

Módulo de separación de residuos

Anne Hanadi Ruiz Oy
Oscar Manuel Vicencio Barragan
Universidad Modelo, Escuela de Ingeniería,
<Ingeniería en energía y petróleo>
Diciembre - 2023

Resumen

El crecimiento constante de la población, la falta de una educación ecológica y los malos hábitos de consumo han provocado que el número de residuos sólidos crezca de manera exponencial, esta situación genera la aparición de fauna nociva e incluso puede tener afectaciones sobre la salud. Con el objetivo de hacerle frente a esta problemática se presenta el siguiente proyecto que tiene como finalidad desarrollar un módulo de separación de residuos sólidos que permita empezar a generar una conciencia ecológica desde el hogar, se prevé obtener un módulo que permita almacenar diferentes tipos de residuos sólidos.

Palabras clave: módulo, residuo, separación, contaminación, puntos verdes, Mérida, compacto

Introducción

El constante crecimiento de la población a lo largo de las últimas décadas ha generado consigo una serie de problemáticas ambientales, sociales y económicas. Para esta ocasión, en particular, se abordará el tema del exceso de residuos sólidos y la mala gestión de los mismos. Esta problemática no es únicamente una responsabilidad de los gobernantes, sino, también de la sociedad que no cuenta con una conciencia ecológica que les diga que es mejor separar los residuos por categorías en lugar de mezclarlos, tomando en cuenta que muchos de estos residuos tardan mucho tiempo para degradarse. Aterrizando la problemática, el país no es ajeno a esta situación, ya que según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2019 se generaron más de 44 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, de los cuales solo el 14.5% se aprovechó mediante reciclaje, compostaje o reutilización. El estado de Yucatán y su capital Mérida también enfrentan este desafío, puesto que se estima que cada residente genera alrededor de 1.2 kilogramos de residuos por día, lo que ejerce una gran presión sobre los sistemas de recolección, transporte y disposición final de residuos. Además, se observa una falta de conciencia ambiental respecto a la separación de los residuos en origen, lo que dificulta su aprovechamiento y genera más contaminación. Por lo tanto, es necesario implementar medidas que promuevan la gestión integral de los residuos sólidos, incluyendo la prevención, reducción, separación, reciclaje y tratamiento adecuado. Una de estas medidas es la instalación de módulos de separación de residuos sólidos en puntos estratégicos de la ciudad, permitiendo a los ciudadanos clasificar sus residuos en orgánicos e inorgánicos y dentro de ellos en diferentes categorías como papel, cartón, plástico, metal y vidrio. Estos módulos facilitarían la recogida selectiva de residuos por parte de las autoridades o empresas pertinentes y su posterior valorización mediante procesos industriales o artesanales. De esta manera, se ayudaría a reducir el volumen y el impacto ambiental de los

residuos sólidos, generar ingresos y empleos a través del reciclaje y promover una cultura ambiental responsable entre la población.

Antecedentes

Las emisiones de Dióxido de carbono afectando al mundo entero

El dióxido de carbono (también conocido como anhídrido carbónico) ‘habita’ la atmósfera en una proporción media de 380 partes por millón. Esa presencia es una de las estaciones del ‘ciclo planetario del carbono’, explica Rafael Sarda, investigador del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España y colaborador académico en una escuela de negocios. Tal ciclo circula entre los cuatro espacios planetarios que incluyen los llamados reservorios activos: la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera (fundamentalmente los océanos) y la litosfera (la capa superficial sólida de la Tierra), qué juntos construyen la ‘casa’ del CO₂. Pero una de las singularidades de este gas es que lo pequeño se vuelve grande. Su proporción en la atmósfera es la menor de estos cuatro reservorios, y, sin embargo, desempeña el papel más trascendente frente al resto. “En los últimos 800.000 años, la concentración de CO₂ en la atmósfera fluctuó entre las 170 y 330 partes por millón (niveles muy aceptables para la sostenibilidad del planeta), pero desde los últimos 170 años, y de forma enormemente acelerada en las tres últimas décadas, se ha disparado hasta unos valores que alcanzan en la actualidad 415 partes por millón”, advierte el investigador.

Calor en la casa común

Las emisiones de CO₂ se han multiplicado y tienen consecuencias. Es un gas que contribuye al calentamiento del planeta aunque no sea el único. También otros gases naturales (metano, óxido nitroso) o artificiales (gases fluorados) forman parte de los tan mentados gases de efecto invernadero (GEI). De hecho, su aumento en la atmósfera es lo que desencadena el cambio climático, la crisis climática o la emergencia climática. Son tres términos muy cercanos que se utilizan para describir el calentamiento global que sufre la Tierra. En los últimos años se han incrementado los desastres naturales, perdiéndose viviendas, terrenos, y cosechas, con pérdidas económicas y de vidas humanas. La temperatura y las olas de calor son mayores. Hay más enfermos y enfermas de malaria, dengue, diarreas, infecciones respiratorias agudas, enfermedades por golpe de calor, enfermedades dermatológicas. El cambio climático nos afecta a todos y todas.

Reducir emisiones a toda costa

¿Cuál es el impacto real para las personas y la sociedad del exceso de emisiones y la huella de carbono? “Las consecuencias en un futuro no tan lejano podrían ser enormes, y en algunos lugares catastróficos, a no ser que se produzca una reducción drástica en la década que hemos empezado este año”. Si la sociedad no rebaja sus índices de emisiones de CO₂ a la atmósfera, los informes científicos auguran múltiples riesgos e impactos. Por ejemplo, problemas de abastecimiento por el colapso de las cosechas, disminución del agua potable (por primera vez en la historia cotiza en el mercado de futuros, como si fuera oro o trigo), subidas del nivel del mar, extinción de especies, la desaparición de ecosistemas enteros (sobre todo los más frágiles como los arrecifes de coral), el aumento de sequías, huracanes o tifones, migraciones masivas

por causas climáticas y geopolíticas asociadas... Crece la fragilidad de los ecosistemas y muchos futuros problemas ni siquiera son predecibles hoy.

Problemática general de los residuos sólidos en el mundo

Cada año se producen entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos en todo el mundo, de los cuales entre 300 y 500 millones son residuos peligrosos, es decir, tóxicos, inflamables, explosivos, corrosivos o con riesgo biológico. Los países comercian con ellos y en los últimos 30 años el volumen de los peligrosos ha crecido un 500%.

Una parte de todos estos restos no se queda en su país de origen y viaja a través de una red mundial de residuos, la world-wide waste web, para ser procesados en otro sitio. Existen incentivos económicos para comercializarlos, sin embargo, los países importadores a menudo se enfrentan con problemas para gestionarlos y de salud ambiental. En algunos ya aparecen problemas de congestión, cuando la cantidad de estas basuras supera a la de procesamiento. Ahora investigadores del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, un centro mixto del CSIC y la Universidad de las Islas Baleares), han utilizado datos de 2001 a 2019 (excepto 2010) para seguir el comercio de 108 categorías de residuos peligrosos entre países y han desarrollado un marco matemático para modelar la world-wide waste web. Los resultados del estudio, publicados en la revista Nature Communications, han permitido identificar a los exportadores e importadores netos de residuos y a los países con mayor riesgo de congestión, identificando el momento en el que alcanzan su capacidad de carga y se satura con un determinado tipo de residuos. De esta forma los autores han identificado 28 países que corren un alto riesgo de congestión de residuos, lo que podría provocar una manipulación inadecuada del material y una posible contaminación que afecte tanto al medio ambiente como a la salud humana. Esto incluye a México, India y Uzbekistán, que importan grandes volúmenes de residuos peligrosos. Los datos también muestran que países como Alemania, Francia y Estados Unidos han pasado de tener flujos de residuos más equilibrados a convertirse en exportadores netos predominantes, y China se ha convertido en el principal exportador neto de materiales peligrosos.

Metodología de estudio

Para realizar la investigación, los autores definieron una red distinta para cada uno de los tipos de desechos analizados utilizando la base de datos Basel Convention on the Control of Transboundary Movement of Hazardous Wastes and their Disposal (BaC) y la cotejaron con la capacidad individual de cada país para gestionarlos durante los años analizados. La capacidad de procesar los residuos no es igual para todos los países, y muchos de ellos corren el riesgo de congestionarse, es decir, importar más cantidad de desechos de la que son capaces de gestionar sin comprometer el medio ambiente. Para cuantificar esto, los investigadores utilizaron el Environmental Performance Index (EPI), una clasificación que indica qué países están abordando mejor los retos medioambientales a los que se enfrenta cada nación y que proporciona información sobre capacidad de gestionar distintos tipos de residuos.

Este índice, junto a la estructura de la world-wide waste web, permite identificar aquellos países con un alto riesgo de congestionarse rápidamente si su EPI no se corresponde con la cantidad de residuos peligrosos que importan. De los 57 países que están en esa situación de alto riesgo, 29 de ellos están en África, 16 en Asia, 5 en América, 4 en Europa y 3 en Oceanía.

El estudio afirma que la densidad de conexiones ha disminuido entre 2001 y 2019, además de observar que muchos países se están convirtiendo o bien en exclusivamente importadores de residuos (como México), o bien en exclusivamente exportadores (como China).

Los autores indican que su estudio ayudará a evaluar los escenarios globales sobre residuos y los impactos que puedan tener algunos cambios políticos, por ejemplo, debidos a la pandemia o por prohibiciones en la importación. Además señalan que su trabajo abre la puerta a una gestión de los residuos peligrosos más eficiente que permita la implementación de medidas que garanticen su mejor control.

Clasificación de los residuos sólidos

Existen tres tipos de clasificaciones para los residuos:

- Segundo su composición (envases, papel y cartón, vidrio, etc.).
- Segundo su biodegradabilidad (orgánicos e inorgánicos).
- Segundo su origen (domiciliarios, industriales, hospitalarios, de construcción).

Clasificación de residuos según su composición

- Esta clasificación es la base del reciclaje. Los residuos se agrupan según su composición, se depositan en los distintos contenedores y luego se procesan en conjunto.
- Papel y cartón: este tipo de residuos se deposita en el contenedor azul. Incluye algunos objetos como periódicos, revistas, carpetas o cajas de cartón.
- Envases: estos residuos se depositan en el contenedor amarillo. Latas, briks o botellas de plástico son algunos ejemplos de residuos que deben tirarse a este contenedor.
- Vidrios: incluyen botellas, bombillas u otros objetos. Se depositan en el contenedor verde y no debe confundirse con el cristal.

Otros residuos: el metal, algunos tipos de plástico, madera, pinturas, aceites, entre otros, son residuos que deben tratarse de manera específica. En general, podrán depositarse en un punto limpio, aunque debemos confirmar que acepten el tipo de residuo que queremos desechar

Clasificación de residuos según su biodegradabilidad

- Residuos orgánicos: este tipo de residuo suele provenir de materias vegetales, animales o comestibles. Se trata de residuos biodegradables, es decir, que ocasionan procesos de descomposición y la naturaleza puede aprovecharlos e incluirlos en su flujo normal. No obstante, su acumulación puede provocar plagas o riesgos sanitarios. Deben depositarse en el contenedor de materia orgánica.
- Residuos inorgánicos: es todo aquel residuo que no está compuesto por materia biodegradable. Latas, botellas, objetos metálicos o bolsas de plástico, por ejemplo. Se trata de residuos que tardan mucho tiempo en descomponerse o no lo hacen nunca, por lo que invaden la naturaleza. Deberán separarse y depositarse en los contenedores correspondientes.

Clasificación de residuos según su origen

- Residuos domiciliarios: son aquellos que se generan en el hogar. Pueden ser envases, papel, cartón, vidrio, plásticos de todo tipo... Algunos de estos residuos serán orgánicos, otros inorgánicos, reciclables o no reciclables, lo que hará que se incluyan en distintas categorías según sus características.
- Residuos municipales: es todo aquello que se recoge durante la limpieza de calles, poda de parques y jardines o los residuos que se generan durante ferias y mercadillos al aire libre, incluso productos de limpieza, y demás actividades que se gestionan a nivel local.
- Residuos de origen industrial: los residuos industriales son los resultantes de cualquier actividad industrial o semiindustrial. A menudo pueden ser residuos peligrosos o residuos radiactivos o sustancias químicas, dependiendo de la actividad que se lleve a cabo en las instalaciones.
- Residuos comerciales: estos resultan de cualquier comercio, como pueden ser tiendas de ropa, tiendas de alimentación o cualquier otro establecimiento de esta naturaleza.
- Residuos hospitalarios: el material médico también pueden considerarse residuos peligrosos, ya que son de difícil gestión por las actividades que se desarrollan en los centros hospitalarios.
- Residuos de construcción: son residuos que resultan de cualquier proceso de construcción. No suelen presentar un riesgo sanitario, pero son difíciles de gestionar por el gran volumen que ocupan.

Residuos sólidos en México

Los residuos sólidos urbanos (RSU), comúnmente conocidos como basura son solamente una pieza del enorme rompecabezas que conforma la contaminación ambiental y son el resultado directo de los sistemas de producción y patrones de consumo que tenemos en la actualidad. El Distrito Federal junto con la zona conurbada produce más de 20 mil toneladas diarias de residuos, casi la quinta parte de la producción nacional. En 1950 cada habitante de la Ciudad de México producía 0.37 kilogramos de residuos sólidos al día. Actualmente, esta cantidad ha aumentado a 1.4 kilogramos. Si sigue con los patrones de consumo actuales, se espera que en el 2025 la cantidad de residuos producidos en el mundo se quintuplicue. En México, de cada 100 sitios para la disposición de los residuos, alrededor de 66 son tiraderos a cielo abierto sin ningún control ambiental, a diferencia de los rellenos sanitarios que cuentan con la infraestructura adecuada para no contaminar. El manejo inadecuado de residuos sólidos provoca serios problemas ambientales como la contaminación del suelo, del agua y la proliferación de fauna nociva transmisora de enfermedades, entre otros.

En el relleno sanitario los pepenadores recolectan día y noche residuos para reciclar o reusar. Después los tractores dispersan la basura, aplanan el terreno y por último lo cubren con una capa de tierra. La capacidad de los rellenos sanitarios y tiraderos en el Distrito Federal no es suficiente; como ya no pueden crecer hacia los lados crecen hacia arriba. Para combatir el problema del exceso de residuos sólidos se debería cambiar los hábitos de consumo, así como hacer la primera clasificación antes de tirarlos. Con la entrada en vigor de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal y la puesta en práctica del Programa de Gestión Integral de

Residuos Sólidos, se obliga a los ciudadanos a separar la basura en orgánica e inorgánica. Si aprovecháramos la totalidad de residuos orgánicos (43%) y todos los inorgánicos que son reciclables (40%) sólo produciríamos el 17% de la basura que actualmente generamos. Más allá del reciclaje, la reducción de la generación de basura desde su origen es la única solución y el único enfoque posible para resolver de una forma limpia y responsable el problema de la basura.

Residuos sólidos en Yucatán

Es un hecho indudable que el gran desarrollo económico, el avance en la industrialización, el incremento demográfico y la creciente sofisticación de la tecnología, han dado como resultado una ampliación en los satisfactorios materiales y un mejoramiento en el nivel de vida de los seres humanos; sin embargo, esto se ha logrado a través de pagar un alto precio: el deterioro del medio ambiente, debido a que de este se extraen todos los recursos naturales y materias primas que se utilizan y se transforman para nuestro consumo. Uno de los grandes problemas de este acelerado desarrollo es el aumento constante de la generación de residuos. Los residuos necesitan un manejo integral, el cual incluye el control de la generación, las operaciones en el sitio de generación, la recolección, la transferencia, el transporte, el procesamiento y la disposición final, involucrando aspectos de salud pública, economía, ingeniería, conservación, estética, ambiente y política.

percibe malos olores a causa de la descomposición de la materia orgánica, originado al permanecer tiempos prolongados dentro las bolsas en espera del servicio de colecta de basura. Los sitios en donde se depositan los residuos sólidos urbanos son predios que se encuentran fuera de los poblados, y cuando se acumulan en grandes cantidades, se recurre a una práctica generalmente realizada en todas las poblaciones del Estado, que es la quema de la basura para reducirla a cenizas. Esta actividad genera una presión sobre el medio ambiente a través de la generación y emisión de gases a la atmósfera como el CO₂ y otros compuestos orgánicos que se liberan por la combustión de los residuos sólidos municipales, impactando directamente sobre el entorno.

Generación de residuos sólidos en hogares de Mérida

La generación de residuos sólidos urbanos en el estado por día, es de 2,475 toneladas, de las cuales tan sólo en la capital se genera el 51 % equivalente a 1,265 toneladas. La generación per cápita en Mérida es de 1.268 kilogramos/habitante/día y a nivel promedio estatal es de 0.881 kilogramos/habitante/día.

Separación de residuos

Ventajas

Entre los beneficios de reciclar los residuos desde nuestra propia casa se pueden mencionar los siguientes:

- Reducción de desechos que contaminan el ambiente.
- Conservación de los recursos naturales.
- Ahorro de agua, energía y dinero.
- Obtener nuevos productos a partir de otros ya usados.
- Se impulsa el crecimiento económico, pues genera puestos de trabajo y potencia la transición hacia la economía circular.
- Permite minimizar el uso de materias primas.
- Fomenta la salubridad e higiene ambiental, reduciéndose los desechos en los ríos y playas y evitando la tala de árboles.

Desventajas

- Las limitaciones de la reutilización a determinados tipos de productos, es difícil su aplicación de forma generalizada. En gran parte por la rápida obsolescencia de los mismos. El reciclaje de materiales produce una cierta pérdida o merma por la mezcla de materiales o la degradación de las propiedades de estos. Esto dificulta la creación de un mercado de reciclaje rentable.
- Existe la creencia de que los materiales reciclados son de menor calidad que los no reciclados, a veces es cierto.
- La recuperación de energía mediante la combustión no es muy recomendable por su baja eficiencia y la contaminación atmosférica.

Puntos verdes

El Programa Puntos Verdes es un componente de la Estrategia Basura Cero del Ayuntamiento de Mérida, enfocado al fomento de la cultura de la separación, reciclaje y la correcta disposición de los residuos de manejo especial y peligrosos domiciliarios; y así promover la economía circular en la ciudad de Mérida. El Programa busca la adopción de una cultura ambiental responsable, por parte de la ciudadanía meridana y nuestros visitantes, a través de la instalación de los “Puntos Verdes” o centros de acopio, que promueven múltiples beneficios de la gestión y valorización de los residuos.

Beneficios:

- Reduce la contaminación al medio ambiente.
- Disminuye el volumen de residuos sólidos.
- Evita las emisiones de CO₂.
- Aprovechamiento de los residuos
- Contribución para un desarrollo urbano sustentable.

¿Cómo ayuda la separación de residuos a la disminución de Dióxido de Carbono?



figura 1. Ejemplo de residuos sólidos

Reaprovechar y reducir la cantidad de residuos sólidos, aplicando la regla de las 3 Rs.

Esta regla nos permite reducir el impacto humano sobre el medio ambiente, mediante un uso más eficiente de nuestros recursos. Nos ayuda a cuidar el ambiente tirando menos basura y siendo consumidores más responsables, lo cual también nos permite ahorrar dinero. Imitemos el uso de bolsas de plástico y envases de teckno port. Usemos más bolsas de tela. •

Segreguemos y/o sepáremos los residuos sólidos que generamos. Al separar los residuos por tipo, material o características que presentan (orgánicos, inorgánicos, peligrosos), evitamos que puedan contaminarse entre ellos, y es más fácil tratarlos de forma correcta. Esto es importante porque facilita el reuso y reciclaje de los residuos sólidos que generamos.

Según el Ministerio del Ambiente, el 55% de la basura que se genera en el país tiene que ser llevado a botaderos por el déficit de rellenos sanitarios. Sólo existen 12 rellenos sanitarios a nivel nacional. El aumento de los residuos y sus inadecuados procedimientos de manejo y disposición final siguen causando daños a la salud humana, al medio ambiente, y en un contexto de cambio climático la situación se agrava. Por ello es importante que nos sumemos a la tarea de segregar los residuos sólidos en casa.

Manejo de residuos en otras partes del mundo

Corea del Sur

Según el Global Waste Index 2022, Corea del Sur es el mejor país en gestión de residuos, con una tasa de reciclaje del 60.8% y una generación de 400 kg per cápita de residuos. Destaca por

poder reciclar el 95% de sus desechos de alimentos. ¿Cómo lo hicieron? Introduciendo políticas públicas. A partir del 2005 se prohibió tirar alimentos en los vertederos y en 2013 el reciclaje de alimentos se volvió obligatorio. En Corea del Sur cuentan con contenedores inteligentes, que les ayudan a registrar la cantidad de residuos que cada usuario deposita. Entre más residuos deseche, pagas más al final de mes. Con esta estrategia se redujo el desperdicio de alimentos con 47 mil toneladas en 6 años. ¿Qué hace Corea del Sur con los alimentos que recupera? Se realizan fertilizantes y alimentos para animales. Además, pasan por una planta de procesamiento.

Alemania

Según el Berlin Senate Department for Urban Development and the Environment (2013) o “Departamento del Senado de Berlín para el Desarrollo Urbano y el Medio Ambiente”, la legislación que sobre residuos adoptó la Unión Europea (UE), es la base para generar un vínculo con la normativa de residuos sólidos dentro de los países miembros, por la influencia que se da a través de directivas y reglamentos que deben cumplir. Según el “Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear”, BMU por su sigla en alemán, a partir del 1 de junio de 2012 entró en vigor la ley clave para el manejo de residuos conocida como “Ley de Economía Circular” o “Circular Economy Act (KrWg)” por su traducción al inglés. Esta ley incluye elementos clave como son: “el principio de quien contamina paga”, “la jerarquía de desperdicio de cinco niveles”, y, “el principio de responsabilidad pública y privada compartida para la gestión de residuos” (BMU, 2018a). La jerarquía de residuos muestra el orden en que se deben realizar las operaciones de prevención y gestión priorizando cada actividad, esta estrategia comprende el siguiente orden: 1. Prevención de residuos, 2. Preparación para reutilización, 3. Reciclaje, 4. Otras operaciones de recuperación, en particular recuperación de energía, 5. Eliminación. Frente a la responsabilidad pública y privada, las partes que fabrican, procesan, o venden productos deberán asumir la responsabilidad con respecto a los objetivos de la economía circular. (Germany, 2012).

Suiza

Según la Oficina Federal para el Medio Ambiente FOEN, por sus siglas en inglés, la EPA es la encargada de establecer los principios para manejar los residuos. Primordial es evitar la creación de residuos, pero si se producen, si es posible se debe reutilizar para producir nuevos materiales, es decir que puedan ser reciclados (FOEN, 2013). Suiza cuenta con leyes, iniciativas y convenios para el manejo de residuos. Se trabaja con el principio de que quien contamina paga, esta estrategia sirve para financiar la gestión de residuos ya que cualquiera que cree los residuos, también deberá estar dispuesto a pagar por su eliminación Swiss Federal Council (2018). Este país cuenta con ordenanzas sobre residuos. Sobresale la relacionada con el movimiento de residuos donde se fijan los requisitos para la importación y exportación de productos; otra ordenanza sobre envases de bebidas (BCO), que contempla las directrices para la separación, clasificación y retorno de estos residuos; la ordenanza técnica sobre residuos, en donde se establecen principios como la prohibición de mezclar residuos, la obligación de reciclar y la obligación de incinerar (FOEN, 2013). Suiza recicla alrededor de un 51% del total de residuos que produce anualmente; porcentaje que se logra a partir de “la ordenanza sobre envases de bebidas, donde además se establece que los consumidores deben devolver los

residuos eléctricos y electrónicos y las baterías usadas, mientras que los minoristas están obligados a aceptarlos” (FOEN, 2013). Este país cuenta con una excelente infraestructura para la eliminación y aprovechamiento de sus residuos. Para convertir los residuos en energía y recuperar metales cuenta con 30 plantas de incineración. Para la recuperación de energía y materiales de residuos biogénicos, posee más de 350 plantas de biogás y compostaje, además de alrededor de 60 plantas de energía de biomasa.

Bélgica

Además de utilizar algunos instrumentos de política similar a los implementados en Alemania, utilizan el programa de pago a medida que tiras (pay-as-you-throw), según la European Environment Agency (2016a), como también la prohibición de la incineración y/o vertido de residuos reciclables y los impuestos sobre ésta y sobre los vertederos. Asimismo en este país se pone en práctica la estrategia de eco diseño de productos, con el fin de que jóvenes y empresarios contribuyan en la reducción del impacto negativo que tienen los desechos en el medio ambiente. Dentro de los diferentes actores que intervienen en Bélgica en la gestión de residuos sólidos, están las autoridades, los ciudadanos y las empresas. Se destaca que según Hidalgo y Delvaux (2015) la empresa Fost Plus se encarga de las obligaciones legales de la mayoría de los productores del país, por ser la que gestiona el tratamiento y la recogida diaria de la basura doméstica. Según Belgian Foreign Trade Agency (2014) la infraestructura para la gestión de residuos en Bélgica se compone de la siguiente manera: 310 empresas que se dedican a la recolección y clasificación de residuos sólidos, 294 compañías que se dedican al reciclaje de residuos de materiales aprovechables, y 71 empresas que se enfocan en la recuperación de energía. Además, en este país recolectan los envases, por esto, existen aproximadamente 8.920 lugares de recolección de botellas (Marques et al, 2014).

Japón

Al afrontar un desafío similar, Japón siguió una legislación semejante a la europea, (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015, p.13). Principios como las “3Rs”, “Jerarquía de los residuos” y “Economía Circular”, ya descritos, son los que emplea dentro del marco legal de la política de residuos para ambas regiones. Japón no es un país que le apueste al reciclaje, sino a la incineración, debido al reducido espacio para rellenos sanitarios. Este es uno de los países con mayor número de plantas de incineración, técnica que refleja un alto porcentaje de recuperación. Con aproximadamente 1.172 plantas, con una capacidad de 182.683 Ton/Día, generó en el año 2013 cerca de 1'770.000 kilovatios (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015). La mayoría de estas plantas usan la electricidad generada para su autosostenimiento, vendiendo el superávit a compañías de suministro de energía (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015).

Países bajos

La Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environment Agency, 2016c) asegura que los Países Bajos, buscan prevenir la generación de desechos, reciclarlos y reutilizarlos dentro de cada eslabón de la cadena de producción, con el fin de enviar la menor cantidad de residuos a los vertederos. Según, la European Environment Agency (2016c) las etiquetas de los

productos holandeses tienen que ser simples y transparentes, deben incluir temas relacionados al impacto ambiental del producto y tener su huella ambiental.

Suecia

El peldaño más alto en la jerarquía de desechos es la prevención de los mismos, por lo tanto, es la prioridad en la legislación sobre residuos, no solo en este país sino en toda Europa (Avfall Sverige, 2018). La Agencia Sueca de Protección Ambiental (Naturvårdsverket, 2018) afirma que su reglamentación se fundamenta en las políticas de la Unión Europea, como se estableció en la Directiva 2008/98/CE sobre residuos. Sin embargo, Suecia tiene normas particulares que guían la gestión de residuos sólidos como son: El Código Ambiental (principalmente el capítulo 15) y la Ordenanza de Residuos de 2011. Para Naturvårdsverket (2018) las estrategias, medidas e instrumentos económicos, aseguran una buena gestión de los residuos sólidos en este país: Reducción del desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria; sistema para la devolución de envases; impuesto sobre el vertido de residuos; en 2017 fue de 250 Coronas suecas (SEK) por Ton.; pago por recolección de basura municipal, basada en el peso; impuesto a los productores de baterías (300 SEK por Kilogramo); reducción del IVA en reparaciones, con el fin de reducir la cantidad de desechos; inversión en modelos de negocio de la industria del reciclaje. Según Avfall Sverige (2017), en Suecia existen sistemas subterráneos de recolección de residuos, así se reduce la necesidad de espacio en las calles, como también los olores, por estar a bajas temperaturas La Asociación Sueca de Gestión de Residuos y Reciclaje (Avfall Sverige, 2018), afirma que en Suecia hay 580 centros de reciclaje y alrededor de 34 plantas de incineración de residuos domésticos.

Noruega

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en Noruega la política de gestión de residuos sólidos se fundamenta en un sistema de ciclos cerrados, que va de la mano con la economía circular. Se promueve la fabricación y consumo sostenible de todo tipo de productos, es por esta razón que a nivel nacional se adoptó un objetivo que incentiva el crecimiento económico del país sin causar un aumento en la generación de residuos. Para cumplir dicho cometido, Noruega tiene las siguientes prioridades de política de gestión de residuos: Reducción del desperdicio de alimentos, aprovechamiento de los residuos de plástico a través del reciclaje y la recuperación de energía, mayor uso de biogás y una adecuada gestión de residuos peligrosos. (European Environment Agency, 2016d). Según el Ministerio del Medio Ambiente noruego la gestión de residuos sólidos se basa en la aplicación de métodos de tratamiento y aprovechamiento como son, el reciclaje, el tratamiento biológico (Compostaje y producción de biogás), la incineración con y sin recuperación de energía y la disposición en vertederos (Miljovemdepartementet, 2013). Siendo la incineración y el reciclaje los métodos más utilizados para la gestión de residuos (European Environment Agency, 2013a). Por otro lado, la conversión de residuos en electricidad se realiza en 17 plantas dispuestas para tal fin (Lausselet, Cherubini, Alamo Serrano, Becidan y Strømman, 2016).

Métodos

Materiales

Material	Costo en MXN
Acrílico de 1.80 x 2.44	\$1450MXN C/U
Prensa	\$300 MXN
MDF	\$105 MXN C/U
Pegamento Industrial	\$93 MXN C/U
Corte laser	\$ 1 peso/ 5 segundos

Tabla 1. Materiales de construcción

Métodos

Fase 1. Investigación y planeación.

Durante esta primera fase se realizará el trabajo de investigación correspondiente, se analizará la problemática, a nivel nacional y estatal, con la intención de buscar una posible solución para el manejo de los residuos sólidos en el hogar, además de, el funcionamiento de los módulos de separación en el hogar y como la población genera una conciencia ecológica de separación de residuos sólidos para que estos pasen por un proceso de reintegración.

Fase 2. Desarrollo

En esta etapa se realizarán los trabajos de diseño para el módulo de separación, para el cual se tendrá que definir los tipos de residuos sólidos con los que se va a trabajar, los cuales serán los siguientes:

- Envases de vidrio
- Tetra pack
- HDPE
- PET 1 y PET exótico
- Latas de fierro y latas de aluminio

Dentro de esta fase también se contempla el desarrollo del presupuesto, así como, determinar los materiales de construcción, el tipo de trabajo que se ejecutara para la construcción de estructuras. Hasta el momento se tiene contemplado un diseño preliminar, es cual es una estructura rectangular a la cual se le podrán agregar costales para que estos sirvan para almacenar y separar los residuos, los cuales antes de ser llevados a los puntos de recolección deben de ser lavados en el caso de los plásticos y las latas de fierro, o estar dobladas y

amarradas en el caso de las cajas de cartón. A la par que se avanza con el desarrollo, sé tomaran las pláticas de sensibilización que son ofrecidas por la Unidad de Desarrollo de Sustentable del Ayuntamiento de Mérida. Una vez concluidas las platicas, se empezará a trabajar en la ficha descriptiva y el presupuesto, para concluir en tiempo y forma con las fechas de del concurso.

Fase 3. Experimentación y validación

Posterior a la entrega de la ficha descriptiva, se entrará en una etapa de espera a los resultados de la competencia de los módulos de separación de residuos sólidos. En caso de formar parte de los 5 equipos seleccionados o no, el siguiente paso será probar el funcionamiento del módulo, para que en caso de detectar algún fallo en su funcionamiento pueda ser modificado, una vez que se concluya con el tiempo de pruebas y únicamente si el proyecto queda seleccionado este será presentado el 22 de noviembre, en el caso de no quedar seleccionado se trabajará en la documentación hasta su entrega final en el ordinario.

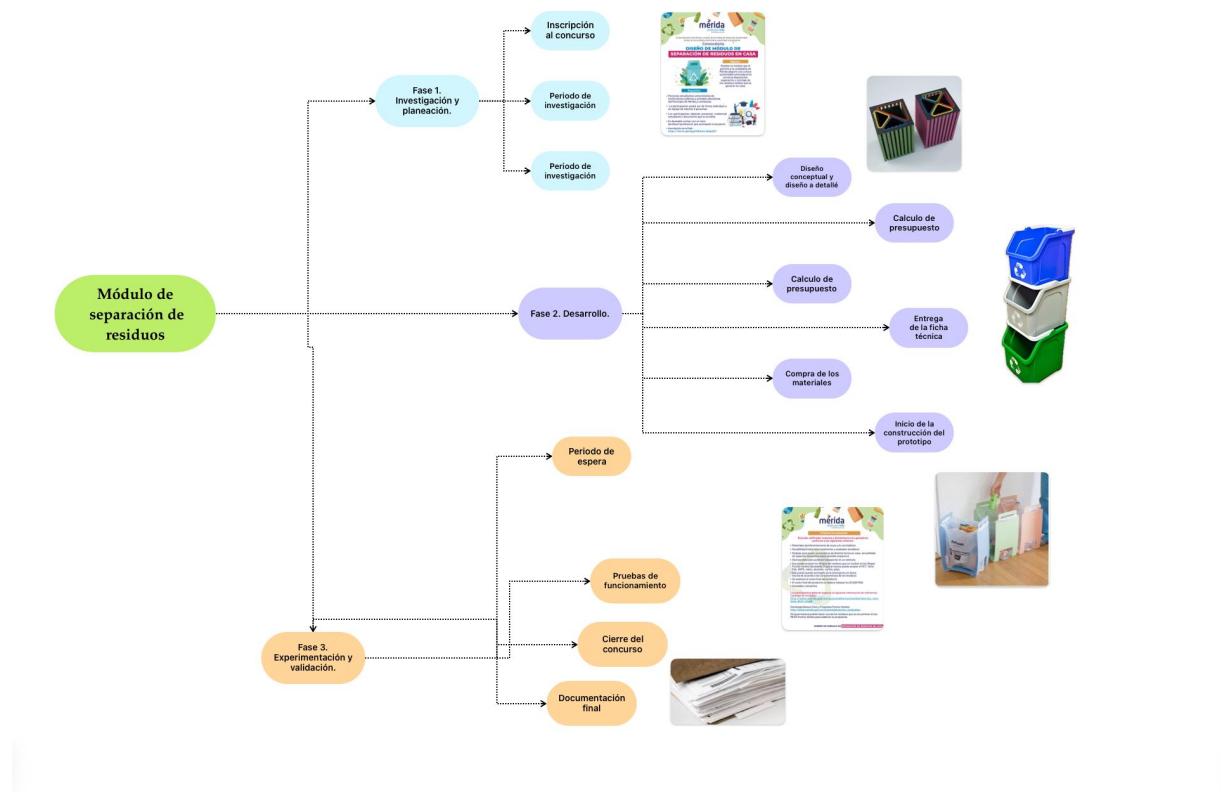


Figura 2. Esquema de la metodología para el desarrollo del módulo de separación de residuos

diseño a conceptual y a detalle

La idea de este diseño es que sea algo vanguardista además de práctico y fácil de transportar. Es por ello que al plasmar las ideas de diseño se llegó al diseño ideal, primeramente se llevó a cabo un boceto diseñado en el software de Autodesk Sketchbook para ya saber en qué dimensiones se manejarán los materiales del módulo y que su costo sea adecuado al presupuesto dado de \$1000 MXN. De igual forma, se hizo posterior a ello un diseño a detalle con ayuda de la herramienta Fusion 360, donde se plasmaron las siguientes medidas 35 x 35 x 35 cm de la parte exterior en cada módulo y con un grosor de 3 mm. La parte interior es de 33 x 33 x 33 cm con un grosor de 3 mm, en las caras frontales las aberturas son 25 x 7 cm para 3 de los módulos, para el módulo de las botellas de cristal la apertura es de 25 x 16 cm. Es importante mencionar que el material que se está utilizando para realizar los módulos de separación es de acrílico. (las dimensiones están sujetas a cambios a modificaciones en los materiales)

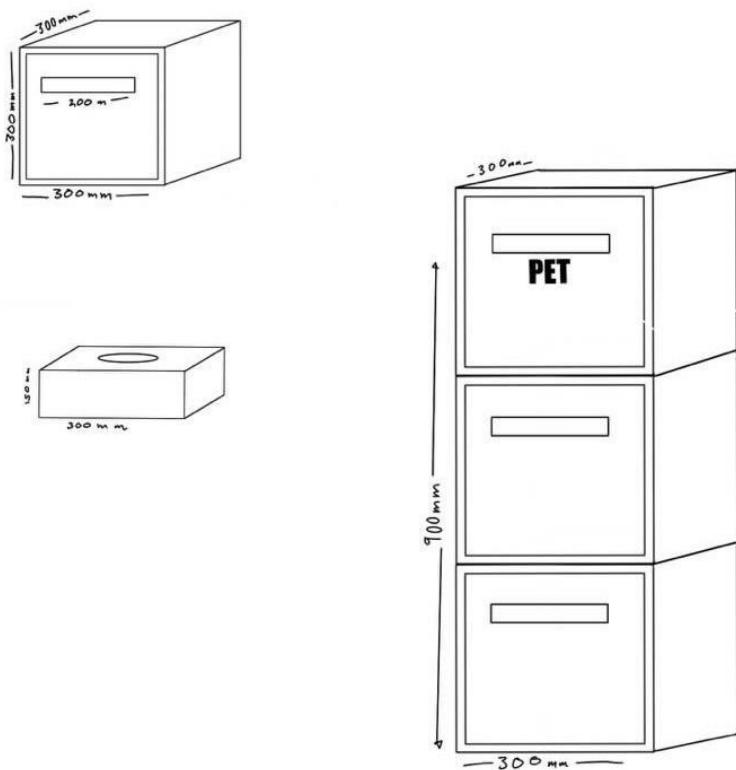


Figura 3. Diseño a detalle



Figura 4. Diseño a detalle

Animacio

[https://drive.google.com/file/d/1cTDGNH8_R2mZdexcB-aHaS8zb97mmHqS/view?usp=drive_link](https://drive.google.com/file/d/1cTDGNH8_R2mZdexcB-aHaS8zb97mmHqS/view?usp=drivelink)

Resultados

Al finalizar con el módulo de separación de residuos los resultados obtenidos en ello fueron gratificantes, se cumplieron los objetivos dados, es decir, es un módulo compacto, cuya función es separar diferentes tipos de residuos sin dificultad, desarmable, hecho con distintos tipos de materiales, en este caso se usó acrílico y MDF, el acrílico está por fuera para evitar que las cajas de MDF que están por dentro puedan correr riesgo de mojarse o romperse. Se puede visualizar que tanto en el diseño conceptual como a detalle son una base para llevar a cabo el diseño físico y actual.



Figura 3. Diseño actual y final

Discusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede determinar que el prototipo cumple con el objetivo deseado, ya que cumple con la función de almacenar los residuos sólidos para posteriormente ser entregados en los puntos de recolección de residuos para que estos pasen a la siguiente etapa de su ciclo de vida, y también presenta un diseño que permite hacer más eficiente su transporte. En cuanto al diseño y materiales seleccionados hay una gran oportunidad de mejora, debido a que algunos de los materiales no presentan la mejor resistencia a estar expuestos a la intemperie o a climas adversos, y otros de los materiales cuentan con un precio elevado lo cual resultó ser lo más favorable, en cuanto al diseño seleccionado.

Conclusiones individuales

Hanadi: Se sabe que la contaminación es una problemática en la que siempre hemos vivido desde los inicios, es por ello que optando por estos nuevos procesos en los que nuestros residuos puedes tener un nuevo ciclo de vida son una opción viable y sustentable para nuestra vida diaria, tal vez no sea mucho, pero si cada persona en el mundo recicla, separa sus residuos y no contamina, se verá la diferencia. Esté prototipo de módulo de separación es una base para la educación sustentable en la cual las personas tomarán como disciplina separar sus residuos. Ayudando así a no generar tantos residuos en los vertederos comunitarios y reduciendo los índices de CO₂ en el ambiente.

Oscar: Es un hecho que el exceso de residuos se ha convertido en un problema muy grande con el pasar del año y que no se le da importancia que debería de tener al manejo de los residuos, por lo cual este proyecto es adecuado para generar una conciencia que nos permita darle un mejor manejo de los recursos empezando desde el hogar, aunque, pareciera que no existe una relación entre el manejo de los recursos y la generación de energías la verdad es que la relación es más estrecha de lo que parece. La separación de residuos sólidos permite la recuperación de materiales que pueden ser reciclados o reutilizados, lo que reduce la cantidad de residuos que deben ser incinerados o depositados en vertederos; se puede señalar que por medio de la incineración de materiales es posible generar energía que puede ser utilizada para generar energía eléctrica, para concluir el proyecto realizado ha logrado cumplir el objetivo propuesto lo cual resulta favorable y además nos permite empezar a generar una conciencia sobre la importancia de separar los residuos para que estos pueden ser procesados de manera adecuada y a su vez ayudar a reducir las emisiones de CO₂.

Bibliografía

Ruiz, G. (2023, 18 abril). Ventajas y desventajas del reciclaje y la reutilización de recursos materiales. espaciociencia.com.

<https://ciencia.espanadiario.tips/noticias/ventajas-desventajas-reciclaje>

Residuos S Lidos - SDS Yucat N. (s. f.).

<https://sds.yucatan.gob.mx/residuos-solidos/index.php#:~:text=La%20generaci%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20urbanos%20en%20el,a%20nivel%20promedio%20estatal%20es%20de%200.881%20kilogramos%2Fhabitante%2Fd%C3%ADa>

Salvador, D. G. C. E. N. F. R. R. G. J. C. R. (s. f.). Residuos sólidos urbanos: un grave problema ambiental. Ciencia UNAM.

<https://ciencia.unam.mx/contenido/galeria/51/residuos-solidos-urbanos-un-grave-problema-ambiental>

Communications. (2023, 16 noviembre). ¿Qué es el dióxido de carbono (CO2) y cómo impacta en el planeta? BBVA NOTICIAS.

<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-dioxido-de-carbono-co2-y-como-impacta-en-el-planeta/>

Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia. (n.d.). CMNUCC.

<https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>

Sinc. (2022, 3 abril). Los países del mundo que acumulan más residuos peligrosos. www.nationalgeographic.com.es.

https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/paises-mundo-que-acumulan-mas-residuos-peligrosos_18100

Ecoembes. (2021, 9 julio). Cómo se clasifican los residuos. Ecoembes dudas del reciclaje.

[https://ecoembesdudasreciclaje.es/como-se-clasifican-los-residuos/#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20clasificaciones,%2C%20hospitalarios%2C%20de%20construcci%C3%B3n\).](https://ecoembesdudasreciclaje.es/como-se-clasifican-los-residuos/#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20clasificaciones,%2C%20hospitalarios%2C%20de%20construcci%C3%B3n)

Ayutamiento de Mérida (2022). Puntos verdes. Recuperado de:

https://decide.merida.gob.mx/processes/MegaPuntosVerdes/f/17/?component_id=17&locale=es&participatory_process_slug=MegaPuntosVerdes

Folleto Segregación de residuos sólidos y cambio climático. Material producido en el marco del proyecto: "Mujeres en acción frente al cambio climático en tres distritos de Lima Sur".

Diseño y Diagramación: Impresión Arte Perú S.A.C. 1º Edición agosto

2018.<https://fovida.org.pe/wp-content/uploads/2018/12/Folleto-Segregaci%C3%B3n-de-residuos-s%C3%B3lidos.pdf>

presentacion:

https://www.canva.com/design/DAFvkeuwbYs/6GkNBHXIPLPtpmPXZ5-QLQ/edit?utm_content=DAFvkeuwbYs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton