



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA



# MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO III

Para el proyecto de gestión ambiental en las rutas de REMITURCT

## Manejo de residuos sólidos en el área de influencia directa de ICES-REMITURCT

**Documento construido en conjunto por las siguientes instituciones:** Instituto de Investigaciones y Consultorías Económicas y Sociales (ICES) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua).

Autores: Layo Leets y Henry López-Guevara

Asesor metodológico: Alicia Sáenz

Managua, Nicaragua

Marzo 9, 2022

# Índice

Introducción .....	4
PARTE I: Los residuos, un problema mundial .....	5
PARTE I - Tema 1: El impacto del consumo y sistema productivo actual sobre el planeta .....	6
PARTE I - Tema 2: ¿Cuántos residuos se produce en el mundo? .....	7
PARTE I - Tema 3: El problema de los residuos, su manejo adecuado. ....	8
PARTE I - Tema 4: Responsables del problema de los residuos.....	10
PARTE II: El manejo de los residuos .....	12
PARTE II-Tema 1: ¿Basura, desechos o residuos? .....	13
PARTE II-Tema 2: La recolección separada de los residuos es la base para su aprovechamiento... ..	14
PARTE II-Tema 3: ¿Qué es la gestión integral de los residuos? .....	16
PARTE III: Tecnologías y estrategias para el manejo de los residuos.....	20
PARTE III -Tema 1: El reciclaje .....	21
PARTE III -Tema 2: Aprovechamiento energético de los residuos. ....	22
PARTE III -Tema 3: Rellenos sanitarios .....	25
PARTE III -Tema 4: la importancia del compostaje en el manejo de los residuos.....	26

PARTE IV: ¿Los residuos en ICES-REMITURCT? .....	27
PARTE IV-Tema 1: El turismo y los residuos .....	28
PARTE IV-Tema 2: ¿Qué tipo de residuos se genera en mi propiedad? .....	28
PARTE IV-Tema 3: Pasos para el manejo de los residuos en ICES-REMITURCT .....	28
PARTE IV-Tema 4: Educación ambiental para enfrentar el problema de los residuos en la comunidad .....	28

# Introducción

Este material de educación ambiental es producto del trabajo en conjunto entre ICES-REMITURCT y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Se desarrolla en el marco del proyecto de Gestión Ambiental en el área de influencia directa de ICES-REMITURCT.

Está enfocado en aportar los conocimientos necesarios para entender el manejo adecuado de los residuos en ICES-REMITURCT. Los temas que se desarrollan inician con el planteamiento de la problemática alrededor de los residuos desde una perspectiva global, seguidamente se presentan los conceptos sobre la gestión integral de residuos, se da una breve explicación sobre las tecnologías de aprovechamiento energético y posteriormente se presenta una propuesta general sobre los pasos principales del manejo de los residuos en ICES-REMITURCT.



# PARTE I: Los residuos, un problema mundial

Tema 1: El impacto del consumo y estilo de vida sobre el planeta.

Tema 2: ¿Cuánta residuos se produce en el mundo?

Tema 3: El problema de los residuos.

Tema 3: Responsabilidades en el problema de los residuos.



# PARTE I - Tema 1: El impacto del consumo y del estilo de vida actual sobre el planeta.

La idea de “desarrollo” que ha promovido el sistema capitalista hasta el momento es contraria con el desarrollo humano y con los ecosistemas; éstos últimos son impactados por la contaminación, la destrucción de los bosques y el saqueo de los recursos. El sistema económico dominante se basa en la economía lineal, que significa la extracción de la materia prima, el consumo y la producción de residuos.<sup>1</sup>

Actualmente la cantidad de recursos naturales necesarios para sostener el estilo de vida de los países “desarrollados” ha superado la capacidad de regenerarse de nuestro planeta en un 170 %, es decir necesitamos 1.7 planetas tierras para seguir con el nivel de consumo que demanda el sistema capitalista actual<sup>2</sup>. La extracción de recursos naturales para comida, ropa, vivienda, agua, infraestructura y otros aspectos de la vida, así como la producción de residuos es más alta que nunca, continúa creciendo, al igual que crece la población mundial que actualmente somos 7,837 millones de personas que se prevé llegar a los 9,600 millones para el año 2050. De continuar así podríamos necesitar de 3 planetas para llenar la demanda de materias primas para sostener ese nivel de vida<sup>3</sup>.

Esta situación ha provocado una alarmante problemática ambiental mundial: la crisis climática, la pérdida de biodiversidad a escala mundial, la acumulación excesiva de residuos, los cinco continentes de plásticos flotantes en los océanos, la deforestación a gran escala y los desastres ecológicos como los derrames de petróleo, contaminantes de la minería, o por la contaminación radioactiva de accidentes en plantas de energía nuclear.

El impacto ha sido tal que actualmente se debate entre los científicos dos términos para nombrar esta etapa en la historia de la tierra, el Antropoceno y el Capitaloceno. El Antropoceno hace referencia a que el ser humano es el responsable del desastre ambiental; el Capitaloceno considera que la destrucción no proviene del ser humano en sí, sino del sistema de producción capitalista.

<sup>1</sup> Tomado de: ONU medio ambiente (2018) Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe.

<sup>2</sup> WWF(2019): EU Overshoot Day – Living Beyond Nature’s Limits

<sup>3</sup> WWF (2010) Planeta vivo, informe 2010, Biodiversidad, Biocapacidad y Desarrollo.



¿Quién se come al planeta, el ser humano o su sistema económico?



Consumo insostenible de los recursos naturales

## PARTE I - Tema 2: ¿Cuánta residuos se produce en el mundo?

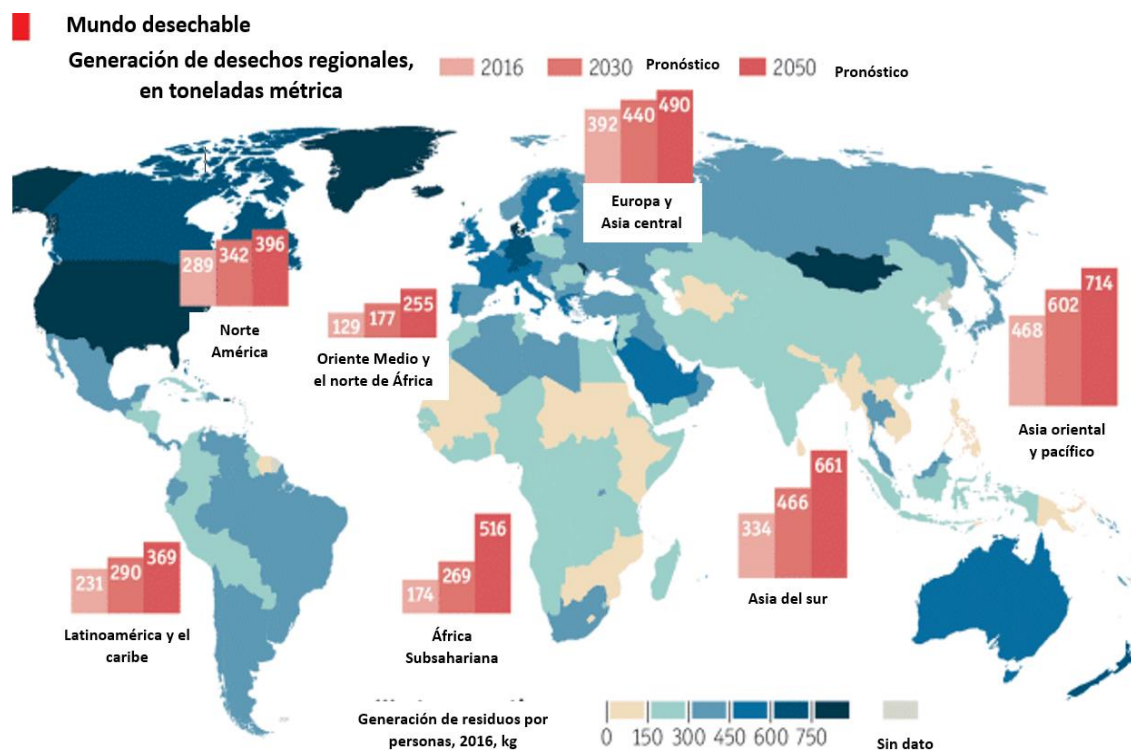
Entre las regiones del mundo que más producen residuos se mencionan:

1. Asia oriental y pacífico, produce 488 millones de toneladas/año.
2. Europa y Asia central, produce 392 millones de toneladas/año.
3. Asia del sur, produce 334 millones de toneladas/año.
4. Norte América, produce 289 millones de toneladas/año.
5. Latinoamérica y el Caribe, produce 231 millones de toneladas/año
6. África Subsahariana, produce 174 millones de toneladas/año.
7. Oriente Medio y el norte de África, produce 129 millones de toneladas/año<sup>1</sup>.

En el año 2012 la producción mundial de residuos se estimó en la sorprendente cifra de 1.3 mil millones de toneladas al año, para el 2016 la cifra alcanzó los 2.01 mil millones de toneladas al año, esta cifra sigue en aumento previéndose alcanzar los 3.40 mil millones de toneladas para el año 2050<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>: Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050.

<sup>2</sup>: Elhacham E, et all (2020): La masa global creada por el hombre supera a toda la biomasa viva.



Source: World Bank

The Economist

Un dato interesante para entender la manera en cómo la actividad humana ha modificado el planeta, lo presenta un estudio<sup>2</sup> que concluye que la masa o volumen de todas las cosas creadas por el ser humano como son la infraestructura, artefactos, residuos, etc; es mayor que la masa de toda la naturaleza incluido los seres humanos.

## PARTE I - Tema 3: El problema con los residuos.

La generación de residuos es un producto normal de cualquier actividad, sean personas individuales, grupos o ciudades enteras la generación de residuos siempre está presente. No se puede dejar de producir residuos, pero si se puede cambiar los hábitos de consumo y el estilo de vida que disminuya la sobreproducción de residuos. A pesar de lo alarmante que son las cifras de la cantidad de residuos en el mundo, la sobreproducción de residuos es solo una parte del problema, el verdadero problema es la manera en cómo manejamos los residuos, ya que esta termina contaminando el medio ambiente, destruyendo la naturaleza y al ser humano. La mala gestión de residuos es una realidad mundial, en los países empobrecidos el 90% de los residuos es mal manejada<sup>1</sup>. Entre los problemas más graves que genera los residuos se pueden citar:

**Impacto en la salud:** El manejo inadecuado de los residuos ocasiona problemas a la salud. La descomposición de los residuos orgánicos atrae vectores transmisores de enfermedades como las moscas, los mosquitos, las cucarachas los ratones y microorganismos. Los basureros abiertos pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas; la quema de residuo libera contaminantes cancerígenos, también problemas en el sistema nervioso, respiratorio y reproductivo.

Los residuos plásticos que no se reciclan se degradan hasta convertirse en micro plásticos que han invadido el mundo hasta el interior de los seres vivos, incluyéndonos<sup>2</sup>.



Micro plásticos aun visibles. Se han encontrado partículas de plásticos incluso en cerveza y en el agua embotellada<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>: ONU, Medio Ambiente (2018). Plásticos de un solo uso, una hoja de ruta para la sostenibilidad

<sup>2</sup>: EPA 2020. Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: una guía para los tomadores de decisiones en los países en vías de desarrollo.

<sup>3</sup>: Liebezeit y Liebezeit (2014) Synthetic particles as contaminants in German beers



**Impacto al ambiente:** Los residuos generan líquidos que contienen sustancias químicas que pueden contaminar el suelo, las aguas superficiales y subterráneas. La quema de los residuos o el depósito final en rellenos sanitarios controlados, genera gases que contribuyen a la contaminación del aire y al cambio climático. En los ecosistemas, los animales podrían consumir los desechos y disminuir sus poblaciones principalmente en los océanos o también podrían ocasionar incendios forestales.



**Impacto en la economía:** resolver el problema de los residuos mal gestionados puede ser muy costoso. Algunos estudios sugieren que el daño que los plásticos causan al ecosistema marino tiene un costo aproximado de 13 mil millones de dólares<sup>1</sup>. La contaminación visual de los residuos genera pérdidas económicas considerables para el sector turístico, dado que ningún turista quiere estar en sitios contaminados.

<sup>1</sup>: UNEP 2014. Valuin pastic: The business case for measuring, managing and disclosing plastic use in the consumer goods industry.



# PARTE I - Tema 4: Responsabilidades del problema de los residuos.

¿Por qué los residuos terminan en el medio ambiente? La mala gestión de los residuos y el comportamiento individual irresponsable son las principales causas de que los residuos termine contaminado el ambiente. Para una gestión de los residuos exitosa las responsabilidades tienen que ser compartidas con todos los actores implicados en el problema, los gobiernos, las empresas y la

**Gobiernos:** tienen que mostrar el liderazgo para llevar a cabo la gestión de los residuos. Crear la base legal y política para el desarrollo de la gestión, destinar fondos para estudios, equipos, personal, el funcionamiento del sistema de gestión, campañas de educación a la población e invertir en la disposición final de los residuos y plantas de reciclaje. También deben de regular las medidas “ecológicas” que promueven las empresas para asegurar su verdadero propósito.



**Empresas:** las empresas principalmente aquellas que promueven el uso del plástico tienen un papel central para el éxito de la gestión de los residuos. Estas tienen que responsabilizarse del impacto ambiental de los productos que colocan en el mercado promoviendo puestos de recolección de los desechos. También deben contribuir en el reciclaje y promover productos que tengan un diseño y tipo de material que facilite el reciclado como es el diseño para el medio ambiente y el diseño para el desensamblaje.

**Ciudadanos:** los consumidores debemos de tomar conciencia del problema de los residuos y la necesidad de una gestión correcta de los desechos. Debemos de responsabilizarnos de separar correctamente los desechos que generamos, la reutilización de los residuos, apoyar y exigir productos reciclables.



# Evaluación **PARTE I: Los residuos, un problema mundial**

1- ¿Que concepto le parece más apropiado, Antropoceno o Capitaloceno?

---

---

---

---

2- ¿De qué manera puede afectar el mal manejo de los residuos al proyecto de ICES-REMITURCT?

---

---

---

---

---

---

---

---

3- Según la lectura todos tenemos responsabilidades en la gestión de los residuos, ¿de qué manera podemos contribuir al manejo de los residuos como individuos, como ruta y como proyecto?

---

---

---

---

---

---

# PARTE II: El manejo de los residuos

Tema 1: ¿Basura, desecho o residuos?

Tema 2: La recolección separada de los residuos, la base para aprovecharlos.

Tema 3: ¿Qué es la gestión integral de residuos sólidos?



# PARTE II-Tema 1: ¿basura, desecho o residuos?

Aunque es común la utilización de los términos residuos, desecho y residuos como sinónimos, para propósitos del manejo se hace una distinción importante con la palabra "residuo"



## RESIDUO

Residuo es todo aquello que ya no se utiliza, pero que aún tiene valor. Por eso se debe tratar de sacarle el máximo provecho ya sea reutilizándolo o reciclando.



## DESECHO

Desecho o residuos es todo aquello que ya no se utiliza, y que ya no tiene valor de uso. Es decir, ha terminado su vida útil.



Una de las clasificaciones más básicas de los residuos, es en los tipos orgánicos e inorgánicos. También es frecuente clasificarlos en más tipos para contar con un programa exitoso de su gestión ya que se aprovechan mejor si se recogen de forma separada

## PARTE II-Tema 2: La recolección separada de los residuos, la base para aprovecharlos.

Conocer qué tipo de residuos producimos y recogerlos correctamente es uno de los pasos más importante para el manejo de los mismos. Los residuos comúnmente se pueden clasificar por su composición en orgánicos o inorgánicos; y por su origen en domésticos, comerciales, industriales o sanitarios. Estas clasificaciones son de utilidad para conocer la forma adecuada de separarlos y recolectarlos. ¿En cuantos tipos se pueden separar? La forma de separación de los residuos varía según el lugar donde se generan, por ejemplo, las fincas agrícolas, ganaderas y casas de vivienda producen diferentes tipos de residuos cuyo tratamiento y separación también son diferentes.



La siguiente tabla<sup>1</sup> muestra ejemplos de las distintas categorías de separación de los residuos para su aprovechamiento.

Categoría de residuo	Ejemplos
Papel	Periódicos, pañuelos de papel, servilletas, cajas cartón, sobres, revistas, cajas de leche o jugo.
Plástico	Envases de Yogur, gaseosa, detergentes, macetas de plástico, bolsas de compras, empaque de alimentos, juguetes, muebles, otros.
Residuos de alimentos	Hueso, verduras, carne, pan.
Otros residuos solidos	Pañales desechables, otros que no se ajustan a ninguna categoría.
Metal	Restos de metal, latas de alimentos, aerosoles, latas de refresco, latas de cerveza.
Vidrio	Vidrios transparentes, vidrios de color.
Residuos de jardinería	Material de madera, arbustos, ramas, troncos, hojas
Otros productos orgánicos	Algodón, ropa, zapatos, tela, toallas, trapos, fajas, carteras, guantes, caucho.
Electrónica	Teléfonos, celulares, radios, computadoras.
Peligrosos o especiales	Pinturas, baterías, instrumentos médicos cortopunzantes, productos químicos, residuos médicos.
Residuos inertes	Polines, restos de madera, aserrín, utensilios de barro, materiales de construcción.

<sup>1</sup>: EPA 2020. Mejores prácticas para la gestión de los residuos solidos

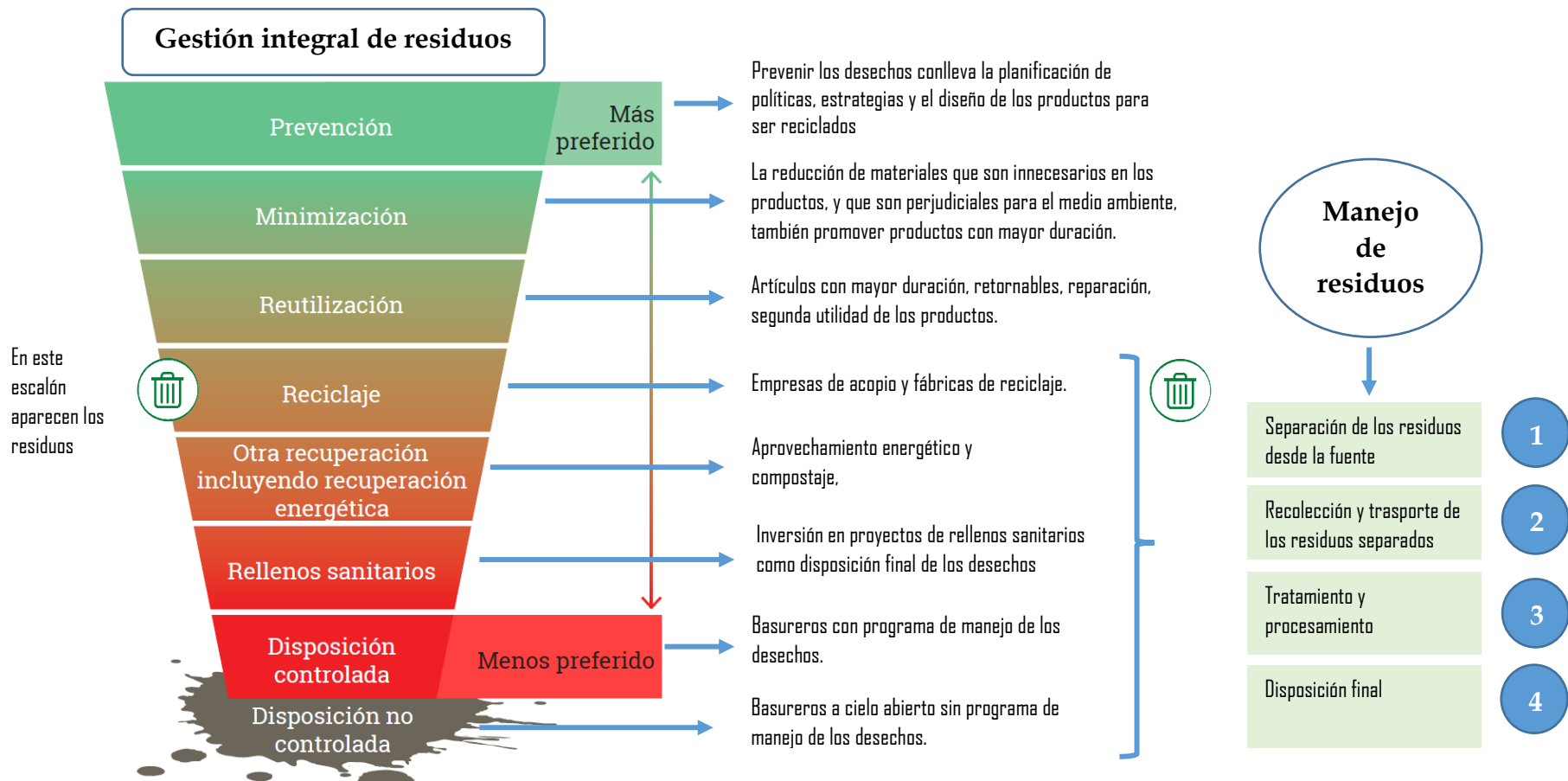
Dentro de la caracterización de los residuos, es importante distinguir a los residuos peligrosos o especiales, estos son aquellos que requieren procesos de manipulación, tratamiento y eliminación especializados. Estos residuos pueden presentar problemas serios a los trabajadores, al vecindario o al medio ambiente, por eso se recomienda recolectarlos por separado, existen muchos tipos de residuos peligrosos y es conveniente identificar qué tipo de residuos peligrosos producimos. La siguiente tabla<sup>1</sup> da ejemplos de los residuos peligrosos que se pueden generar.

<b>Tipo de residuos especial</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peligro</b>
Electrónico	Dispositivos electrónicos usados que se desechan: lámparas, monitores y pantallas led, otros.	Riesgo de exposición humana a sustancias contaminantes y sustancias cancerígenas
Residuos médicos	Medicamentos, objetos cortopunzantes, heces humanas, fluidos corporales, otros similares.	Trasmisión de enfermedades
Baterías	Baterías de iones de litios, baterías de carro	Liberación de partículas de plomo u otros metales pesados, riesgo de incendios.
Residuos domésticos peligrosos	Productos inflamables, corrosivos o tóxicos, ejemplo: pinturas, limpiadores, aceites de motor	Contaminación ambiental, riesgo de incendios
Residuos peligrosos industriales y comerciales	Solventes, tintas, residuos de acabado metálico.	Emisiones ambientales, toxicidad, riesgo de incendios
Neumáticos	Neumáticos de vehículos	Riesgo de incendios, liberación de toxinas, refugios de patógenos por el agua almacenada.
Estiércol animal	Cantidades importantes de estiércol provenientes de instalaciones de grandes granjas de animales.	Gases y olores perjudiciales para la salud, contaminación de tierra y agua.
Residuos de construcción y demolición	Objetos cortopunzantes, o material cancerígeno como asbesto	Riesgo a la salud
Bombillas fluorescentes	Bombillas de luz quemadas	Exposición al mercurio

<sup>1</sup>: EPA 2020, Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos

# PARTE II-Tema 3: ¿Qué es la gestión integral de residuos en una alcaldía?

En una alcaldía la gestión integral de residuos es un sistema de manejo, que tiene como objetivos, la prevención, minimización y el aprovechamiento de los residuos que se producen. Consiste en acciones, medidas y toma de decisiones orientadas en diferentes enfoques desde lo más deseable como es la prevención hasta lo menos preferido como es la disposición no controlada de los residuos. Esto se muestra



El grafico muestra los enfoques de la Gestión integral de residuos desde lo más deseable a lo menos preferido y como se inserta el manejo operativo de los residuos

El Manejo de los Residuos en el área de influencia directa de ICES-REMITURCT



En Nicaragua, la gestión integral de residuos se orienta por la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (decreto ejecutivo N°. 47-2005) y la Normativa Técnica para el Manejo de los Desechos Sólidos (NTON 05 014-02)

**La Política Nacional de Gestión Integral de Residuos tiene 6 fundamentos o enfoques principales**

1. La reducción de los desechos desde su generación
2. La separación de los residuos desde la fuente
3. El reúso
4. El tratamiento
5. Disposición final en rellenos sanitarios
6. La recuperación de las áreas degradadas

**La normativa técnica obligatoria para el manejo de los desechos propone 8 actividades principales**

1. Almacenamiento y presentación de los desechos: se refiere a como los usuarios almacenan y presentan los desechos para su recolección.
2. Recolección: se refiere a la recolección de residuos por vehículos de la alcaldía.
3. Limpieza urbana
4. Transferencia: se refiere a sitios destinados por la alcaldía para el almacenamiento temporal de residuos.
5. Transporte: en este acápite la NTON especifica normas que deben de cumplir los vehículos.
6. Tratamiento o procesamiento
7. Reciclaje, reutilización y aprovechamiento
8. Disposición final

Estas actividades se explican de forma gráfica en 7 pasos el siguiente flujograma.

## Esquema del manejo integral de residuos sólidos según NTON 05 014-02



La **generación** de los residuos se da tanto por las empresas como por los consumidores. **1:** una vez generados los residuos deben ser almacenados y presentados, debidamente separados para su recolección. **2:** los residuos también pueden proceder de las calles por lo que se realiza la limpieza urbana. **3:** los usuarios que tienen dificultad en el acceso a los camiones recolectores deben llevar sus residuos a estaciones de transferencias donde serán recolectados. **4:** La recolección de los residuos se realiza tanto en las casas como en las estaciones de transferencias. **5:** Los camiones recolectores llevan los residuos al sitio destinado para su tratamiento. **6:** Los residuos pueden ser aprovechados a través del reciclaje o la producción de abono. **7:** Los desechos sin ningún provecho deben ser depositados en rellenos sanitarios debidamente diseñados.

El Manejo de los Residuos en el área de influencia directa de ICES-REMITURCT

## Evaluación PARTE II: El manejo de los residuos

1- ¿Qué tipo de residuos produce en su propiedad? ¿Cómo la maneja?

---

---

---

---

2- ¿Cuáles de las fases de la gestión integral de residuos sólidos se pueden implementar en ICES-REMITURCT? De un ejemplo de cada una.

---

---

---

---

---

---

---

---

# **PARTE III: Tecnologías y estrategias en el manejo de los residuos.**

Tema 1: El reciclaje

Tema 2: Aprovechamiento energético de los residuos.

Tema 3: Rellenos sanitarios

Tema 4: La importancia del compostaje en el manejo de los residuos.



## PARTE III -Tema 1: El reciclaje

El reciclaje se refiere a restituir el valor económico de algunos residuos a través de su recolección y transformación (fundiéndolos, triturándolos, o tratándolos químicamente) para obtener la materia prima que será convertida nuevamente en productos del mercado, ya sean del mismo tipo (reciclaje de ciclo cerrado) o diferente (reciclaje de ciclo abierto). El reciclaje es fundamental dentro de la gestión integral de residuos, sin embargo, actualmente el esfuerzo que se hace para reciclar no es suficiente, solo se ha reciclado el 12% de los residuos plásticos que se han producido hasta ahora<sup>1</sup>. Otro problema al que se enfrenta es el reciclaje de productos que nunca fueron diseñados para ser reciclados y por eso se vuelve costoso. Las empresas deben de diseñar los productos para ser reciclados, es decir con materiales y ensamblajes que no impliquen costos elevados en el proceso de reciclado, pero esto no se ha logrado. La siguiente tabla muestra los elementos más comunes para el reciclaje:

Papel	Se puede producir más papel y derivados, no se puede reciclar indefinidamente ya que sus fibras se acortan con el uso
Aluminio	El aluminio puede reciclarse varias veces sin perder su calidad y tiene un valor económico más alto. El aluminio reciclado ahorra 90% energía que producir nuevo aluminio.
Acero	El acero es el producto más reciclado a nivel mundial, el reciclaje del acero ahorra de 60 a 70 % de la energía que se necesita para producir acero nuevo.
Plásticos	Los plásticos representan el problema más serio de los residuos a nivel mundial, tienen graves consecuencias, tardan de cientos a miles de años en descomponerse y representan importantes problemas ambientales y de salud humana. Solo algunos tipos de plásticos se reciclan con mayor eficiencia, el polietileno de alta densidad y el tereftalato de polietileno para producir una variedad de artículos.
Baterías	Se pueden reciclar, pero deben recolectarse y manipularse por separado porque contienen metales pesado y/o pueden explotar bajo presión.
Vidrio	El vidrio también puede reciclarse indefinidamente ya que mantiene sus propiedades y calidad.
Aceite de motor usado	Puede convertirse en lubricantes o combustibles (fuelóleos)
Neumáticos	Pueden utilizarse en carreteras como alternativa a la grava, o como revestimiento para rellenos sanitarios.
Residuos electrónicos	Se reciclan ya que se pueden obtener distintos materiales que tienen alto valor en el mercado, por esto tienen un enfoque prioritario en muchos países.

<sup>1</sup>: ONU Medio Ambiente (2018). Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad.

## PARTE III -Tema 2: Aprovechamiento energético de los residuos.

Otra manera de tratar y aprovechar los residuos es mediante procesos de recuperación energética que implica la conversión de los residuos en calor, electricidad o combustible utilizable. Las mayores experiencias en este tipo de tecnología las presentan los países industrializados debido a los costos que representan las inversiones para este tipo de instalaciones. Entre las tecnologías más comunes para el aprovechamiento energético de los residuos se menciona: la incineración, coprocesamiento, digestión anaerobica (DA) y la captura del gas de relleno sanitario.

### Incineración de residuos sólidos urbanos

Se trata de la quema de residuos en un proceso controlado en instalaciones especiales para tal propósito. Este proceso no requiere combustible adicional, sino que funciona con los residuos que se introduzcan, por eso este tipo de proceso requiere residuos con alto valor calorífico. Durante la quema se liberan gases que pueden tener contaminantes, por eso estos tienen que ser depurados mediante procesos químicos antes de su liberación y ser estrictamente regulados y monitoreados con estándares internacionales. En los gases se concentra la mayor parte de la energía calorífica y está también puede articularse en otros procesos para producir energía eléctrica<sup>1</sup>.



<sup>1</sup>: GIZ (2017): Opciones para el aprovechamiento energético de los residuos. Guía para los responsables de las tomas de decisiones.



## Coprocesamiento

Es el uso de residuos con alto poder calorífico como sustitutos de los combustibles fósiles en los procesos industriales. El coprocesamiento se utiliza a nivel mundial principalmente en plantas cementeras y termoeléctricas o en la industria del acero y cal. Para este proceso los residuos deben de ser tratados previamente a la incineración hasta obtener un material homogéneo con alto poder calorífico, el coprocesamiento representa una recuperación energética mucho más alta que otras tecnologías alcanzando de 85 a 95% según los tipos de residuos que se queman<sup>1</sup>.



<sup>1</sup>: GIZ (2017): Opciones para el aprovechamiento energético de los residuos. Guía para los responsables de las tomas de decisiones.



Horno de cemento rotatorio, para la combustión eficiente de los residuos

## Digestión anaeróbica (DA)

Se trata de la descomposición de la materia orgánica mediante microorganismos en ausencia de oxígeno. Este proceso ocurre de manera natural en lugares carentes de oxígeno como en pantanos donde los microorganismos liberan diversos gases entre los cuales los más abundantes son el dióxido de carbono y el metano. La digestión anaeróbica puede aprovechar estos gases y usarlos como combustibles. Utiliza una cámara hermética e impermeable donde se lleva a cabo la descomposición de la residuos orgánica, en esta cámara se generan gases y un material semisólido que se puede utilizar como fertilizante. Este tipo de tecnología ha tenido éxito a pequeña escala particularmente en zonas rurales donde se aprovecha la materia orgánica proveniente de la agricultura y el estiércol de animales para producir biogás<sup>1</sup>.

## Captura del gas del relleno sanitario

Los rellenos sanitarios (ver página 23) tienen impactos ambientales negativos a largo plazo, como lo es la liberación de gas metano que se forma por la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos enterrados. Para mitigar los impactos ambientales se puede capturar el gas para la generación de energía. Para su captura, se insertan tuberías en posición vertical u horizontal y antes de aprovecharse el gas, se transfiere a un sistema de purificación donde se elimina el ácido sulfhídrico.

Una deficiencia de este sistema, es la eficacia de la recolección del gas, en el mejor de los casos tiene una recolección del 80% y en rellenos sanitarios de países en vías de desarrollo tiene una eficiencia del 20%<sup>1</sup>. La fuga o acumulación de estos gases son un riesgo de seguridad para asentamientos cercanos ya que podrían causar explosiones además de ser problema para el ambiente ya que el metano es uno de los gases principales de efecto invernadero.

El aprovechamiento del gas del relleno sanitario debe ser visto más que como una tecnología para producir energía como una obligación que tienen las ciudades en diseño y manejo de los rellenos sanitarios.

<sup>1</sup>: GIZ (2017): Opciones para el aprovechamiento energético de los residuos. Guía para los responsables de las tomas de decisiones.



Cuarto de máquinas para la generación de energía eléctrica



Red subterránea de tubería para la captura y extracción del biogás

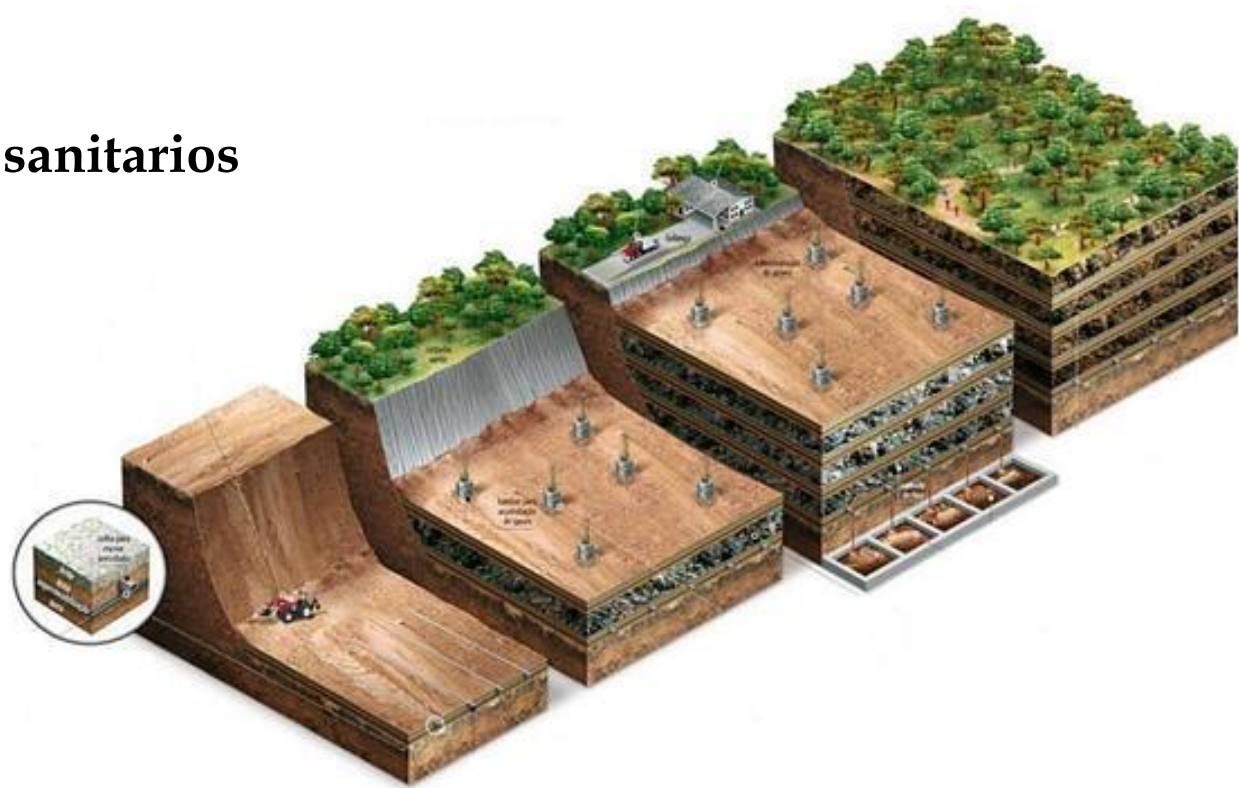


## PARTE III -Tema 3: Rellenos sanitarios

Un relleno sanitario es un espacio diseñado con la ingeniería adecuada para la disposición final de los residuos. Permite controlar y mitigar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la contaminación al aire y en el mejor de los casos recolectar el gas que se produce de la acumulación de los residuos para generar energía<sup>1</sup>.

Para lograr esto, los rellenos sanitarios impermeabilizan el terreno destinado para la deposición final de los desechos, cuentan con un sistema de recolección de **lixiviados**\* y gases, así como pozos de monitoreo de las aguas subterráneas. Esta obra de ingeniería requiere costos de inversión, operación y mantenimiento elevados que dificulta la implementación de este tipo de proyectos en las ciudades o poblados con presupuestos limitados<sup>2</sup>.

Una vez construidos, los residuos se depositan y se compacta formando capas que posteriormente se cubren con tierra. Al final de su vida útil, los rellenos sanitarios dejan un espacio libre de residuos que suele ser aprovechado como un espacio recreativo.



Los rellenos sanitarios son considerados como la mejor forma de deposición final de los residuos en todos los países. En Nicaragua la deposición final de los residuos en rellenos sanitarios forma parte de los fundamentos principales de la Política Nacional de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Es indudable el éxito de los rellenos sanitario frente a los botaderos de residuos a cielo abierto. Sin embargo, no hay que olvidar que estos sistemas no se deshacen de los residuos, simplemente se acumula en el suelo de una forma más segura y responsable. Cada vez se necesitarán más de estas costosas obras para ocultar los residuos que seguimos produciendo como

<sup>1</sup>: GIZ (2017): Opciones para el aprovechamiento energético de los residuos. Guía para los responsables de las tomas de decisiones.

<sup>2</sup>: EPA 2020, Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos

\* Lixiviado es líquido maloliente producto de la contaminación o putrefacción natural de los desechos sólidos con gran concentración de contaminantes, incluyendo el agua pluvial que se infiltra a través de los residuos.



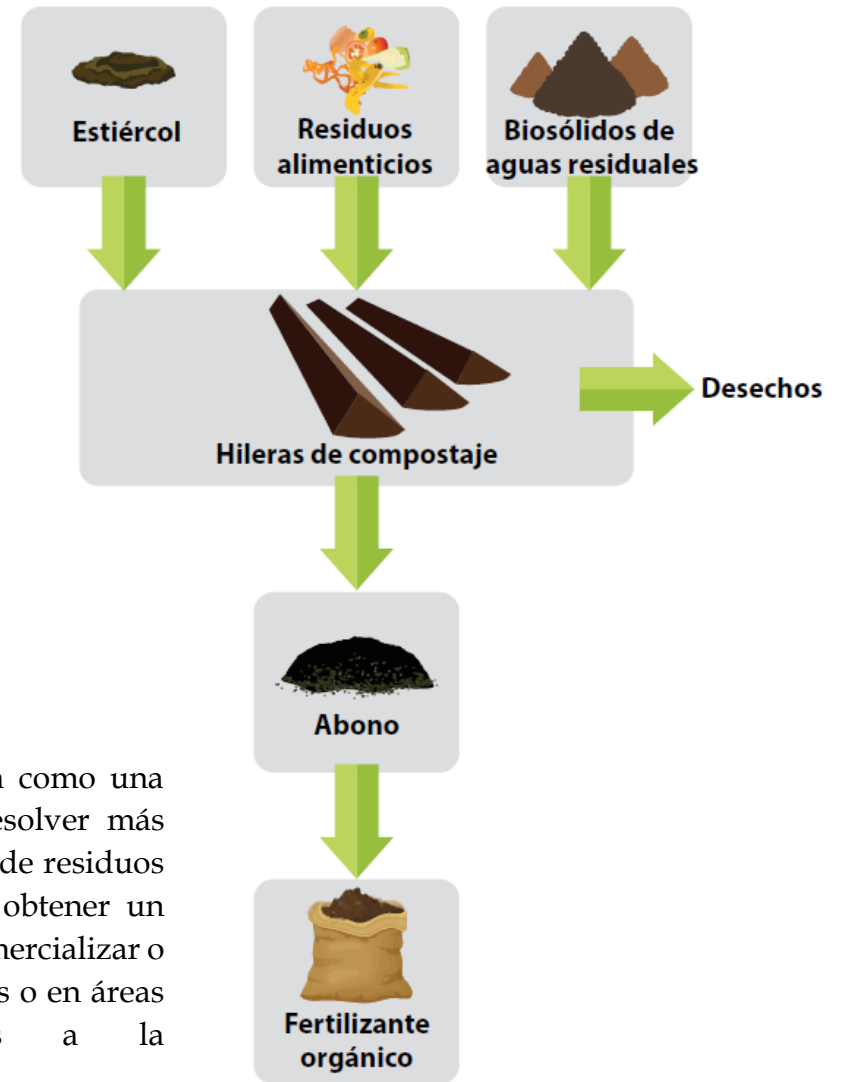
## PARTE III -Tema 4: la importancia del compostaje en el manejo de los residuos.

Otra manera de aprovechar los residuos es a través del compostaje, este tratamiento está dirigido a los residuos orgánicos para transformarlos en abono a través de un proceso que requiere de oxígeno. Esto es muy importante ya que los residuos orgánicos representan más del 50 % de los residuos municipales que se generan en América latina<sup>1</sup>.

Sin un manejo adecuado, los residuos orgánicos se vuelven un problema de contaminación, son muy densos y sus altos contenidos de humedad contribuyen a la generación de lixiviados que contaminan el suelo, las aguas superficiales y subterráneas. Cuando se descomponen sin oxígeno producen metano, un gas inflamable que puede ocasionar incendios, la contaminación del aire local, y es un contribuye al cambio climático.



<sup>1</sup>:ONU medio ambiente (2018) Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe.



El compostaje se presenta como una alternativa viable para resolver más del 50% de la producción de residuos y una oportunidad para obtener un producto que se puede comercializar o utilizar en viveros, huertos o en áreas degradadas destinadas a la restauración ecológica.



# **PARTE IV: ¿Los residuos en ICES-REMITURCT?**

Tema 1: El turismo y los residuos.

Tema 2: ¿Qué tipo de residuos se genera en mi propiedad?

Tema 3: Pasos para el manejo de los residuos en ICES-REMITURCT

Tema 4: Educación ambiental para enfrentar el problema de los residuos en la comunidad.

## PARTE IV-Tema 1: El turismo y los residuos

El turismo es una actividad que genera muchos desechos, un estudio dice que puede generar el 80% de los residuos en las playas<sup>1</sup>. El manejo inadecuado de estos desechos afecta el paisaje, lo que perjudica la misma actividad turística. Sumado a esto, los desechos con mal manejo generan problemas a la salud y al medio ambiente.

Según la organización mundial de turismo (OTM), la reactivación del sector turístico pospandemia podría traer desechos adicionales ya que se proponen medidas centradas en la salud pública y la higiene, aumentando los desechos de guantes, mascarillas, botellas de plástico, y desinfectante<sup>2</sup>.

Por eso resulta necesario que la actividad turística contemple dentro de su planificación medidas de manejo para los desechos que genera. En Nicaragua el INTUR ha conformado una comisión interinstitucional que reúne al sector público y privado en el objetivo de buscar soluciones para enfrentar el problema de los residuos. También hay esfuerzos internacionales como lo es la iniciativa mundial sobre el plástico impulsada por la OTM que plantea medidas profundas para frenar la contaminación de plásticos principalmente en las playas.



<sup>1</sup>Greladu M y Ziveri P (2020). The generation of marine litter in Metiterranean island beaches as an affect of tourism and its mitigation

<sup>2</sup>Iniciativa mundial sobre turismo y plástico (2020): Recomendaciones para el sector turístico que siga actuando contra la contaminación por plásticos mientras se recupera del COVID 19



## PARTE IV-Tema 2: ¿Qué tipo de residuos se genera en mi

Los desechos agropecuarios son aquellos generados en las actividades agrarias, ganaderas o forestales. Estos desechos se caracterizan por ser en su mayor parte de tipo orgánico. Entre los desechos que se pueden encontrar se mencionan:

**Restos de cosecha:** material orgánico vegetal sobrante de la cosecha, rastrojos de maíz, frijoles o musáceas.

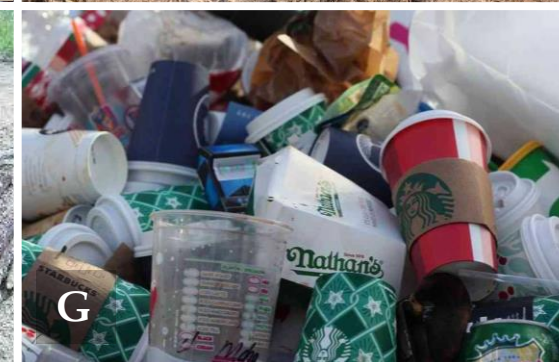
**Embaces de agroquímicos:** incluye los desechos de fertilizantes o plaguicidas (Fungicidas, herbicidas, insecticidas, acaricidas).

**Residuos del hogar:** desechos generados por la cocina o por las actividades diarias del hogar. Algunos de estos desechos pueden ser embaces de plásticos, papel o vidrios que se pueden aprovechar en el reciclaje.

**Residuos de animales de corral:** el estiércol de los animales de corral.

**Restos de poda:** residuos vegetales que se generan de podar árboles o hacer el jardín.

**Residuos de la actividad turística:** en su mayoría productos plásticos y desechables.



**A:** Restos de cosecha; **B:** Embaces de agroquímicos; **C:** Residuos del hogar; **D:** Residuos de animales de corral; **F:** Restos de poda; **G:** Desechos de actividad turística.

### ¿Cómo separar los residuos que genera mi finca?



## PARTE IV-Tema 3: Pasos para el manejo de los residuos en ICES-REMITURCT

Como se explicó anteriormente (*Parte II-Tema 3: ¿Qué es la gestión integral de residuos?*) el manejo de los desechos se puede resumir en 4 pasos principales: separación o segregación; recolección y transporte; tratamiento o procesamiento; y la disposición final. Estos son los pasos que se deben de cumplir para el manejo adecuado de los residuos en ICES-REMITURCT.



El Esquema muestra los pasos para el manejo de los residuos en ICES-REMITURCT. El manejo empieza por la separación de los desechos, aquí se necesita implementar una separación adecuada para obtener el mayor provecho de los desechos. El esquema propone el aprovechamiento de la mayor parte de los desechos orgánicos (más del 50%) que se generan en la finca. También se muestra el manejo en dos vías, las flechas continuas indican el manejo hecho por la alcaldía; en cambio línea discontinua muestra lo que se puede hacer con los residuos orgánicos, como es la elaboración de abono.

## PARTE IV-Tema 4: Educación ambiental para enfrentar el problema de los residuos en la comunidad

Los pasos estudiados para el manejo de los desechos son muy importantes para reducir los impactos negativos de los residuos en los ecosistemas, sin embargo, aunque se implementen correctamente, aun se daría el problema de los residuos tirada en la comunidad, en los bosques o en los senderos turísticos. Por eso también es necesario la implementación de un programa de educación ambiental dirigido a la comunidad para sensibilizar sobre el problema de los residuos y su manejo adecuado.



La educación ambiental es una valiosa herramienta para promover el conocimiento y comprensión de los problemas que afectan al ser humano y a la naturaleza, estimula a la comunidad para la búsqueda de soluciones y desarrolla conductas adecuadas para el desarrollo sostenible. Debe verse como un proceso permanente que necesita de estrategias y continua actividad para poder calar en la conducta de las personas.

La implementación de una estrategia de educación ambiental en ICES-REMITURCT enfocada al manejo de los desechos sólidos es muy importante para contar con un manejo integral de los residuos sólidos.

## Evaluación PARTE IV: Los residuos en ICES-REMITURCT

1- ¿Qué opinión tiene del esquema de la página 31 para el manejo de los residuos en ICES-REMITURCT?

---

---

---

---

1- ¿Qué esquema utilizaría en su finca?

---

---

---

---