comprometido a cautivar, satisfacer e inspirar a nuestros visitantes. Generamos y optimizamos recursos para:

- ✓ Contar con infraestructura y sistemas vanguardistas
- ✓ Desarrollar nuevas oportunidades de crecimiento de acuerdo con nuestra filosofía
- ✓ Impactar positivamente la conservación de la naturaleza manteniendo nuestro liderazgo

Misión

Protegemos apasionadamente la naturaleza. Generamos emociones significativas que inspiran a las generaciones presentes y futuras a amar y respetar el planeta.

Todo lo hacemos con responsabilidad y excelencia, de manera divertida y creativa.
Creemos que lo imposible es temporal.

Valores

- ✓ Conciencia ambiental
- ✓ Honestidad
- ✓ Realización laboral
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Respeto
- ✓ Profesionalismo

Objetivos filosóficos:

Conservación a través de la educación, investigación y recreación.

Objetivos estratégicos:

- ✓ Que vengan más
- ✓ Que comprendan más
- ✓ Que nos recomienden

Política de equidad e inclusión

Nos comprometemos a cuidar los derechos laborales de nuestro personal; promoviendo acciones que incluyan a todos-as y que garanticen:

- ✓ Ambiente respetuoso, libre de hostigamiento-acoso, discriminación y violencia
- ✓ Igualdad de trato y oportunidades para todas las personas, sin importar su género, religión, raza, preferencias sexuales, políticas, edad, nacionalidad, discapacidades, etc
- ✓ Equilibrio entre la vida laboral y familiar

Compartiendo con la sociedad los principios del MEG.

Política de calidad

Cumplir las expectativas de servicio de TODOS nuestros clientes TODAS las veces, a través de personal comprometido con la mejora continua, proporcionamos nuestros servicios en un ambiente seguro, familiar y divertido de una manera congruente con nuestra filosofía de respeto a la naturaleza.

Política ambiental

Como parte de un equipo comprometido con la sustentabilidad:

- ✓ Hago uso óptimo de los recursos
- ✓ Reciclo y reúso para disminuir los desechos
- ✓ Aprovecho racionalmente todo lo que utilizo para trabajar
- ✓ Inspiro a quienes me rodean a integrarse a este compromiso

Objetivos filosóficos:

Conservación a través de la educación, investigación y recreación.

Objetivos estratégicos:

- ✓ Que vengan más
- ✓ Que compren más
- ✓ Que nos recomienden

ArboTerra cuenta con una estructura organizacional en donde se distribuyen las funciones y responsabilidades que debe cumplir cada miembro. El parque se divide en tres licencias de producción:

- ✓ Tienda de souvenirs
- ✓ Restaurante “La Balsa y el Kraken”
- ✓ Parque

Cada licencia se compone de diferentes áreas, las cuales se muestran a continuación en la Tabla 5 junto con la distribución del personal.

Tabla 5. Distribución de personal en ArboTerra.

Licencia	Área	No. De trabajadores
Tienda de souvenirs	Taquilla	4
	Cocina	5
Restaurante	Barra	6
	Oficinas	3
Parque	Mantenimiento	7
	Soporte de vida y Clínica	5
	Guías	5

Fuente: Elaboración propia.

ArboTerra, además de ser un parque temático y recreativo, cuenta con un aviario. Un aviario es un espacio definido y delimitado dentro del cual cuenta con ciertas características especiales para las diversas especies que viven dentro de él. Este espacio se asemeja a su hábitat natural, por lo que su construcción cuenta con arbustos y plantas, en general toda su extensión es un área verde. Estas instalaciones necesitan de un mantenimiento adecuado por lo menos cada dos días, dependiendo de las condiciones del día, así como también del espacio. Además de cambio de agua y alimentos para las diferentes especies, los cuales deben de cumplir con una dieta específica.

El aviario forma parte de las Unidades de Manejo para Conservación de Vida Silvestre (UMA). Las UMA son instrumentos de política ambiental para la participación de la ciudadanía en la protección y conservación de la flora y la fauna nativas; son espacios donde se promueven esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado de la vida silvestre, por medio del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables contenidos en ellas (SEMARNAT, 2020).

El artículo 39 de la Ley General de Vida Silvestre nos dice que su objetivo principal es la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres, así como también la restauración, protección, mantenimiento,

recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.

Las UMA se clasifican en (SEMARNAT, s.f.):

Extensivas: También llamadas de vida libre, son aquellas donde las especies sujetas a manejo se encuentran libres en el predio, además de que se alimentan y resguardan bajo las condiciones naturales y sólo ocasionalmente se les proporciona alimento o cobijo. En estos casos no se tiene una certeza completa del número de ejemplares contenidos sino sólo estimaciones obtenidas a partir de muestreos; un ejemplo típico de UMA extensivas son los ranchos cinegéticos.

Intensivas: Son aquellas donde el manejo se efectúa bajo condiciones controladas y el mantenimiento de los ejemplares lo realizan técnicos en instalaciones regularmente cerradas con un control cercano de los ejemplares existentes. Ejemplos de UMA intensivas son los viveros, jardines botánicos y zoológicos.

Actualmente se tienen dos tipos de aprovechamiento de estos lugares, los cuales son:

Extractivos: Se realizan actividades de cacería deportiva, la producción de mascotas y especies de ornato, así como también la producción de pies de cría, alimentos e insumos para la industria.

No Extractivos: Se realizan actividades como el ecoturismo, la exhibición de ejemplares, la investigación y la educación ambiental.

ArboTerra, siendo un UMA intensiva y de aprovechamiento no extractivo, es parte de la Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios (ALPZA), el cual es un organismo regional que facilita la asociación entre los miembros y promueve su desarrollo integral con un enfoque de conservación, bienestar y educación ambiental. A su vez, ALPZA representa a Latinoamérica ante la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA), así como también ante la

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), entre otros.

Como promotor de la conservación de la naturaleza, es importante que de igual manera promueva el manejo de:

- Energías
- Combustibles
- Aguas
- Residuos

1.VI Manejo de residuos actual en ArboTerra

El manejo adecuado de los RSU no solamente involucra los efectos ambientales y de salud pública, también se relaciona con el uso adecuado y responsable de los recursos naturales y artificiales.

La búsqueda del reúso y reciclaje, además de la reducción de generación y una correcta disposición final de residuos, impacta directamente en la explotación creciente de los recursos, evitando así su agotamiento, disminución de energía, agua y emisiones de GEI. Todo lo anterior busca beneficios tanto económicos, sociales y ambientales para un desarrollo sustentable. Para el diseño de un sistema de gestión de residuos lo primero que se debe realizar es un diagnóstico inicial que permita conocer los aspectos técnicos y administrativos actuales del manejo de estos. ArboTerra, al ser parte de un parque concurrido y popular, cuenta con visitas constantes. Sus instalaciones en cuanto a la recolección y almacenamiento temporal de residuos no son los adecuados. Carece de distribución, señalización y control de ingreso y salida de residuos, por lo que en conjunto forma parte de una gran problemática interna y externa de ArboTerra, el Parque Ecológico y del Estado en general. Si bien cuenta con la una clasificación primaria y secundaria, no cuentan con un correcto tratamiento posterior ya que se canalizan a través de centros de acopio informales, que no cuentan con permisos necesarios de transporte o recolección, o que en su defecto se integran en el contenedor general del Parque

Ecológico. ArboTerra cuenta con tres licencias y cada una cuenta con diferentes áreas que las componen, por lo que la generación de residuos depende de los diferentes productos y servicios que utilizan en cada una. De manera general, se tiene una clasificación básica de residuos orgánicos, inorgánicos, PET, latas de aluminio, Tetrapak y aceite usado. Cada residuo se tiene en su contenedor y se almacena temporalmente, posteriormente se destina a los contenedores del Parque Ecológico, por lo que no se les da un tratamiento de reciclaje a cada uno.

1. **Tienda de Souvenirs:** El sector turístico es un elemento importante para la distribución y venta de souvenirs. La mayoría de las personas que visitan algún lugar tienden a comprar recuerdos u objetos del lugar, por lo que la comercialización de estos artículos ha generado que se desarrollen puntos específicos de venta, los cuales cuentan con una amplia variedad de propuestas para los diferentes gustos, edades y presupuestos. Debido a esto, se debe tomar en cuenta los productos que se adquieren y los residuos generados. Los productos de venta de ArboTerra siempre llegan en paquetes, por lo que el principal residuo al desempacar los souvenirs es el cartón, seguido del plástico (empleado). Pueden ser destinados al almacén temporal del parque en un espacio techado y entran en los residuos que pueden ser reciclados y valorizados. Además de que se pueden reutilizar para el mismo parque, ya sea para actividades con los visitantes, escenografías, etc.
2. **Restaurante:** En la actualidad el restaurante “La Balsa y El Kraken” cuenta con una gran variedad de platillos y bebidas, por lo que sus residuos son igual de diversos y en cantidades un poco elevadas. La acumulación de restos de alimentos, por su riqueza en materia orgánica, puede llegar a ser un problema sanitario, ya que pueden llegar a crecer y proliferarse distintos tipos de microorganismos, hongos y plagas (moscas, hormigas, cucarachas, roedores), los cuales pueden convertirse en vectores y contaminar otras superficies, utensilios de cocina y los propios alimentos. Es importante tener seguridad y sanidad alimentaria tanto para la manipulación de los alimentos como la de los residuos. Existen otros puntos importantes a tomar en cuenta que afectan

directamente en la generación de residuos, en primer lugar el desperdicio de comida, es un problema que por lo general se ha normalizado por lo que se debe generar la conciencia sobre el desperdicio y generar alternativas de aprovechamiento de los alimentos; el uso de cubiertos y empaques desechables va en incremento por la accesibilidad y la practicidad que este tipo de productos ofrecen, los cuales tienen un tiempo de degradabilidad variable, por ejemplo el unigel va de entre los 500 a los 800 años, bolsas plásticas alrededor de 150 años y los popotes hasta los 200 años; y la disposición incorrecta de los aceites de origen vegetal o animal utilizados para la preparación de los alimentos, los cuales si son desechados en fregaderos, inodoros u otros sitios de la red de saneamiento pública generan otra serie de problemas como taponamientos en las tuberías, dificulta el proceso de depuración de grasas en las aguas residuales aumentando costos y tiempo, al llegar a ríos o mares crea una película superficial debido a las propiedades del aceite con el agua, que afecta en el proceso de intercambio de oxígeno perjudicando a todos los seres vivos que habitan en esos ecosistemas. Un litro de aceite puede llegar a contaminar aproximadamente 40,000 litros de agua, lo que equivale al consumo de agua promedio de una persona.

3. **Parque:** El parque comprende varias áreas las cuales son mantenimiento, taquilla, Recursos Humanos (RH), auditorio, oficinas generales, soporte de vida, clínica y otros (baños). Cada área realiza actividades diferentes, por lo que el consumo de productos y uso de herramientas son diversas, por lo que los residuos también comparten esa diversidad. Los residuos generados en todas estas áreas se concentran en contenedores generales, es decir, únicamente con la clasificación de orgánicos e inorgánicos, por lo que residuos como papel, cartón, plástico no se separan en los puntos generación directa.

Durante el 2018 se realizó un estudio significativo sobre la generación de RSU dentro del parque. Sin embargo, para este plan se realizaron nuevos estudios y análisis tomando en cuenta la situación actual de la pandemia de Covid-19, la cual ha modificado de manera drástica la generación de los residuos debido a las

restricciones sociales impuestas por las autoridades a nivel estatal. Los resultados de dicho estudio se someterán a un análisis con los del presente trabajo y así tener un panorama más amplio de la generación de residuos en ArboTerra.

I.VII Plan de Manejo de Residuos (PMR)

Para realizar la presente propuesta es necesario estructurar la manera básica de un correcto Plan de Manejo de Residuos (PMR), el cual debe ser avalado por la organización. El desarrollo y gestión de un PMR tiene como objetivo llevar a cabo lo establecido en la legislación vigente de la LGPGIR y su Reglamento, así como el marco legal estatal. Un Plan de Manejo es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021).

Para la realización de un PMR se verifican tres etapas fundamentales:

1. **Diagnóstico:** Es un análisis inicial que tiene como objetivo determinar y conocer las características de cualquier situación, y en base a los resultados preliminares poder gestionar soluciones. Este análisis se basa en observar y recolectar datos de la actualidad y a partir de éste.
2. **Planeación:** Es el proceso en el que se toman decisiones que tengan un impacto a futuro, teniendo en cuenta la situación actual mediante el diagnóstico previo y los factores internos y externos que se relacionan.
3. **Ejecución:** Durante esta etapa se realizan aquellas acciones que harán el cumplimiento de lo que previamente se planeó para el desarrollo de un

proyecto. Se toman en cuenta indicadores para conocer y exponer los resultados y si estos son los esperados, si se cumplen las expectativas, o en su caso se necesita realizar cambios.

Existe un método que ayuda a la priorización las opciones de manejo de los residuos llamada jerarquía del manejo de residuos sólidos que se muestra en la Figura 5.

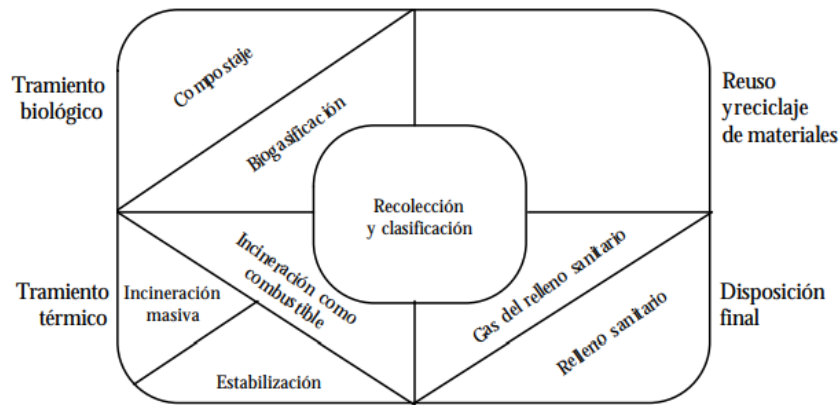


Figura 5. Manejo integral y sustentable de los residuos sólidos municipales.

Fuente: (Medina Ross, y otros, 2001)

Sin embargo, la interpretación del enfoque citado debe ser flexible y ajustarse a las realidades locales, así como tomar en consideración diversos elementos como los que se citan a continuación:

- No siempre el reciclado de residuos es la mejor opción desde la perspectiva ambiental y económica, como lo muestra la aplicación del análisis del ciclo de vida comparativo, en el que se pone en perspectiva esta opción respecto de la generación de los materiales primarios correspondientes.
- La selección de las combinaciones de formas de manejo de los residuos y de las prioridades que deben asignárseles, requiere hacerse con base en diagnósticos que permitan conocer las situaciones que privan en cada localidad respecto del tipo y volúmenes de residuos que se generan, la infraestructura disponible o accesible para su manejo y los mercados de los materiales secundarios, entre otros.

- La factibilidad económica de las distintas modalidades de manejo de los residuos sólidos.

Por lo anterior, la jerarquía debe ser vista más como un menú de posibles opciones de manejo de residuos, que como un esquema rígido (Medina Ross, y otros, 2001). Con base de lo anterior, un PMR se complementa de diferentes etapas como lo muestra la Figura 6, las cuales en cada una contempla el ciclo de vida de los residuos. A continuación, se describe cada una de ellas:



Figura 6. Estructura de un Plan de Manejo de Residuos.

Fuente: Elaboración propia.

1. Generación

La generación, según la LGPGIR se define como la acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo. Es una consecuencia de las actividades diarias que una o un grupo de personas realizan. Gran parte de los residuos que se generan en los procesos de diferentes actividades son subproductos que pueden ser aprovechados por sus características y propiedades. Tales residuos son derivados del consumo, operación y mantenimiento de todas las áreas que forman parte de las instalaciones del lugar en cuestión. El artículo 18 de la LGPGIR establece que los RSU tienen una separación primaria y secundaria, las cuales consisten en lo siguiente:

Separación primaria: Separación de los RSU en orgánicos e inorgánicos.

Separación secundaria: Separación de los RSU que sean inorgánicos en residuos susceptibles de ser valorizados.

Esta primera etapa es fundamental para el desarrollo del PMR, ya que en ella se identifican los residuos y las cantidades generadas.

2. Almacenamiento

Es la acción de retener temporalmente los residuos, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se disponen (SEMARNAT, SEMARNAT, 2019). Para un correcto almacenamiento es necesario conocer los residuos que se generen, de esta manera se puede determinar:

- ✓ Capacidad adecuada de los contenedores
- ✓ Material de los contenedores
- ✓ Características visuales (color, señalización, ubicación)

El funcionamiento de esta etapa se basa en lograr una correcta clasificación de residuos recibidos y una optimización de las vías de gestión, las cuales buscan la maximización de los residuos enviados a recuperación, reciclaje o valorización y minimizando los porcentajes de aquellos destinados a su eliminación o rellenos sanitarios. Existen dos formas de almacenamiento:

Almacenamiento in situ: Es el lugar donde se almacenan los residuos de manera inmediata y por un muy corto tiempo, es decir, que los contenedores se ubican en las diferentes áreas o puntos del lugar donde se generan directamente los residuos. Se debe de contar con contenedores especiales y con características especiales que puedan cumplir con las necesidades de cada área, además de estar señalizados.

Almacenamiento temporal: Es el lugar donde se almacenan los residuos provenientes del *almacenamiento in situ*. Esta área es más grande ya que se concentran todos los residuos.

Para un correcto espacio de almacenamiento de residuos se debe de cumplir con un conjunto de condiciones para que sea un área segura y adecuada:

- ✓ Las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas deben estar separadas
- ✓ El área debe estar ubicada en una zona donde se reduzcan riesgos ya sean por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones o inundaciones

- ✓ Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados
- ✓ El almacenamiento debe realizarse en contenedores señalizados e identificados, en espacios delimitados considerando las características de estos
- ✓ Contar con ventilación natural o forzada.
- ✓ Pueden estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con iluminación natural o artificial

3. Recolección

La recolección son diferentes acciones que permiten que los gestores de recolección de residuos puedan cargarlos dentro de sus vehículos recolectores verificados. Para esto existen dos tipos de recolección:

Recolección general: Es aquella que no discrimina los distintos tipos de residuos.

Recolección diferenciada: Es aquella que realiza una separación de residuos de acuerdo con su tratamiento y valorización posterior.

4. Sistemas de transferencia

El propósito de los sistemas de transferencia es trasladar los RSU del vehículo recolector a los vehículos de transferencia, los cuales tienen mayor capacidad de carga, y de esta manera pueda transportar mayor cantidad de residuos. Posteriormente, de acuerdo con la naturaleza de los residuos los gestores de recolección los destinan a centros de acopio autorizados (ya sea a empresas compradoras y/o empresas transportistas autorizadas ante la secretaría) en donde se almacenarán antes de que inicien con su proceso de reciclaje. Las principales ventajas de estos sistemas son (INECC, 2007):

- ✓ Disminución de costos de transporte y tiempo en la recolección de residuos

- ✓ Reducción del tiempo de trayecto de los vehículos de recolección al sitio de disposición final
- ✓ Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de vehículos recolectores
- ✓ Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección
- ✓ Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufrían al transitar hasta el sitio de disposición final
- ✓ Reducción de contaminación ambiental
- ✓ Reducción a las afectaciones a la salud pública

5. Tratamiento

La etapa de tratamiento consiste en que a la llegada de los residuos a las plantas de tratamiento estos se clasifican según su material, características y propiedades para su posterior proceso de valorización, venta o ingreso a nuevos procesos productivos.

6. Disposición final

Como última etapa de un PMR comprende un conjunto de operaciones con el propósito de lograr el depósito de todos aquellos residuos que no fueron seleccionados durante la etapa de tratamiento en rellenos sanitarios autorizados. Los rellenos sanitarios deben hacer cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y monitoreo, así como también la evaluación de estos para la clausura de no cumplir con los requerimientos establecidos en la norma (SEMARNAT, Biblioteca SEMARNAT, 2004). Estos sitios cuentan con estrictos procedimientos de operación y elementos de control, como los sistemas de impermeabilización por medio de un geosintético o geomembranas que se emplea como barrera que impide la contaminación del suelo y las aguas subterráneas y permiten la eliminación adecuada de gases y lixiviados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Dentro de este capítulo se desarrolla la metodología para la propuesta y gestión de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (PMRSU) dentro del parque ArboTerra.

Dicha metodología se conforma de las siguientes etapas junto con las actividades, las cuales se muestran en la Figura 7:

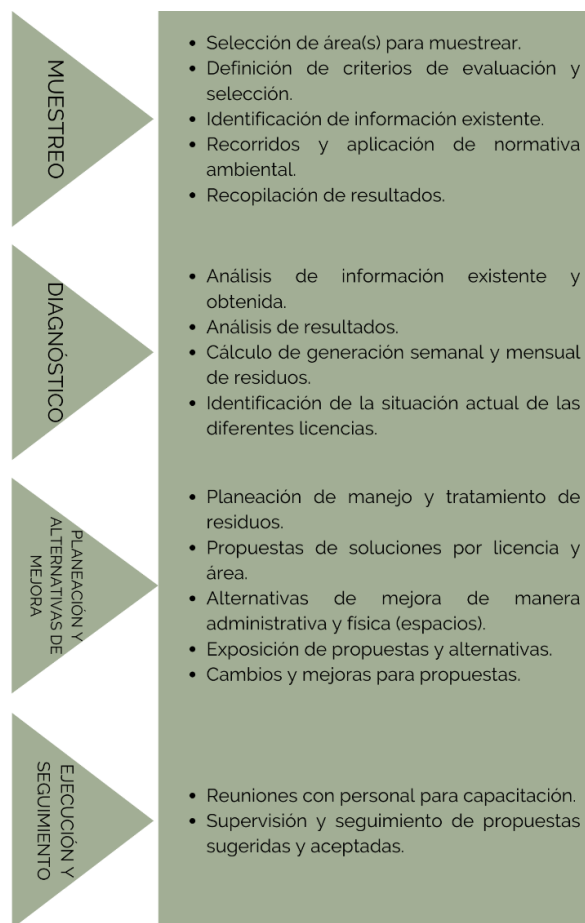


Figura 7. Metodología para la gestión de un PMRSU.

Fuente: Elaboración propia.

Para la correcta identificación de residuos que se generan en ArboTerra, se desarrollaron una serie de actividades a realizar durante las visitas al parque.

1. Introducción con el personal de ArboTerra para conocer las actividades que se realizan dentro del parque y recorrido de ubicación de las diferentes áreas.
2. Recorridos en todas las instalaciones para identificar los puntos de generación de residuos.
3. Aplicación de encuesta a personal de mantenimiento en temas de residuos y composteo.
4. Análisis de contenedores utilizados para depositar los residuos actualmente.

Cada actividad fue revisada y avalada por la responsable del área ambiental dentro del parque ArboTerra.

II.1 Identificación de residuos por área

Un PMR es único para cada establecimiento, por eso es muy importante el análisis de los residuos que se generen. Para la correcta identificación de residuos se tomaron en cuenta las siguientes actividades:

1. Recorridos en el parque para la identificación de los puntos de generación.
2. Análisis de capacidad y material de los contenedores de residuos ubicados en los diferentes puntos del parque para evaluar su funcionalidad e impacto en base a lo que se demanda.
3. Aplicación de la **NOM-AA-015-1985** para identificar las características de los residuos.

ArboTerra cuenta con un análisis y cuantificación de residuos de las licencias que lo componen, los cuales se realizaron en el 2018. Para este Plan se realizaron nuevos estudios tomando en cuenta la situación actual de la pandemia COVID-19, la cual ha modificado considerablemente la generación de residuos debido a las restricciones sociales impuestas por las autoridades a nivel estatal.

El parque al dividirse en tres licencias, se toman en cuenta las áreas que las componen y que son generadoras de residuos:

- a) ArboTerra – Mantenimiento, taquilla, RH (oficinas), auditorio, soporte de vida, clínica y baños

- b) Tienda de souvenirs – Tienda
- c) Restaurante “La Balsa y el Kraken” – Cocina y barra

Para la correcta identificación de residuos generados en ArboTerra se utilizó el *método de cuarteo* según la **NOM-AA-015-1985**, la cual establece un procedimiento para la determinación de las características homogéneas de los residuos sólidos del área a estudiar. De acuerdo con la norma, se utilizaron las siguientes herramientas:

- Báscula con capacidad de 40 kg
- Bolsas de polietileno para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias)
- Palas de jardinero
- Guantes
- Mascarillas protectoras/cubrebocas

Se siguió el proceso que se describe en la Figura 8:

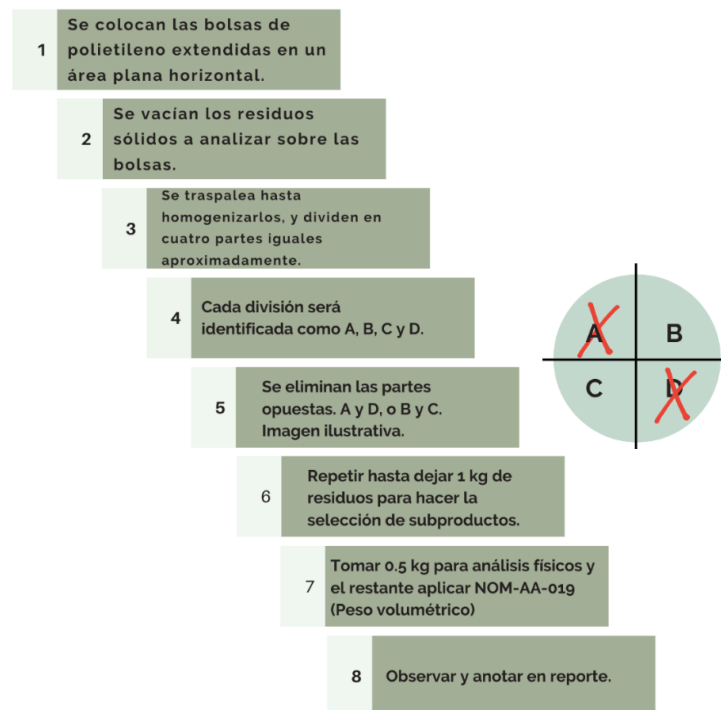


Figura 8. Proceso de método de cuarteo de NOM-AA-015-1985.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis y resultados que se presentan a continuación son de un tiempo de 4 meses, abril – agosto de 2021. Los datos recolectados se generaron durante dos semanas en días aleatorios de visita al parque, pesando los residuos generados en cada área y, en base a esa información, se calculó la generación de manera semanal y mensual.

III.I Identificación y cuantificación de los residuos generados

A través del método de cuarteo se identificaron, de manera representativa, los tipos de residuos que se generan en las diferentes licencias de ArboTerra. Posteriormente se procedió a pesar los residuos de cada área y se calcularon los kg al día generados, los cuales se presentarán en el capítulo III. En la Tabla 6 se muestran los residuos identificados en las diferentes áreas del parque.

Tabla 6. Identificación de residuos por área.

Licencia	Área	Residuos identificados en base a NOM-AA-015-1985
Tienda de souvenirs	Tienda de souvenirs	<ul style="list-style-type: none">- Tickets- Orgánicos- Plásticos- PET- Cubrebocas
Restaurante	Cocina	<ul style="list-style-type: none">- Orgánicos- Tetrapak- Cartón- PET- Unicel- Aluminio- Servilletas- Cubrebocas
	Barra	<ul style="list-style-type: none">- Vidrio

		<ul style="list-style-type: none"> - Aluminio - Orgánicos - Servilletas
Parque	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Madera - Chatarra - Cartón - Cubetas de pintura - Cubrebocas
	Taquilla	<ul style="list-style-type: none"> - Tickets - Papel - Cartón
	RH (Oficinas)	<ul style="list-style-type: none"> - Papel - Toners - Plástico - PET - Orgánicos - Cubrebocas
	Auditorio	<ul style="list-style-type: none"> - PET - Papel - Servilletas - Unicel - Envolturas - Cubrebocas
	Soporte de vida	<ul style="list-style-type: none"> - Orgánicos - Residuos de podas - Costales o bolsas de alimento
	Clínica	<ul style="list-style-type: none"> - Jeringas - Algodón - Gasas

		- Medicamentos (envases y cajas)
		- Cubrebocas
	Sanitarios	- Desechos sanitarios

Fuente: Elaboración propia.

La identificación de residuos ayuda a evaluar sus características. Esto es fundamental para definir su tipo de tratamiento, ya sea que pueda ser valorizado o pase a un proceso de reciclaje, o por último a su eliminación o destino final a un relleno sanitario.

Para la cuantificación de los residuos se realizó el pesaje de cada residuo en cada área generadora, se anotó en una bitácora virtual y se realizaron los cálculos, los resultados se muestran en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7. Residuos generados totales.

Residuo	Kg semanal	Kg mensual
Biológico infeccioso	1.504	6.016
Inorgánico	28.547	114.188
Madera	1.37	5.48
Materia orgánica	193.216	772.864
Metal (Latas)	1.284	5.136
Papel	2.01	8.04
Cartón	2.457	9.828
Plástico	2.016	8.064
Tetrapak	1.414	5.656
Vidrio	4.823	19.292
TOTAL	238.641	954.564

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Residuos orgánicos e inorgánicos totales generados en ArboTerra.

Residuos orgánicos	
TOTAL semanal	193.216 kg
TOTAL mensual	772.864 kg
TOTAL anual	9,274.368 kg
Residuos inorgánicos	
TOTAL semanal	28.547 kg
TOTAL mensual	114.188 kg
TOTAL anual	1,370.256 kg

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9 se presenta la distribución de composición de los residuos dentro de ArboTerra.

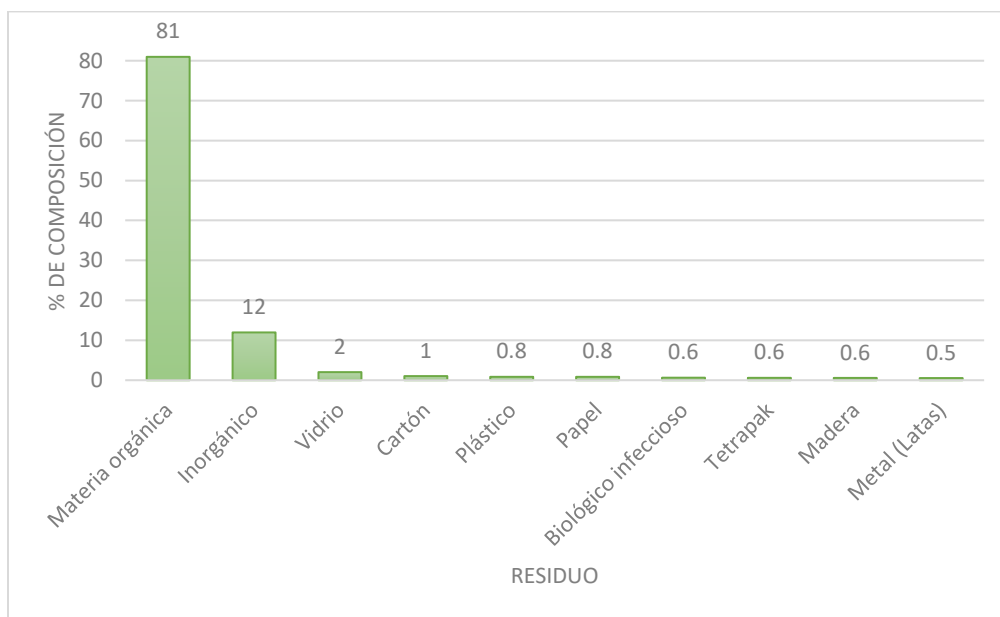


Figura 9. Composición porcentual de residuos generados mensualmente.

Fuente: Elaboración propia.

Con base a lo anterior, se puede observar que el 81% corresponde a materia orgánica, procedente de los residuos generados por el alimento de los animales dentro del parque y del restaurante, mientras que el otro 19% se divide en los

diferentes residuos (inorgánico, madera, metal (latas), papel y cartón, Tetrapak, plástico, vidrio, biológico infeccioso). Durante el 2018, se realizó un estudio similar para la identificación y cuantificación de residuos generados en ArboTerra. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9. Identificación y cuantificación de RSU en ArboTerra durante el 2018.

RSU	Área o Departamento.	Cantidad Generada (Mensual)
Materia Orgánica	Restaurante, Oficinas, Soporte de vida	884.6 kg/mes
PET	Restaurante, Oficinas	5.2 kg/mes
Cartón	Restaurante	5.25 kg/mes
Papel	Oficinas Administrativas	9.16 kg/mes
Vidrio	Restaurante	34.5 kg/mes
Latas	Restaurante	10.41 kg/mes
Madera	Mantenimiento	1.2 kg/mes
Plásticos de No. 2	Restaurante	2.4 kg/mes
Otros residuos	Restaurante	121.22 kg/mes

Fuente: (Aguilar Rosete, 2018)

El análisis de los resultados obtenidos para esta propuesta y los obtenidos durante el 2018 marcan una diferencia en cuanto a la cantidad de generación mensual. Hubo una disminución de algunos de los residuos, por ejemplo, los orgánicos. Esto se debe a los lineamientos emitidos por el gobierno debido a la pandemia de COVID-19 muchos espacios fueron cerrados temporalmente. El tipo de residuos generados no han cambiado durante estos años, a excepción de los cubrebocas desechables.

III.II Propuesta para un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ArboTerra (PMRSU)

La propuesta de PMRSU para el parque ArboTerra se basa en su manejo integral, el cual debe de realizar actividades que cumplan los objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Anteriormente se explicó mediante la Figura 6 un PMR con sus etapas básicas para que el proyecto se lleve a cabo con éxito. Con base a esa información se proponen ciertos puntos de mejora que se muestran en la Figura 10, ya que la situación actual dentro de ArboTerra, en cuanto al manejo de los residuos, no es eficiente.

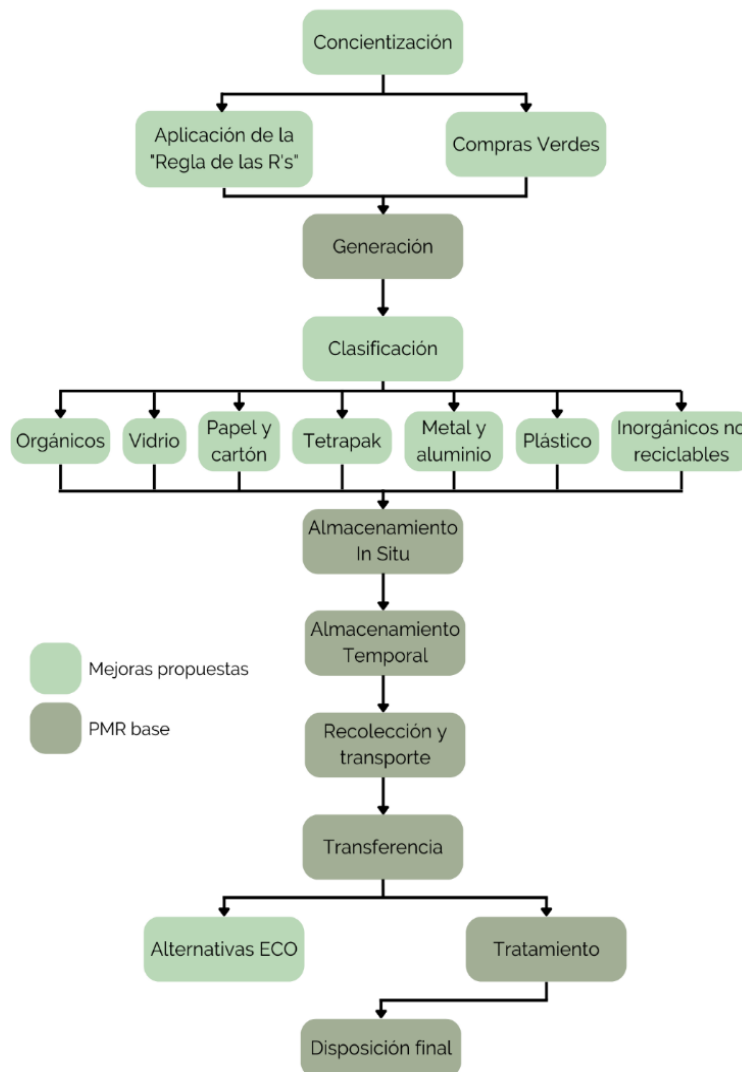


Figura 10. Estructura para el PMRSU en ArboTerra.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la estructura anterior propuesta, se desarrollarán los principales puntos de mejora para que la gestión, tratamiento y disposición de los residuos y que esto ayude a mejorar el impacto de las actividades del parque hacia el medio ambiente. Se engloban varias actividades que se describen a continuación.

- 1. Concientización:** Es la búsqueda de adquirir y generar conciencia o conocimiento de alguna situación, en este caso en el consumo de productos y el impacto que tienen sobre el medio ambiente. Las actividades por realizar tienen como objetivo disminuir y mitigar la crisis ambiental generada por el incremento de residuos. Generar una cultura ambiental dentro de ArboTerra que permita la práctica de los valores morales, sociales y éticos que puedan desarrollarse en diversas actividades, pláticas o que relacionen a los colaboradores y visitantes con el medio ambiente, y que no afecten el equilibrio natural del mismo. Para la concientización es importante partir de la *reducción*, técnica, proceso o actividad que evita, elimina o reduce un desecho desde su fuente de origen (Williams, 1998). Esta actividad se encuentra en primer lugar ya que es muy importante que, a través de formas inteligentes de compras, planificación y reutilización, se reduzca o elimine la generación de residuos en los diferentes procesos desde un inicio. Es decir, en el momento en el que el consumidor piense en adquirir un producto, reflexione sobre el impacto que este tendrá dentro del parque y fuera de él. Las iniciativas parten de la información que se comparte con las personas en cuanto a los impactos que tienen los diferentes residuos; la búsqueda de medidas preventivas para el consumo o no de un producto y que además tengan beneficios económicos; y el impacto que tienen los productos que se consumen y los residuos que estos generan y que opciones *verdes* pueden sustituirlos.
- 2. “Compras verdes”:** Se refiere al consumo de productos que sean amigables con el medio ambiente, y que, que dentro de su producción se cumpla con los mismos principios ambientales para reducir su impacto. Una “administración

sustentable” del parque generaría la práctica de consumir con responsabilidad los bienes materiales y servicios que se utilizan. Dentro de las iniciativas se encuentran las siguientes:





- Preferir insumos y productos orgánicos, reciclados, biodegradables y reutilizables
- Evitar empaques y embalajes, optar por compras a granel
- Evitar usar materiales que dañen el medio ambiente
- Ser parte de la “Economía Circular”¹ dentro del parque
- Establecer convenios de recolección y reciclaje

La Secretaría de Medio Ambiente (SEDEMA) cuenta con lineamientos de Compras Verdes para la administración pública de la CDMX. Se cuenta con anexos donde se enlistan los bienes con características y especificaciones de menor grado de impacto ambiental junto con la norma que debe de cumplir, así como también aquellas etiquetas ambientales o ecoetiquetas² que deben tener los productos a adquirir para mitigar la emisión de GEI. En el documento se establecen las características y especificaciones de compra de bienes, esto a fin de que el gobierno considere el impacto que tienen los productos en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida (desde los materiales utilizados durante su fabricación, hasta la manera en que son usados, así como su disposición final) (SEDEMA, 2018). A continuación, en la Tabla 10 se presentan algunas de las etiquetas ambientales o ecoetiquetas a considerar.

Tabla 10. *Etiquetas ambientales o ecoetiquetas.*

Sello	Tipo de producto	Características
Productos de papel, cartón e impresos adquiridos como materia prima		

¹ *Economía circular: Movimiento político y socioeconómico creciente que se basa en la economía ecológica, la ecología industrial y la ética relacionada con la finitud de los recursos naturales* (Jiménez Herrero, y otros, 2019).
² *Etiquetas ambientales o ecoetiquetas: Distintivo o sello que permite diferenciar los bienes y servicios que pueden demostrar el cumplimiento de los criterios ambientales basados su ciclo de vida, las cuales son otorgadas por diferentes organismos nacionales e internacionales* (Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México, 2018)

	<p>Papel, madera y productos de madera.</p>	<p>Garantiza que los materiales para la fabricación de los productos provienen de bosques con certificación de FSC, significa que el manejo forestal es sustentable y responsable.</p>
	<p>Papel periódico, papel para bolsas y envolturas, papel para sacos, cartoncillo, cajas corrugadas y cajas de fibra sólida.</p>	<p>El sello de Mariposa Monarca se encuentra en diferentes tipos de papel y garantiza que fue fabricado con fibra reciclada. Asegura el cumplimiento de la Norma Mexicana para la industria de la celulosa y del papel: NMXN-107-SCFI-2010.</p>
	<p>Madera y productos de madera.</p>	<p>Garantiza que el producto proviene de bosques de manejo sustentable, cumpliendo con los principios de la Norma Mexicana para la certificación de manejo sustentable de los bosques: NMX-AA-143-SCFI-2008.</p>
<p>Material de limpieza</p>		
	<p>Detergentes y productos de limpieza.</p>	<p>Este sello garantiza que los productos de limpieza están hechos con productos naturales y/u orgánicos y producidos a través de procesos sustentables. Los componentes deben ser de origen natural.</p>
	<p>Detergentes.</p>	<p>Certifica a productos que provienen de comercio basados en principios como el respeto de los derechos humanos y laborales, cuidado de los ecosistemas y prácticas agrícolas sustentables.</p>
	<p>Detergentes y productos de limpieza.</p>	<p>Es la certificación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA en inglés). Los productos con este sello representan una alternativa a los productos derivados del petróleo y contienen componentes derivados de plantas y/o productos agrícolas renovables. Incluye más de 250 categorías de productos: limpieza, papel, fertilizante, pinturas y recubrimientos, resinas plásticas y artículos hechos de químicos renovables.</p>
<p>Material eléctrico y electrónico/Refacciones y accesorios menores de equipo de cómputo y tecnologías de la información</p>		
	<p>Diferentes aparatos electrónicos y electrodomésticos (refrigeradores, acondicionadores de aire, lámparas, etc.)</p>	<p>La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE) ha desarrollado un sistema de etiquetas amarillas indicando el consumo de energía de diferentes grupos de productos electrónicos y electrodomésticos.</p>
	<p>Productos electrónicos para la oficina y casa (computadoras, laptops, copiadoras, impresoras, pantallas, televisores, teléfonos,</p>	<p>Energy Star es una certificación de eficiencia energética, los consumidores pueden ahorrar en sus facturas de electricidad y proteger al ambiente. La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) garantiza que</p>

	electrodomésticos, ventiladores).	estos productos estén certificados por terceros independientes.
	Equipos eléctricos y electrónicos.	El sello CE es el proceso mediante el cual el fabricante/importador informa a los usuarios y autoridades competentes de que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales.
	Electrodomésticos, acondicionadores de aire, refrigeradores, iluminación, aislantes térmicos, puertas, ventanas.	El sello FIDE es para electrodomésticos y equipos eléctricos que utilizan la energía eléctrica de forma eficiente, contribuyendo directamente al ahorro de energía. El sello FIDE B se otorga a productos que ayudan ahorrar energía por su aplicación o instalación (ej. aislantes térmicos).
	Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	El certificado Rohs, garantiza la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. (RoHS del inglés "Restriction of Hazardous Substances").
	Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	Esta certificación evalúa el grado de cumplimiento en los procesos, productos, servicios e instalaciones, comprobando el cumplimiento de normas, para que el producto sea confiable.
	Electrónicos (monitores, laptops, tabletas, teléfonos celulares, computadoras, proyectores, audífonos).	Indica que los productos electrónicos son manufacturados, usados y reciclados con responsabilidad ambiental y social. Además, los fabricantes tienen que cumplir con estándares establecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y respetar derechos laborales.
Productos químicos básicos/Muebles de oficina y estantería		
	Muebles, pinturas y otros materiales para la construcción.	Este sello certifica productos para la construcción y decoración de oficinas que tienen bajas emisiones químicas durante su uso.
Productos que reducen su gasto de agua		
	Flujómetros, regaderas empleadas en aseo corporal, Inodoros para uso sanitario, válvula de admisión y descarga para tanque de inodoro, válvulas y grifos para agua.	Productos que reducen su gasto de agua y han demostrado el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana (NOM) vigente que otorga este distintivo.

Fuente: (Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México, 2018)

Estos lineamientos se pueden usar como referencia para promover una administración sustentable dentro de ArboTerra y lograr identificar de manera más

fácil los bienes y productos que cumplan con aquellas características y no sean nocivos para el medio ambiente.

3. Clasificación: Es la práctica en la cual se evalúan y priorizan ciertos residuos de acuerdo con sus características, para que puedan ser reutilizados o reciclados. De esta manera, pueden ser parte de otros procesos como materia prima. Su clasificación se basa de acuerdo con su fuente de origen, su biodegradabilidad y composición de manera general, como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Clasificación e iconografía de RSU por la SEMARNAT.

Fuente: SEMARNAT.

El uso de esta iconografía ayuda a estandarizar la imagen a nivel nacional de los símbolos para identificar de manera rápida, clara y precisa cada residuo que se genere. La SEMARNAT proporciona una guía de diseño para la realización de la señalética, siempre y cuando se utilice de manera adecuada y respetando los lineamientos que en ella se expresan.

La iconografía de RPBI y RME no la brinda SEMARNAT, por lo que se propone la mostrada en la Figura 12.



Figura 12. Clasificación e iconografía de RPBI y RME.

Fuente: Elaboración propia.

El uso de la iconografía anterior dentro de ArboTerra tiene como objetivo iniciar una separación de residuos desde cada uno de los puntos de generación de las diferentes áreas del parque y de esta manera canalizarlos al centro de acopio donde igualmente se respetará la clasificación y señalización de los residuos.

4. Aplicación de la Regla de las R's:

La “Regla de las R's” consiste en la disminución de residuos y el impacto de las actividades humanas a través de acciones. La organización Greenpeace propuso esta regla con el fin de crear hábitos de consumo responsable. Fue presentada en la Cumbre del G8 por el primer ministro japonés Kaizumi (Maita de González, 2021). El modelo inicial fue con 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar), con el paso de los años y de los problemas ambientales que lamentablemente han ido en aumento, se han ido agregando más acciones. La importancia de este modelo no es el número de “R's” que se agreguen, sino cuales son las más proactivas en cuanto a la responsabilidad y compromiso ambiental y que además se cumplan en su totalidad. Dentro de las R's tenemos las siguientes:

- *Rechazar*: Es la acción de analizar el consumo de ciertos productos y evitar aquellos que no sean amigables con el medio ambiente, prefiriendo así productos que puedan incorporarse dentro de un proceso de reciclaje o reúso, siendo parte de la economía circular.
- *Reducir*: Es la acción de minimizar el consumo de aquellos productos innecesarios teniendo un impacto directo en la no generación de residuos.
- *Reutilizar o Reusar*: Acción que consiste en darle una segunda, tercera o más oportunidades de uso (o lo que el producto o residuo lo permita), alargando así su vida útil, de esta manera se puede direccionar el uso de este en alguna otra cosa y se disminuye el volumen de residuos.

- *Reestructurar*: Busca modificar el sistema económico en uno donde se maximicen las ganancias en pro del bienestar de la sociedad, incluyendo los costes sociales y ambientales.
- *Reciclar*: Acción que busca a través de aquellos productos que han sido desechados, introducirlos nuevamente en el ciclo de producción y consumo como materia prima y así fabricar nuevos productos.

Como consumidor, la aplicación cada una de las acciones mencionadas anteriormente, contribuye de manera diferente para el consumo inteligente de productos y su correcto manejo. El cambio de los patrones de consumo permite que exista mayor compromiso y respeto para con el medio ambiente.

5. Composteo:

La naturaleza es muy sabia, y en todos sus procesos reincorpora todo lo que brinda al medio ambiente, siendo esto un ciclo sin fin y sin residuos. Una buena forma de imitar sus procesos es haciendo composta. La composta se define como el producto de la degradación aeróbica de residuos orgánicos. Es un material inodoro, estable y parecido al humus que no representa riesgo sanitario para el medio ambiente natural y social. Se produce bajo condiciones controladas que recrean, favorecen y, en ocasiones, aceleran las condiciones naturales de generación del humus. El nombre correcto de acuerdo con la real academia española es “compost” y significa “humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos”. Sin embargo, en México se utiliza el término “composta” que el diccionario sitúa como un sinónimo de “composición”, ya que proviene del latín *componere* que significa juntar (Rodríguez Salinas & Córdova Vázquez, 2006).

Los residuos orgánicos se componen principalmente de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, con pequeñas cantidades de Fósforo, Azufre, Potasio y otros elementos traza. Al ser enterrados, como en vertederos o rellenos sanitarios, suele convertirse en un problema mucho mayor ya que su proceso de descomposición se da en condiciones anaeróbicas, generando Gases de Efecto Invernadero (GEI) como lo son el Metano (CH_4) y Dióxido de Carbono (CO_2), así como también Ácidos

Orgánicos y Amoniaco (NH_3). El aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el compostaje no solo reduce el volumen de residuos destinados a los rellenos sanitarios, sino también se reincorporan aquellos nutrientes que se obtienen por los diferentes procesos de descomposición gracias a los microorganismos (bacterias y hongos), y que mejoran la estructura del suelo, ayuda a reducir la erosión, mejora la absorción de agua y brinda nutrientes a las diversas plantas. Puesto que una de las licencias de ArboTerra es el restaurante “La Balsa y el Kraken” y que además se encuentra en un área verde, la elaboración de composta es una buena alternativa para el manejo de aquellos residuos orgánicos. Esta buena práctica puede ser de gran utilidad para enseñar a los pequeños visitantes y que lo puedan replicar en su casa. La Figura 13 corresponde a un Diagrama de Flujo el cual presenta un buen manejo de los residuos dentro del parque. Dicho diagrama es un apoyo para el personal de ArboTerra en cuanto al manejo y tratamiento de los residuos que se generen en todas las áreas.

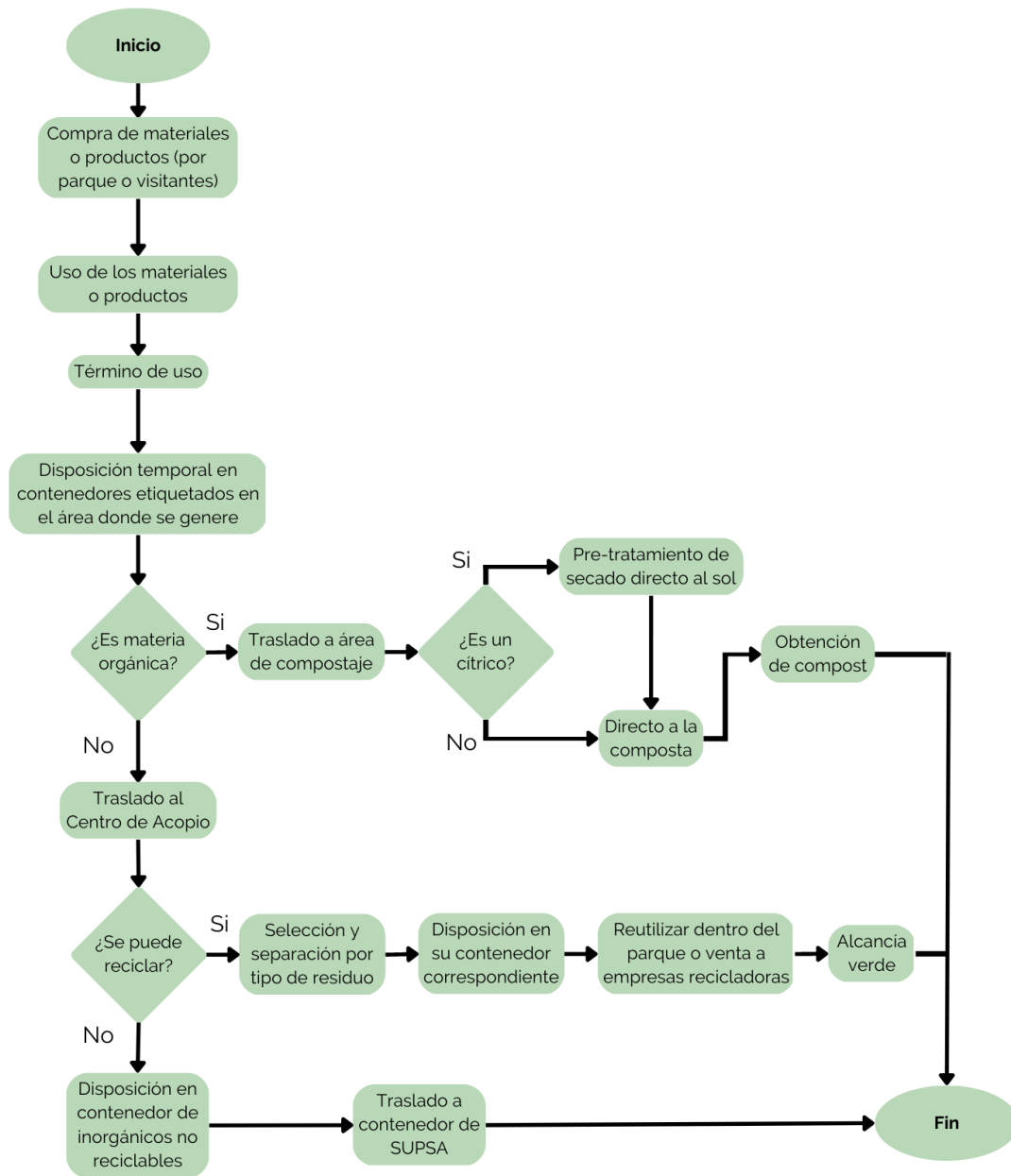


Figura 13. Diagrama de flujo para el correcto manejo de residuos.

Fuente: Elaboración propia.

III.III Tratamientos propuestos para los residuos identificados

Cada residuo tendrá un manejo distinto según sea su tipo de acuerdo con sus propiedades, la cantidad que se genere y su valorización, por lo que serán

aprovechados de manera directa a modo de reciclaje o reutilización, o mediante la alcancía verde.

Para tener un control de los residuos generados en el parque se propone elaborar y utilizar una bitácora que será llenada diariamente, en la cual se debe especificar lo siguiente:

- Nombre y firma de quien realiza el registro
- Área generadora
- Fecha de ingreso y salida de residuos
- Tipo de residuo
- Pesaje de residuo (kg)

En Anexo 2 se adjuntan los formatos de bitácora de entrada y salida de residuos, folio de salida y registro de folio.

A continuación, se exponen los diferentes tratamientos para los residuos generados en ArboTerra, junto con sus especificaciones.

Plástico

El plástico es un material que está formado por compuestos orgánicos, sintéticos o semisintéticos, los cuales con ayuda de presión y calor pueden llegar a ser maleable lo que permite que pueda adoptar diferentes formas. Existen diferentes tipos de plásticos los cuales se clasifican con un número del 1 al 7. Estos números aparecen dentro de un triángulo, los cuales nos da información acerca de la composición de este como se muestra en la Figura 14. En la Tabla 11 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tipos de plástico según su clasificación numérica




FUENTE: National Geographic, Gestores de Residuos, Recytrans

Figura 14. Tipos de plástico según su clasificación numérica.

Fuente: (Carrión, s.f.)

Tabla 11. Manejo y tratamiento para el plástico.

Áreas productivas donde se genera	Tienda, Restaurante, Mantenimiento, Taquilla, Oficinas Administrativas, Auditorio y por visitantes.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Tienda, Cocina, Barra, Mantenimiento, Taquilla, Oficinas administrativas, Auditorio, entrada principal del parque y Centro de acopio.
Contenedor	<p>Todos los contenedores estarán etiquetados con el color azul rey y la leyenda “plástico”, como lo indica la SEMARNAT.</p> <p>-Contenedor de madera (huacal) para Tienda, Taquilla, Oficinas administrativas, mantenimiento y auditorio.</p> <p>-Contenedor reutilizado de capacidad de 20 L para Cocina.</p>

	<p>-Contenedor especial para Centro de acopio de capacidad de 120 L.</p> 
<p>¿Qué depositar?</p>	<p>Se acepta cualquier tipo de plástico (PET, HDPE, PVC, LDPE y PP).</p>
<p>¿Qué no depositar?</p>	<p>Otros materiales diferentes a botellas como garrafones, latas, vidrio, juguetes, rejas de refrescos, empaques plásticos.</p>
<p>Tratamiento asignado</p>	<p>Todo el PET al término de su uso deberá ser lavado y secado. Aplastado o no. Sin etiquetas o con etiquetas. Con o sin tapa. Condiciones sujetas al proveedor.</p> <p>Será recolectado a través de los contenedores asignados en cada área para este residuo, posteriormente será trasladado y almacenado en el Centro de acopio.</p> <p>El responsable de sostenibilidad se encargará de la disposición final del residuo en cuestión para trasladarlo a un centro de reciclaje para su valorización.</p>
<p>Recomendación</p>	<p>El PET que ingrese al Centro de acopio deberá ser pesado y registrado en la bitácora.</p> <p>Se almacenará de preferencia en costales dentro de los contenedores correspondientes, de esta manera se llevará un control exacto de su cantidad.</p>

	Se deberá tener en Centro de acopio máximo 8 costales al mes.
Actividades para responsable de Centro de acopio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Almacenar las botellas en bolsas de rafia grandes. ✓ Pesar y anotar en la bitácora la cantidad recolectada al ingreso en el Centro de acopio. ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.

Fuente: Elaboración propia.

Metal

Nuestro país es uno de los que más reciclan chatarra, por lo que es un gran productor de metal a nivel mundial. La chatarra es considerada como todo aquel material que ha terminado con su primera vida útil, dentro de los cuales se considera al aluminio, acero, hierro, cobre, plata, oro y plomo. El acero y el aluminio son considerados los metales que más se reciclan en todo el mundo gracias a que estos no pierden calidad, aunque se reciclen varias veces (PROTOSS, 2021). La clasificación de “Metal” abarcará todos los elementos anteriormente mencionados para un correcto manejo. En la Tabla 12 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 12. Manejo y tratamiento para el metal.

Áreas productivas donde se genera	Restaurante, Mantenimiento y por visitantes.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Cocina, Barra, Mantenimiento, entrada principal del parque y Centro de acopio.

<p>Contenedor</p>	<p>Todos los contenedores estarán etiquetados con el color azul cielo y la leyenda “metal”, como lo indica la SEMARNAT.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contenedor de plástico o metal de capacidad de 20 L para mantenimiento. -Costal para cocina y barra (generación de latas de aluminio). -Contenedor especial (metálico o plástico) de capacidad de 120 L en Centro de acopio para aluminio. -Contenedor especial (metálico o plástico) de capacidad de 120 L en jaula de Centro de acopio para metales. <div data-bbox="695 926 1292 1167" data-label="Image"> </div>
<p>¿Qué depositar?</p>	<p>Para el aluminio: Latas de conserva, latas de refresco, Para los metales: Acero (clavos), latón, cobre, bronce, hierro.</p>
<p>¿Qué no depositar?</p>	<p>Baterías, latas con pintura.</p>
<p>Tratamiento asignado</p>	<p>Todo el aluminio al término de su uso será lavado, secado y aplastado. Los metales deben estar en buenas condiciones para evitar accidentes al personal de mantenimiento. Será recolectado a través de los contenedores asignados en cada área para este residuo, posteriormente será trasladado y almacenado en el Centro de acopio.</p>

	<p>El responsable de sostenibilidad se encargará de la disposición final del residuo en cuestión para trasladarlo a un centro de reciclaje para su valorización.</p>
<p>Recomendación</p>	<p>Para el aluminio:</p> <p>El aluminio que ingrese al Centro de acopio deberá ser pesado y registrado en la bitácora. Se almacenará de preferencia en costales dentro de los contenedores correspondientes, de esta manera se llevará un control exacto de su cantidad y un buen manejo del mismo. Se deberá tener en Centro de acopio máximo 6 costales al mes.</p> <p>Para los metales:</p> <p>El metal que ingrese al Centro de acopio deberá ser pesado y registrado en la bitácora. Se almacenará en la jaula ubicada en el Centro de acopio. En caso de observar metales en buenas condiciones y con potencial de reúso, separar y registrar en la bitácora.</p>
<p>Actividades para operadores de Centro de acopio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Almacenar las latas en bolsas de rafia grandes para barra y cocina. ✓ Pesar y anotar en la bitácora la cantidad recolectada al ingreso en el Centro de acopio. ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.

Fuente: Elaboración propia.

Papel, cartón y Tetrapak

El papel, cartón y Tetrapak son residuos que se generan en mayor cantidad debido a su fácil acceso y que, además por sus propiedades, son sencillos de reciclar. El papel se compone de fibras procedentes de los árboles, las cuales tras un proceso pueden ser útiles más de una vez. El Tetrapak se compone de un 75% de cartón, 20% de polietileno y 5% de aluminio. En México, actualmente, cerca del 90% de la materia prima utilizada para la fabricación de papel son desperdicios de papel y cartón que se reciclan, destacando que los beneficios ecológicos del reciclaje de papel y cartón son sobresalientes, ya que cada tonelada de papel fabricado con materia prima reciclada puede evitar el corte del equivalente a 17-19 árboles aptos, el uso de 20,000 litros de agua fresca, energía equivalente a 2,000 litros de petróleo crudo, asimismo la recuperación y reciclaje del papel desechado evita la ocupación de espacio en los rellenos sanitarios a razón de 2.5 m³ por tonelada de desperdicio, así como la final descomposición en CO₂ y Metano que son los principales gases de efecto invernadero. México se encuentra en el 4º lugar de los países que reciclan mayor cantidad de papel y cartón en el mundo. Se reutilizan cerca de 6 millones de toneladas de fibras secundarias (papel y cartón en desuso) (Martínez Arce, Rosa Domínguez, Alvarado Díaz, Chargoy Amador, & Suppen Reynaga, s.f.). En la Tabla 13 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de estos residuos.

Tabla 13. Manejo y tratamiento de papel, cartón y Tetrapak.

Áreas productivas donde se genera	Tienda, Restaurante, Mantenimiento, Taquilla, Oficinas Administrativas, Soporte de vida, Clínica.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Tienda, Restaurante, Mantenimiento, Taquilla, Oficinas Administrativas, Soporte de Vida, Clínica y Centro de acopio.
Contenedor	Todos los contenedores estarán etiquetados con el color amarillo y la leyenda "Papel y Cartón" como lo indica la SEMARNAT.

	<p>-Contenedor de madera (huacal) para Tienda, Mantenimiento, Taquilla, Oficinas Administrativas, Soporte de Vida y Clínica.</p> <p>-Costal para cocina y barra (generación de Tetrapak y cartón).</p> <p>-Contenedor especial para Centro de acopio.</p> <div data-bbox="805 571 1198 848" data-label="Image"> </div>
<p>¿Qué depositar?</p>	<p>Papel, papel periódico, cartón, Tetrapak.</p>
<p>¿Qué no depositar?</p>	<p>Cualquier otro residuo ajeno. Cartón mojado o impregnado de sustancias ajenas al mismo, papel higiénico o papel sanitario, papel manchado con grasas, papel encerado, plastificado o con parafina, papel de autocopiado o papel térmico de fax.</p>
<p>Tratamiento asignado</p>	<p>El papel y cartón serán recolectados directamente en sus contenedores correspondientes, mientras que el Tetrapak será necesario abrirlo de la parte posterior del envase para así lavarlo y secarlo antes de disponerlo en su contenedor. Posteriormente será trasladado y almacenado en el Centro de acopio.</p> <p>El responsable de sostenibilidad se encargará de la disposición final del residuo en cuestión para trasladarlo a un centro de reciclaje para su valorización.</p>

<p>Recomendación</p>	<p>El papel, cartón o tetrapak que ingrese al Centro de acopio deberá ser pesado y registrado en la bitácora.</p> <p>ANTES DE DESECHAR EL PAPEL EN EL CONTENEDOR, HACER LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:</p> <p>-Impresión de documentos internos reutilizando papel o bien utilizarlo por ambos lados.</p> <p>-Imprimir en calidad de borrador para evitar derroche de tinta.</p> <p>-Utilización de medios electrónicos para reducir el uso de impresora y faxes.</p> <p>-Ajustar la compra de materiales de oficina de bajo costo, de materiales ecológicos o sustentables, de acuerdo con las necesidades del departamento.</p> <p>-Utilización de medios electrónicos y versiones digitales.</p> <p>Se deberá tener en Centro de acopio máximo 8 costales al mes por cada uno (cartón y tetrapak).</p>
<p>Actividades para operadores de Centro de acopio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hacer pacas de cartón y amarrarlas de 5 kg, registrar en bitácora su peso y número de pacas. ✓ Reportar si hay ingreso de cartón mojado o contaminado. ✓ Guardar cartón, papel y tetrapak en la jaula para evitar que se moje. ✓ El papel deberá recolectarse en una caja (cartón, plástico o huacal), pesarse y registrar en bitácora.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.
--	--

Fuente: Elaboración propia.

Orgánicos

Los residuos orgánicos son aquellos que debido a su composición son biodegradables. Esto significa que son susceptibles a degradarse de manera natural y conforme a los factores en los que estos se ven involucrados, tales como el pH, concentración de oxígeno, composición propia del material orgánico en cuestión, la temperatura, el sitio en el que se descomponen (suelo o algún espacio confinado) y la profundidad. La descomposición de dichos residuos en sitios que no son controlados genera problemas ambientales como olores, GEI, sitios para la proliferación de vectores y lixiviados. Y no solo eso, sino que se desperdicia una infinidad de alternativas en pro del cuidado del medio ambiente como la generación de energía y combustible a partir de biogás y la composta para mejorar los suelos. Por lo que el tratamiento ideal para los residuos generados en ArboTerra es la producción de composta debido a que se encuentra en un parque y tiene espacios que ayudan a su producción. En la Tabla 14 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 14. Manejo y tratamiento de los residuos orgánicos.

Áreas productivas donde se genera	Cocina, Barra, Soporte de Vida y Mantenimiento.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Cocina, Barra, Soporte de Vida y Mantenimiento. NOTA: ESTE CONTENEDOR EN ESPECIAL SOLO DEBE ESTAR EN LAS ÁREAS YA MENCIONADAS, NO DEBE EXISTIR EN ÁREAS AJENAS O ESTE TIPO DE RESIDUOS EN OTROS CONTENEDORES.

<p>Contenedor</p>	<p>Todos los contenedores estarán etiquetados con el color verde y la leyenda “Orgánico” como lo indica la SEMARNAT.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contenedor de plástico de 120 L y bidon de 20 L reutilizable para Cocina. -Contenedor de plástico de 40 L para Barra. -Contenedor de plástico de 200 L para Soporte de Vida. -Costal para hojarasca y residuos de poda. <div style="text-align: center;">  </div>
<p>¿Qué depositar?</p>	<p>Cocina: Residuos orgánicos vegetales (todos).</p> <p>Barra: Residuos orgánicos vegetales (todos).</p> <p>Soporte de vida: Hojarasca, sobras de comida de los animales, residuos orgánicos vegetales.</p> <p>Mantenimiento: Hojarasca, ramas, restos de poda.</p>
<p>¿Qué no depositar?</p>	<p>Residuos orgánicos de origen animal o sobras de alimentos procesados, excremento de animales.</p>
<p>Tratamiento asignado</p>	<p>Los residuos orgánicos deberán ser cortados en pedazos de preferencia pequeños (para más especificaciones como qué tipo de residuos se utilizarán, forma, proceso, etc., consultar el Manual de Composta). Depositarlos en su contenedor correspondiente. Todos los residuos serán separados y almacenados por las áreas generadoras, posteriormente Mantenimiento hará su traslado al área de composta</p>


	para su tratamiento. El responsable de sostenibilidad se encargará de monitorear la composta cada cierto tiempo.
Recomendación	Los residuos orgánicos que se trasladen al área de composta deberán ser pesados y registrados en la bitácora. Será necesario impartir pláticas al personal acerca del tratamiento y manejo correcto de dicha composta. Es muy importante contar con los suministros adecuados como termómetros o medidores de pH para conocer el estado de la composta, además de palas, rastrillo de jardín.
Actividades para operadores de Área de Compostaje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesar y registrar la cantidad de residuos orgánicos que ingresan al Área de Compostaje. ✓ Revisar que los residuos que ingresen sean los permitidos, retirar aquellos que no. ✓ Llevar a cabo los pasos establecidos en el Manual de Composteo para un correcto manejo de los residuos.

Fuente: Elaboración propia.

Vidrio y madera

Ambos residuos son totalmente reciclables. El vidrio es el único material que puede reciclarse y recuperarse en su totalidad, por lo que en un 1 kg de vidrio se obtiene 1 kg de nuevos envases. Mientras que la madera es un recurso versátil, además de que su proceso de reciclaje es de los más simples, limpios y económicos ya que no se necesita de ningún tratamiento previo, solo se necesita de la trituración de este residuo y está listo para usarse una vez más. En la Tabla 15 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 15. Manejo y tratamiento para el vidrio y madera.

Áreas productivas donde se genera	Cocina, Barra, Mantenimiento y Carpintería
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Cocina, Barra, Mantenimiento, entrada principal al parque y Centro de acopio.
Contenedor	<p>Todos los contenedores estarán etiquetados con el color verde aqua para vidrio, y color café para madera, como lo indica la SEMARNAT.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contenedor de madera de 19 L para Mantenimiento y Carpintería. -Contenedor de plástico de 30 L para Cocina y Barra. -Contenedor especial de plástico de 120 L para Centro de acopio. <div style="text-align: center;">  </div>
¿Qué depositar?	Envases de vidrio, de cualquier forma o color.
¿Qué no depositar?	Displays, porcelana o cualquier otro tipo de material ajeno al vidrio.
	El vidrio (de botellas provenientes de barra o cocina) deberán ser lavadas y secadas previamente. Los residuos serán recolectados en sus contenedores correspondientes. Posteriormente serán trasladados y almacenados en el centro de acopio. el responsable de

Tratamiento asignado	<p>sostenibilidad se encargará de la disposición final del residuo en cuestión para trasladarlo a un centro de reciclaje para su valorización.</p> <p>NOTA: El aserrín generado en carpintería puede ser trasladado al área de composta y utilizarse como seco para el proceso de compostaje.</p>
Recomendación	<p>El vidrio o madera, o en su defecto aserrín, que ingrese al Centro de acopio o al área de composta deberá ser pesado y registrado en la bitácora.</p> <p>IMPORTANTE: Intentar mantener dichos residuos sin algún componente extra, en el caso del vidrio líquidos, y en el caso de la madera pintura o cualquier material tóxico.</p>
Actividades para operadores de Centro de acopio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pesar y registrar en bitácora la cantidad de vidrio y madera que ingresa al Centro de acopio. ✓ En caso de que el vidrio se encuentre roto, colocarlo en un contenedor aparte y colocar una etiqueta advirtiendo el peligro. ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.

Fuente: Elaboración propia.


Residuos Biológico-Infeciosos (RPBI)

Los RPBI generados en la clínica de ArboTerra deben manejarse con todo el cuidado posible, utilizando el EPP³ correspondiente. ArboTerra cuenta con un proveedor especial que maneja, traslada y dispone de manera segura y cumpliendo

³ EPP: Equipo de Protección Personal.

todos los requisitos legales, el cual pasa cada mes. En la Tabla 16 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 16. Manejo y tratamiento para RPBI.

Áreas productivas donde se genera	Clínica.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Clínica.
Contenedor	<p>Todos los contenedores estarán etiquetados con el color amarillo y la leyenda “RPBI” con letras color negro.</p> <p>-Contenedor forrado con bolsa plástica.</p> <p>Para la disposición de cubrebocas usados, se colocarán contenedores únicos en la entrada principal y en las oficinas del parque con la leyenda “Deposite aquí su cubrebocas”.</p>
	
¿Qué depositar?	Cubrebocas, guantes de látex, materiales punzocortantes.
¿Qué no depositar?	Residuos ajenos a los mencionados.
Tratamiento asignado	NOTA: El personal de ArboTerra utiliza cubrebocas de tela acorde a la temática del parque. No obstante, este tratamiento se propuso como un plan de

	<p>prevención por si se llegara a generar este tipo de residuo por parte del personal o visitantes.</p> <p>Estos residuos serán recolectados en su contenedor el cual tendrá colocado una bolsa plástica en su interior para facilitar su manejo.</p>
<p>Recomendación</p>	<p>Para la recolección de cubrebocas deben ser recogidos por el personal utilizando guantes de látex y cubrebocas, de esta manera se minimiza el contacto entre los residuos y las personas de mantenimiento.</p> <p>Es importante rotular con cinta y plumón la bolsa con la leyenda “Residuos Biológico-infeccioso (cubrebocas)” para que así los personales de limpieza de la Ciudad de Puebla puedan tener sus precauciones de manejo para estos residuos.</p> <p>Si los cubrebocas han sido usados por pacientes que tengan un diagnóstico infeccioso</p> <p>Este tipo de residuo no puede ser recolectado en Centro de acopio, por lo que diario debe ser trasladado a los contenedores especiales del Parque Ecológico para su disposición final al relleno sanitario.</p> <p>Para los RPBI, el prestador de servicio del parque cuenta con sus protocolos de recolección.</p>
<p>Actividades para operadores de Centro de acopio</p>	<p>Estos residuos no se destinan al Centro de acopio.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Aceite comestible usado

El aceite es un elemento esencial y básico en cualquier cocina. Y lo mismo debe ser con su manejo y tratamiento, ya que de no ser así genera muchos problemas ambientales. Un litro de aceite usado llega a contaminar hasta 40,000 litros de agua, y cuando este se enfría se endurece y obstruye tuberías o cañerías (SEDEMA, s.f.). En la Tabla 17 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 17. Manejo y tratamiento para el aceite comestible usado.

Áreas productivas donde se genera	Cocina.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Cocina.
Contenedor	Todos los contenedores estarán etiquetados con la leyenda “Aceite usado”. -Bidones de 20 L. Estos contenedores serán exclusivos para el aceite para evitar contaminar otros residuos.
¿Qué depositar?	Aceite usado de cocina.
¿Qué no depositar?	No aceite automotriz. Nada que sea ajeno al aceite comestible usado.
Tratamiento asignado	El aceite debe estar a temperatura ambiente y en su contenedor totalmente cerrado.
Recomendación	El aceite que ingrese al Centro de acopio deberá ser registrado en la bitácora.

	Evitar que venga el aceite comestible mezclado con agua o líquidos diferentes al aceite.
Actividades para operadores de Centro de acopio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar en un área seca, en sombra y cerrada. ✓ Verificar que el bidón se encuentre en buenas condiciones. No roto, no quemado, con tapa. ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.

Fuente: Elaboración propia.

Inorgánicos (Residuos No Reciclables)

Debido a su composición y características, los residuos inorgánicos no pueden aprovecharse de ninguna manera. Por lo que su destino final son los rellenos sanitarios. En el caso de ArboTerra, deberán trasladar estos residuos a los contenedores generales que se encuentran dentro del Parque Ecológico para que el servicio de limpia de Puebla pueda recogerlos y destinarlos correctamente. En la Tabla 18 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 18. Manejo y tratamiento de los residuos inorgánicos.

Áreas productivas donde se genera	Todas las áreas de ArboTerra.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Todas las áreas de ArboTerra.

Contenedor	Todos los contenedores estarán etiquetados con el color gris y la leyenda “inorgánicos” como lo indica la SEMARNAT.
¿Qué depositar?	Todo aquello que no entre en las clasificaciones anteriores.
¿Qué no depositar?	Nada que sea reciclable o aprovechable. Materia orgánica.
Tratamiento asignado	Los residuos serán recolectados en sus contenedores correspondientes. El personal de Mantenimiento deberá recogerlos y llevarlos al Centro de acopio, para posteriormente ser trasladado a los contenedores especiales del Parque Ecológico para su disposición final al relleno sanitario.
Recomendación	Para la recolección en el Centro de acopio se propone el uso de bolsas plásticas, aprovechándolas sin desperdiciar.
Actividades para operadores de Centro de acopio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los residuos inorgánicos serán trasladados al Centro de acopio temporalmente, pero su contenedor final son los que se encuentran en el Parque Ecológico, donde SUPSA hace su recolección. ✓ Los residuos que ingresen al Centro de acopio deberán ser pesados y registrados en la bitácora.

Fuente: Elaboración propia.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

La globalización ha generado que se desarrollen nuevos y mejores dispositivos electrónicos, los cuales han sido parte fundamental para el crecimiento científico,

tecnológico, social, industrial, económico y ambiental; lo que provoca que al término de su uso se desechen los dispositivos, o en su defecto, partes de este sin buscar alternativas de reutilización. Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), son aquellos aparatos que necesitan de corriente eléctrica para funcionar, por lo que los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) es todo aquello que los conforman, ya sea sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 establece los criterios de clasificación de los RME, y en el anexo normativo incluye un listado donde enlista a los residuos tecnológicos. Si bien ArboTerra no genera RAEE en gran cantidad para puede ser clasificado como RME, es importante tomar en cuenta su correcto manejo. En la Tabla 19 se muestra el procedimiento para el manejo y tratamiento de este residuo.

Tabla 19. Manejo y tratamiento de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Áreas productivas donde se genera	Oficinas y mantenimiento.
Áreas donde se colocarán contenedores para este residuo	Oficinas y mantenimiento.
Contenedor	Todos los contenedores estarán etiquetados con el color negro y la leyenda “Manejo Especial” como se propone.
¿Qué depositar?	Todo aquello que entre en el listado de la NOM-161-SEMARNAT-2011.
¿Qué no depositar?	Nada que sea reciclable o aprovechable. Materia orgánica.
Tratamiento asignado	Los residuos serán recolectados en sus contenedores correspondientes.

	El personal de Mantenimiento deberá recogerlos y llevarlos al Centro de acopio.
Recomendación	Para el traslado al Centro de Acopio se hará mediante los mismos contenedores destinados al residuo con cuidado. Se vacían en el contenedor temporal y se regresan a su área.
Actividades para operadores de Centro de acopio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar en un área seca, en sombra y cerrada. ✓ Llevar el informe de manera diaria de la generación. ✓ Cotejar contra ticket de proveedor a su recolección.

III.IV Propuesta de Área de Composteo dentro del parque de ArboTerra.

ArboTerra, al encontrarse en el Parque Ecológico, cuenta con muchos espacios verdes y suficientemente grandes los cuales pueden ser aprovechados para la elaboración de composta. Uno de los lugares ideales se encuentra en la parte posterior del parque, entrando sobre la 35 oriente, como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Área propuesta para colocar el Área de Compostaje en ArboTerra.

Fuente: Elaboración propia.

Colocar jaulas composteras es una buena alternativa ya que de esta manera se tiene un mayor control de lo que ingresa y del proceso de la producción de composta. La propuesta de las jaulas composteras se muestran en la Figura 16, las cuales son dos opciones las cuales son de fácil elaboración.

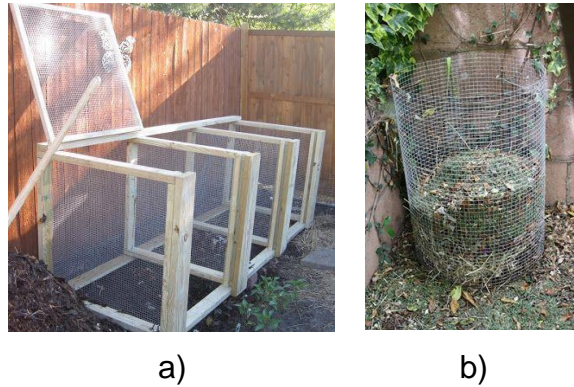


Figura 16. a) Jaulas composteras con madera.
b) Jaula compostera de malla.

Durante las visitas y recorridos en ArboTerra se dio una plática del compostaje y se llevó a la práctica (Figura 17), que ayudó a que los trabajadores del área de mantenimiento pudieran entender de manera práctica el proceso, así como los beneficios de este.



Figura 17. a) Plática sobre Compostaje con personal.
b) Práctica del compostaje en ArboTerra.

III.V Centro de acopio de ArboTerra

ArboTerra cuenta con su Centro de acopio temporal para disponer los residuos que genera. La situación actual del espacio se muestra en la Figura 18.



Figura 18. a) Centro de acopio de ArboTerra.
b) Jaula de Centro de Acopio de ArboTerra.

Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones en las que se encuentra no son las adecuadas, ni para la correcta clasificación de residuos ni para la seguridad de los colaboradores, por lo que se comenzará con una exhaustiva limpieza con ayuda del personal de mantenimiento, además de cumplir con las siguientes mejoras para Centro de Acopio de ArboTerra:

- ✓ Limpieza del área general.
- ✓ Separación de residuos del Centro de Acopio.
- ✓ Colocar un marcaje en piso para delimitar las zonas de ubicación de contenedores para los residuos.
- ✓ Reubicar el extintor ubicado en el área y revisar su cumplimiento con la normatividad de seguridad.
- ✓ Realizar un LayOut del Centro de Acopio.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas al realizar este Plan de Manejo de Residuos para el parque ArboTerra, abordando los objetivos propuestos y con los resultados obtenidos:

- La generación y nula gestión del manejo de los residuos dentro del parque ArboTerra es parte de una problemática a nivel estatal, nacional y mundial. El 81% de los residuos que se generan dentro de él son totalmente aprovechables y valorizables, lo que significa que de ellos se pueden utilizar como materia prima para otros procesos o productos, como lo son el plástico, papel, chatarra, cartón y vidrio; así como también alternativas para la generación de electricidad y energía en el caso de los residuos orgánicos, por sus procesos de descomposición.
- La valorización de los residuos aprovechables es una oportunidad de generación de empleo, tanto dentro de ArboTerra como aquellos prestadores de servicios en el manejo de residuos y reciclaje, disminuyendo aquellos centros que no están regulados ante la ley.
- Para lograr establecer una economía circular y tener un aprovechamiento sustentable dentro del parque, es muy importante contar con la disposición y participación de las partes involucradas directamente. El personal y directivos, además de ejecutar las actividades para lograr cumplir los objetivos planteados, deben compartir opiniones, mejoras y alternativas desde el punto de vista de su posición de trabajo en el que se desarrollen; de manera administrativa agilizar permisos y la creación de convenios o contratos con la(s) empresa(s) prestadora(s) de servicios para la recolección, traslado y disposición de los residuos valorizables, y con la máxima difusión de información sobre el tema, evitando contratiempos. Es fundamental que

todo se realice bajo los mismos principios de responsabilidad y respeto de los trabajadores de ArboTerra.

- Los resultados obtenidos durante las visitas son un diagnóstico inicial que ayudó para la propuesta del plan y mostrar la situación actual del parque, así como también a la identificación las áreas de oportunidad y mejora.
- Por cuestiones de la situación por la pandemia de COVID-19, la cual restringió las visitas en ArboTerra debido a los lineamientos sanitarios, es necesario realizar nuevamente el estudio para conocer la generación real de residuos y su composición actual. Esto además ayudará para hacer un comparativo de la generación de residuos antes, durante y después de la pandemia del COVID-19.
- La actividad de compostaje tuvo una buena participación e interés por parte de los trabajadores de ArboTerra, por lo que es una alternativa que además de cuidar el medio ambiente genera comunicación e integra a los trabajadores en equipo.
- La propuesta del PMRSU no solo tendrá un impacto dentro del parque ArboTerra, también lo tendrá de manera personal hacia los trabajadores y a los visitantes en cuanto a la importancia de pensar desde el primer momento en la adquisición de los diferentes productos, si es que estos cumplen con la responsabilidad de producción que no comprometa al medio ambiente y los recursos naturales, así como también la clasificación, tratamiento y correcta disposición de los residuos desde casa.
- Esta propuesta de manejo de residuos disminuye considerablemente el volumen destinado a los rellenos sanitarios, por lo que su aplicación ahorra

costos para el traslado a estos lugares. Además, la política ambiental de ArboTerra estaría cumpliéndose en todos los ámbitos y puntos.

- Finalmente, es importante expresar que a partir de este trabajo de investigación aplicado en un área y un ámbito en el cual existe una gran interacción de personas, entre trabajadores de ArboTerra y visitantes (sobre todo de edades más pequeñas), me dio la experiencia de poder tener un acercamiento hacia ellos y la habilidad de externar las preocupaciones ambientales que, desde las acciones y actividades dentro del parque, ellos pueden aportar un granito de arena y generar un compromiso ambiental, replicándolo en casa y con más personas.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial

Formato obtenido de la Ventanilla Digital de Puebla en tema de Resolución de plan de manejo de residuos de manejo especial por operación.

I. DATOS DE LA EMPRESA

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA: Creaventura S.A. de C.V.

UBICACIÓN DE LA EMPRESA: Av. 35 Ote 2403, Sta Mónica, 72540 Puebla, Pue.

SUPERFICIE DEL PREDIO m²: 23,461.33 SUPERFICIE DE CONSTRUCCIÓN m²: 19,117.23

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD NORTE: 19°1'32" LONGITUD OESTE: 98°11'18"8

Anexar croquis de localización de la empresa

GIRO/ACTIVIDAD PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO: Parque de Conservación de Vida Silvestre

ACTIVIDAD SECUNDARIA (Solo en caso de que aplique): Resturante

PRODUCTO (S) O SERVICIO (S) PRINCIPAL(ES): Exhibir especies de aves exóticas

PRODUCTO (S) O SERVICIO (S) SECUNDARIO (S): Servicio de comida para los visitantes y empleados

NÚMERO DE TRABAJADORES:

OPERATIVOS: 39

ADMINISTRATIVOS: 3

HORARIO DE OPERACIÓN:

LUNES A VIERNES: 10:00 - 17:00

SÁBADO: 10:00 - 17:00

DOMINGO: 10:00 - 17:00

DATOS DEL RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO

NOMBRE DEL RESPONSABLE: Chrisna Patricia Lozano Arieta

CARGO: Practicante BUAP TELÉFONO: 22 82 12 58 75

CORREO ELECTRÓNICO: lozanoarietacris@hotmail.com

En caso de tener subcontratado la elaboración, ejecución y seguimiento del Plan de Manejo, completar la siguiente información:

RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA: N/A

DOMICILIO FISCAL: N/A

TELÉFONO: N/A

CORREO ELECTRÓNICO: N/A

NOMBRE DEL RESPONSABLE: N/A

II. INSUMOS PARA LA PRODUCCIÓN

INSUMOS		
CANTIDAD	NOMBRE COMERCIAL O QUIMICO (Nombrar los insumos que son utilizados para su empresa en la generación o transformación de sus productos)	TIPO DE EMPAQUE Y/O EMBALAJE (Describir el tipo de contenedor en el que se almacena el insumo)
_ kg/mes	Carne	Bolsas plásticas, unicel, cartón, emplaye
_ kg/mes	Frutas y verduras	Cajas de cartón, huacales de madera
_ kg/mes	Lácteos	Tetrapak, latas de aluminio, cajas de cartón
_ kg/mes	Pan, tortillas, cereales	Bolsas plásticas, cajas de cartón
_ kg/mes	Embutidos	Bolsas plásticas, cajas de cartón
_ kg/mes	Semillas y legumbres	Bolsas plásticas
_ kg/mes	Agua	Botellas de plástico
_ kg/mes	Salsas y condimentos	Botellas de cristal, latas de aluminio, tetrapak
_ kg/mes	Grasas y aceites	Botellas o galones de plástico
_ kg/mes	Productos de limpieza	Botellas o galones de plástico
_ kg/mes	Papel	Cajas de cartón
_ kg/mes	Bolsas	Cajas de cartón

PRODUCTOS PRIMARIOS			
NOMBRE DEL PRODUCTO	ESTADO FISICO	FORMA DE ALMACENAMIENTO	PRODUCCION ANUAL
Alimento para aves silvestres	Sólido	Costales	_ kg/anual

III. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Anexar y explicar detalladamente el diagrama de flujo del proceso productivo, indicando la generación de residuos.

IV. DIAGNÓSTICO

Como anexo al presente apartado deberá incluir:

1. La descripción y características de los residuos que se generan y el peso diario o mensual estimado de residuos generados y la generación anual en base a los días laborables y el proceso de producción, anexando gráficas o anexo fotográfico de la generación.

PET: Botellas de 500, 600 ml. Se genera 8.04 kg/mes, 96.48 kg/año.
Cartón: Cajas de embalaje de lácteos, abarotes, cereales, fruta y embutidos. Se genera 9.828 kg/mes, 117.936 kg/año.
Tetrapak: Embalaje de lácteos, salsas y condimentos. Se genera 5.656 kg/mes, 67.872 kg/año.
Madera: Por escenografía del parque, mantenimiento de áreas y embalaje de frutas. Se genera 5.48 kg/mes, 65.76 kg/año.
Orgánicos: Por preparación de alimentos o por sobras de comidas del restaurante, hojarasca por mntto, sobras de alimentación de aves. Se genera 772.864 kg/mes, 9.274.368 kg/año.
Metal: Aluminio de latas de salsas, jugos o refrescos. Se genera 5.136 kg/mes, 61.632 kg/año.
Papel: Por impresiones y pagos. Se genera 8.04 kg/mes, 96.48 kg/año.
Vidrio: Por botellas de barra de restaurante, jugos, refrescos de capacidad de 400 ml. Se genera 19.292 kg/mes, 231.504 kg/año.

2. En el caso de residuos que son considerados por la NOM-052-SEMARNAT-2005, pero que recibieron un tratamiento o se determino que el residuo no es peligroso, deben anexarse los análisis CRIT.

3. Indicar las fuentes de generación, ejemplo: residuos generados en cada proceso, de producción, mantenimiento, almacén, comedor, oficinas, etc.

Tienda de souvenirs: Espacio donde se venden souvenirs, recuerdos, ropa, etc. de ArboTerra. Se generan tickets, plásticos, cartón.
Restaurante "La Balsa y el Kraken" (Cocina y barra): Espacio para trabajadores y visitantes donde se preparan diversos platos y bebidas. Se generan orgánicos, vidrio, plástico, tetrapak, cartón, unicol, aluminio, inorgánicos.
Mantenimiento: Espacio donde los trabajadores realizan actividades de cuidado de las instalaciones. Se genera hojarasca de las áreas verdes, madera, chatarra, cartón, plástico.
Taquilla: Lugar donde se venden las estradas al parque. Se generan tickets, papel y cartón.
Oficinas administrativas: Espacio donde se tramitan las ventas, lo administrativo del parque, RH. Se generan papel, plástico, orgánicos.
Auditorio: Espacio donde se realizan juntas, inducciones, cursos, etc. Se generan PET, unicol, servilletas, envolturas.
Soporte de vida: Espacio donde se dedican a realizar las dietas de los animales del aviario. Se generan Orgánicos (frutas y verduras), residuos de poda, costales de alimentos.

4. Indicar el destino de los residuos o la empresa (s) recolectora (s).

Los residuos valorizables como el PET, vidrio, aluminio, cartón se recogen del restaurante y se venden a través de los mismos trabajadores de ArboTerra.
Los residuos orgánicos se trasladan al área de compostaje dentro de ArboTerra.

5. Indicar el número y descripción de los contenedores utilizados.

Los sanitarios ubicados dentro del aviario cuentan con 10 contenedores de plástico de 18 L de capacidad.
El recorrido del aviario cuenta con 3 contenedores de madera de 20 L de capacidad.
Oficinas administrativas cuentan con 7 contenedores de 18 L de capacidad.
En cocina y barra cuentan con 6 contenedores de plástico. 3 de 70 L de capacidad y 3 de 20 L de capacidad.
El auditorio cuenta con un contenedor metálico de 15 L de capacidad.

6. El manejo actual de los residuos: Describir de manera general el manejo que se le da a sus residuos actualmente (separación, minimización, reutilización, venta, almacenamiento temporal, disposición final (relleno sanitario), entre otros).

7. Almacenamiento temporal: especificar características y condiciones del almacén.

Es un espacio de aproximadamente 30 metros cuadrados.
Carece de orden, limitación y contenedores para colocar los residuos así como también la iconografía de los mismos.

V. DATOS DE LOS RESIDUOS

TIPO DE RESIDUO: URBANO MANEJO ESPECIAL

RESIDUO: PROCESO DEL CUAL SE GENERA:

El residuo es valorizable: SI NO

CANTIDAD GENERADA (KG/MES) CANTIDAD APROVECHADA (KG/MES):

DESTINO: ACOPIO REUSO RECICLAJE INCINERACIÓN DISPOSICIÓN FINAL (Relleno Sanitario)

EMPRESA: NO. DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DESTINO OTORGADO POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

EMPRESA: NO. DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA OTORGADO POR LA SMADSOT:

DIRECCIÓN:

NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL: TELÉFONO:

TIPO DE RESIDUO: URBANO MANEJO ESPECIAL

RESIDUO: PROCESO DEL CUAL SE GENERA:

El residuo es valorizable: SI NO

CANTIDAD GENERADA (KG/MES) CANTIDAD APROVECHADA (KG/MES):

DESTINO: ACOPIO REUSO RECICLAJE INCINERACIÓN DISPOSICIÓN FINAL (Relleno Sanitario)

EMPRESA: NO. DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA DESTINO OTORGADO POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

EMPRESA: NO. DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA OTORGADO POR LA SMADSOT:

DIRECCIÓN:

NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL: TELÉFONO:

VI. DESTINO DE LOS RESIDUOS

NOMBRE DE LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO	CLAVE DE AUTORIZACIÓN	REPRESENTANTE LEGAL	DIRECCIÓN	TELÉFONO
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

VII. ESTRATEGIA DE MINIMIZACIÓN

Colocar como anexo las siguientes acciones:

1. Descripción de las actividades que la empresa realiza o realizará para la minimización de los residuos.
2. Objetivos de la implementación del plan de manejo.
3. Programa de actividades, capacitación, responsables.
4. Llenar el apartado de las metas de la estrategia de minimización.
5. Descripción de los indicadores de desempeño, de ser necesario anexar gráficas y/o tablas.

VIII. METAS DE ESTRATEGIAS DE MINIMIZACIÓN

PROCEDIMIENTO DE REDUCCIÓN:	Aprovechamiento de los orgánicos por el proceso de compostaje		
TIPO DE RESIDUO:	Orgánicos	% DE REDUCCIÓN:	40%
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:	Se describe en la Propuesta del Plan de Manejo de Residuos.		
CANTIDAD PROMEDIO GENERADA SIN EL PROCEDIMIENTO	MENSUAL 772.864 kg/mes	CANTIDAD PROMEDIO GENERADA CON EL PROCEDIMIENTO	MENSUAL x

PROCEDIMIENTO DE REDUCCIÓN:	Eco-ladrillos		
TIPO DE RESIDUO:	PET e Inorgánicos sólidos	% DE REDUCCIÓN:	50%
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:	Utilizar botellas PET de 1 L y rellenar con inorgánicos sólidos como lapiceros, bolsas que no se reciclan, etc. Estos Eco-ladrillos se utilizan para construcción.		
CANTIDAD PROMEDIO GENERADA SIN EL PROCEDIMIENTO	MENSUAL	CANTIDAD PROMEDIO GENERADA CON EL PROCEDIMIENTO	MENSUAL

En caso de que los espacios no sean suficientes podrá reproducir este formato las veces que sea necesario

Anexo 2. Bitácora de registro de residuos

Bitácora para el Centro de acopio de ArboTerra.


	CREAVENTURA S.A. DE C.V. BITÁCORA DE ENTRADA Y SALIDA DE RESIDUOS VALORIZABLES EN EL CENTRO DE ACOPIO
---	--

GENERACIÓN			ALMACENAMIENTO TEMPORAL	MANEJO					No. De folio de salida
Área de generación	Tipo de residuo	Cantidad (kg)	Fecha de ingreso	Fecha de salida	Prestador de servicio			Manejo o disposición final	
					Nombre, denominación o razón social	Automovil	Placas		

Bitácora de registro de salida de residuos.

	BITÁCORA DE RESIDUOS VALORIZABLES			
FOLIO	FECHA	RESIDUO	PESO EN KG	PRESTADOR DE SERVICIO

Pase de salida de residuos.

 SALIDA DE RESIDUOS VALORIZABLES		FOLIO	
Prestador de Servicio		Fecha	
Nombre de responsable		Hora	
Automovil		Placas	
RESIDUO		CANTIDAD (kg)	
<hr/> Prestador de servicio		<hr/> Responsable de área	

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Rosete, A. (2018). *Tesis de técnico superior universitario titulada: Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en el parque de conservación de ArboTerra*. Puebla: Universidad Tecnológica de Puebla.
- ArboTerra. (21 de Enero de 2017). Manual organización del parque ArboTerra. *Filosofía de ArboTerra*. Puebla, Puebla, México: CREAVENTURA S.A. DE C.V.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión . (18 de noviembre de 2022). Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (31 de octubre de 2014). Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (18 de Enero de 2021). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (11 de mayo de 2022). Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (11 de Abril de 2022). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Carrión, M. (s.f.). *El Ágora diario del agua*. Obtenido de <https://www.elagoradiario.com/open-data/infografias/plasticos-guia/>
- Gobierno de Puebla. (15 de febrero de 2021). *Gobierno de Puebla*. Obtenido de <https://puebla.gob.mx/index.php/noticias/item/4596-presenta-inegi-al-gobierno-estatal-indicadores-sociodemograficos-del-estado#:~:text=Puebla%20tiene%206%20millones%20583,100%20mujeres%20en%20la%20entidad.>
- Gobierno del Estado de Puebla. (29 de noviembre de 2013). *Orden Jurídico Poblano*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316846/Ley_de_Cambio_Clim_tico_Puebla.pdf
- Gobierno del Estado de Puebla. (4 de agosto de 2014). *Orden Jurídico Poblano*. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Puebla/wo96704.pdf>
- Gobierno del Estado de Puebla. (8 de febrero de 2019). *Orden Jurídico Poblano*. Obtenido de

https://gobiernoabierto.pueblacapital.gob.mx/transparencia_file/InformacionFiscal/norm/77.01.ley.org.mpal.pue.pdf

H. Congreso del estado de Puebla. (18 de septiembre de 2002). Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Puebla/wo96710.pdf>

H. Congreso del Estado de Puebla. (15 de diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.congresopuebla.gob.mx/>

INECC. (15 de 11 de 2007). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/133/situacion%20en%20mexico.html#:~:text=El%20control%20de%20los%20residuos,el%20Consejo%20Superior%20de%20Salubridad.>

INECC. (27 de Agosto de 2007). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/105/l.html>

INECC. (01 de 06 de 2020). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-2020>

Jiménez Herrero, L. M., Lagüela, E. P., Valero Capilla, A., Valero Delgado, A., Cerdá, E., Sanz Larruga, F. J., . . . de Benito, B. (2019). *Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado*. Madrid, España: ECOBOOK.

Maita de González, T. J. (11 de Agosto de 2021). *Aplicando las tres R ecológicas desde nuestro hogar para cuidar el planeta*. Obtenido de <https://enlinea.santotomas.cl/blog-expertos/aplicando-las-tres-r-ecologicas-desde-nuestro-hogar-para-cuidar-el-planeta/#:~:text=Seguramente%2C%20han%20escuchado%20o%20le%20%ADdo,primer%20ministro%20japon%20Kaizumi%20Junichiro.>

Martínez Arce, A., Rosa Domínguez, E., Alvarado Díaz, E. G., Chargoy Amador, J. P., & Suppen Reynaga, N. (s.f.). *Sumario Huella de Carbono de las Industrias de la celulosa y del papel en México*. Obtenido de <https://camaradelpapel.com.mx/pdf/EHC-sumario5.pdf>

Medina Ross, J. A., Jiménez Yanes, I., Aguirre García, I., Vallejo Aguilar, S. A., Tobón Camiro, R., & Rocha Jiménez, M. .. (2001). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México: Instituto Nacional de Ecología.

- Mundial, B. (20 de septiembre de 2018). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>
- Mundo, B. N. (9 de Octubre de 2018). *BBC News Mundo*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45755145>
- Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México. (26 de Junio de 2018). *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*. Obtenido de https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/0428eaa8eb778b270c5c8c6a98f67513.pdf
- PROTOSS. (22 de Julio de 2021). *Reciclaje de chatarra en México: PROTOSS*. Obtenido de <https://protossmetales.com/reciclaje-de-chatarra-en-mexico/>
- Puebla, G. d. (15 de 08 de 2008). Obtenido de Orden Jurídico Poblano: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Puebla/wo96865.pdf>
- Rodríguez Salinas, M. A., & Córdova Vázquez, A. (2006). *Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial. (Noviembre de 2021). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Puebla*. Obtenido de https://smadsot.puebla.gob.mx/images/Programa_Estatal_de_Residuos_2_compressed.pdf
- SEDEMA. (26 de Junio de 2018). *Secretaría de Medio Ambiente*. Obtenido de <https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/publica-sedema-lineamientos-de-compras-verdes-para-la-administracion-publica-de-la-cdmx>
- SEDEMA. (s.f.). *Separación de Residuos Sólidos Urbanos*. Obtenido de http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/separacio_grasas.html
- SEMARNAT. (23 de abril de 2003). *DOF*. Obtenido de DOF: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm>
- SEMARNAT. (20 de Octubre de 2004). *Biblioteca SEMARNAT*. Obtenido de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/nom-083.pdf>
- SEMARNAT. (20 de octubre de 2004). *SEGOB*. Obtenido de SEGOB: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=658648&fecha=20/10/2004#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2D083,urbanos%20y%20de%20manejo%20especial.

- SEMARNAT. (1 de Febrero de 2013). *PROFEPA*. Obtenido de PROFEPA:
<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6633/1/nom-161-semarnat-2011.pdf>
- SEMARNAT. (10 de Enero de 2017). *Gobierno de México*. Obtenido de
<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>
- SEMARNAT. (2019). *SEMARNAT*. Obtenido de SEMARNAT:
http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D3_GLOS_RSM.htm
- SEMARNAT. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. México: Lucart Estudio S.A. de C.V.
- SEMARNAT. (8 de Agosto de 2020). *Lineamientos para otorgar subsidios para la conservación y aprovechamiento sostenible de la vida silvestre nativa en UMA y PIMVS*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-otorgar-subsidios-de-conservacion-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-vida-silvestre>
- SEMARNAT. (s.f.). *Aprovechamiento de la Vida Silvestre*. Obtenido de https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/07_Aprovechamiento/7.2_Manejo/index.htm
- Staff, F. (1 de junio de 2020). *Forbes México*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/mexico-es-lider-en-generacion-de-residuos-en-america-latina-anipac/>